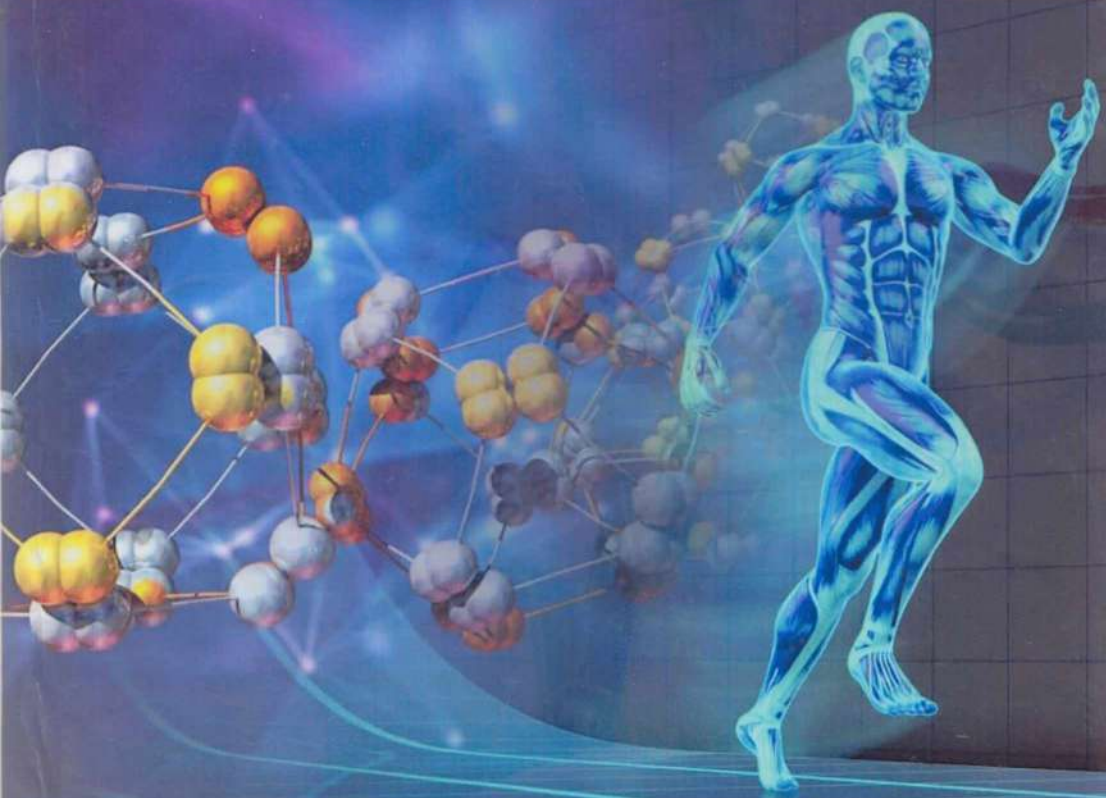


S.A.ZIYAMUXAMEDOVA,  
S.S.SHUKUROVA,  
T.T.ADILBEKOV

---

# BIOXIMIYA VA SPORT BIOXIMIYASI



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

**O'ZBEKISTON DAVLAT JISMONIY TARBIYA VA SPORT  
UNIVERSITETI**

**S.A. ZIYAMUXAMEDOVA, S.S. SHUKUROVA, T.T.ADILBEKOV**

**BIOXIMIYA VA SPORT BIOXIMIYASI**

O'zbekiston respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining

2018-yil 27-mart 274-sonli buyrug'iga asosan.,

5111000 – Kasb ta'limi (5610500 –Sport faoliyati (faoliyat turlari bo'yicha.),

5210200 Psihologiya (sport) talabalari (oquvchilari) uchun o'quv qo'llanma sifatida  
tavsiya etilgan

Royxatga olish raqami 274-272

**CHIRCHIQ – O'zDJTSU**



UDK.577.1.196 (0.75)

KBK.28.072я73

Ziyamuxamedova.S.A., Shukurova.S.S., Adilbekov.T.T. «Bioximiya va sport bioximiyasi». [O'quv qo'llanma] - Chirchiq: O'zDJTSU, 2021. - 357 bet.

- Taqrizchilar:** Dalimova S.N. - O'zMU, Biologiya va tizimli biologiya kafedrası professori, b.f.d.  
Seydaliyeva L.J. - O'zDJTI Anatomiya va fiziologiya kafedrası dotsenti, b.f.n.

O'quv qo'llanma quyidagi bo'limlarni o'z ichiga oladi: statik va dinamik bioximiya hamda sport bioximiyasi bo'limidagi: muskul va muskulning qisqarish biokimyosi; muskul ish faoliyatidagi biokimyoviy jarayonlarning dinamikasi; toliqishning biokimyoviy asoslari; sport ish qobiliyatining biokimyoviy omillari, sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatlari, chidamkorligi va ularni rivojlantirish uslublarining biokimyoviy asoslari; sport mashqlanish jarayonidagi biokimyoviy adaptatsiyaning qonuniyatlari; sportchilar ovqatlanishning biokimyoviy asoslari kabi nazariy ma'lumotlarni o'z ichiga qamrab olgan. O'quv qo'llanma jismoniy tarbiya institutlari magistrantlari va yosh o'qituvchilar uchun mo'ljallangan. Lekin ushbu qo'llanma boshqa o'quv yurtlarining jismoniy tarbiya fakultetlarining talabalari, barcha sport murabbiylari, sport kollejlari, bolalar va o'smirlar sport maktablari o'quvchilari va sport sohasida ishlayotgan shifokorlar uchun ham foydali qo'llanma bo'la oladi.

© Ziyamuxamedova S.A 2021

©Shukurova S.S. 2021

©Adilbekov T.T., 2021

## KIRISH

Bioximiya – tirik organizmlarning tarkibiga kiradigan kimyoviy moddalarni tuzilishi, ularning almashinuv jarayonlari, hamda analiz jarayonlarni organ va to'qimalarning faoliyati bilan bog'liqligini o'rganadigan fandır. Bioximiya tirik organizmlarning organ va to'qimalarini turli holatlarida sodir bo'ladigan molekulyar jarayonlarning mohiyati va ahamiyatini tushuntirib beradi. Biokimyoni o'rganish bakalavrlarda dialektik – materialistik dunyoqarashini shakllanishiga yordam beradi va sport bilan muntazam shug'ullanish natijasida odam organizmida kuzatiladigan biokimyoviy o'zgarishlarning sabablarini to'g'ri tushunishga olib keladi.

Mazkur fan jismoniy tarbiya va sport bo'yicha bo'lajak mutaxassislarni hayot faoliyatining ximiyaviy asoslari va ayniqsa jismoniy mashqlar va sport bilan shug'ullangan vaqtda sodir bo'ladigan bioximiyaviy jarayonlarning o'ziga xoslik bilimlari bilan tanishtirishga yordam beradi.

Jismoniy tarbiya institutlarida biokimyofanini o'qitishni maqsadi – jismoniy tarbiya va sport bo'yicha bo'lajak mutahassislarni hayot faoliyatining ximiyoviy asoslari va ayniqsa jismoniy mashqlar va sport bilan shug'ullangan vaqtda sodir bo'ladigan bioximiyoviy jarayonlarning o'ziga xoslik bilimlari bilan tanishtirishdir.

Bioximiya va sport bioximiyasi fanning vazifasi:

jismoniy tarbiya va sport amaliyotida sport mashqlari va musobaqalarini tashkil qilish va o'tkazish. Jismoniy tarbiya va sport amaliyotida o'tkaziladigan bioximiyoviy tekshirishlar sportchining holati, mashqlanqanlik darajasi, mashqlanish yuklamalariga javoban organizmning reaksiyalari, tiklanish jarayonlarning borishi, mashqlanish va musobaqalar davrida mahsus dorivor moddalar va uslublarini qo'llashning samaradorligi va boshqalar haqida eng aniq (obektiv) ma'lumotlar berishdir.

Jismoniy tarbiya va sport institutlarining fakultetlari hamda sport maktabi talabalari va murabbiy o'qituvchilarning bioximiya va sport bioximiyasi ta'lim tarbiya asosida mashg'ulotlarni to'g'ri tashkil qilishi, jismoniy yuklamalarni hamda sifatli ovqatlanish me'yoriga ahamiyat berish, sport mashg'ulotlarini tashkil qilishning moddiy-texnik bazasini yaratish, jismoniy tarbiya va sportning ko'rsatkichlarini yuqori darajaga ko'tarishda amaliy ahamiyati katta.

Shu nuqtai nazardan olib qaralganda, bioximiyaviy o'zgarishlar va ularning me'yorlarga rioya qilmasdan turli jismoniy tarbiya va sport bilan shug'ullanish jarayonida yuqori natijalarga erishib bo'lmaydi.

O'quv qo'llanma quyidagi bo'limlarni o'z ichiga oladi: statik va dinamik bioximiya hamda sport bioximiyasi bo'limidagi: muskul va muskulning qisqarish biokimyosi, muskul ish faoliyatidagi biokimyoviy jarayonlarning dinamikasi, toliqishning biokimyoviy asoslari, sport ish qobiliyatining biokimyoviy omillari, sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri, chidamkorligi va ularni rivojlantirish uslublarining biokimyoviy asoslari; sport mashqlanish jarayonidagi biokimyoviy adaptatsiyaning qonuniyatlari; sportchilar ovqatlanishning biokimyoviy asoslari va sportda biokimyoviy nazoratkabi nazariy asoslangan ma'lumotlar bilan bayon etilgan. Mazkur o'quv qo'llanma "Bioximiya va sport bioximiya" fanining namunaviy va ishchi o'quv dasturi asosida tayyorlangan. Unda jismoniy tarbiya institutida tahsil olayotgan birinchi bosqich talabalarining "Bioximiya va sport bioximiy" a fani bilan tanishtirish, ularga sport faoliyatida zarur bo'ladigan bioximiya va sport bioximiyaga oid bilimlarni berish, kerakli ko'nikma va malakalarni shakllantirish nazarda tutilgan. O'quv qo'llanma mavzular O'zbekiston davlat jismoniy tarbiya institutida tayyorlanadigan 5610500 – Sport faoliyati (faoliyat turlari bo'yicha. 5111000 – Kasb ta'limi Sport faoliyati (faoliyat turlari bo'yicha. 5210200 Psixologiya (sport) bakalavriat ta'lim yo'nalishi bo'yicha ishlab chiqilgan davlat ta'lim standartlariga asoslangan holda yaratilgan.

Aziz kitobxon! Sizning e'tiboringizga taqdim qilinayotgan "Bioximiya va sport bioximiya" o'quv qo'llanma jismoniy tarbiya va sport bilan shug'ullanuvchi talabalar, murabbiylar va malaka oshirish kulliyoti tinglovchilari uchun ham mo'ljallangan. Mualliflar o'quv qo'llanma doir barcha tanqidiy fikr va mulohazalarni, tilak-istaklarni minnatdorchilik bilan qabul qiladilar.

Manzilimiz: O'zDJTSU.



# I BOB. BIOKIMYO FANI VA UNING JISMONIY TARBIYA VA SPORT MUTAHASSISLARI UCHUN AHAMIYATI. TIRIK ORGANIZMLAR NING KIMYOVIY TARKIBI. SUV DISPERS SISTEMASI

## 1.1. Biokimyo fani va uning jismoniy tarbiya va sport mutahassislari uchun ahamiyati

**Biokimyo** – zamonaviy biologik fanlarning tez rivojlanayotgan sohalaridan biri bo'lib, u tirik organizmlarning tarkibiga kiradigan moddalarning tuzilishi va funksiyalarini, ularning almashinuv jarayonlarini hamda ana shu almashinuv jarayonlarni organ va to'qimalarning funksiyalar bilan bog'liqligini o'rganadi. Biokimyo uchta mustaqil qismdan tashkil topgan:

- tirik organizmlarning asosan kimyoviy tarkibining tahlilini o'rganadigan – **statik biokimyo**,

- tirik hujayra (organizm)larda sodir bo'layotgan barcha moddalar almashinuvining kimyoviy reaksiyalarning majmuasini o'rganadigan – **dinamik biokimyo**,

- alohida to'qima va a'zolarining hayot faoliyati asosida yotadigan kimyoviy jarayonlarni va ularning spetsifik funksiyalarini namoyon bo'lishini tekshiradigan – **funksional biokimyo** dan tashkil topgan.

Sport biokimyosi funksional biokimyoning asosiy bir qismi bo'lib, jismoniy mashqlar bilan shug'ullanish jarayonidan odam organizmidagi biokimyoviy o'zgarishlarning asosiy qonuniyatlarini hamda bir qator mahsus savollarni: sport mashqlanishlarining tuzilishini biokimyoviy asoslari, har xil quvvat va davomiylikdagi muskul ishlarining energiya ta'minoti, har xil yoshdagi kishilar jismoniy mashq bilan shug'ullanganda biokimyoviy jarayonlarning sodir bo'lishini o'ziga xosligi va h.k. o'rganadi. Bulardan tashqari jismoniy tarbiya va sport amaliyotida biokimyoviy tekshirishlar sportsilarning holati, mashqlanganlik darajasi, mashqlanish yuklamalariga javoban organizmning reaksiyasi, tiklanish jarayonlarini borishi, mashqlanish va musobaqalar vaqtida mahsus dorivor moddalar va uslublarni qo'llashning samaradorligi va boshqalar haqida eng aniq ma'lumot beradi.

Biokimyo fani shunday sport fanlari kompleksiga birlashtirilgan – sport fiziologiyasi, sport gigienasi, odamning muskul faolligi biologiyasi, sport morfologiyasi, jismoniy mashqlar biomexanikasi, sport tibbiyoti,

sport psixologiyasi va sport nazariyasi va uslubiyati kabi ilmiy fanlar orasida markaziy o'rinni egallaydi. Bu fanlar o'zaro bog'langan va birbirlarini to'ldirib turadi.

## 1.2. Tirik organizmlarning elementlar tarkibi va biomolekulalarning tuzilishi va xossalari

**Modda va elementlarning tuzilishi.** Barcha jonli va jonsiz narsalar moddalardan iborat bo'lib, modda deganda o'lcham va massaga ega bo'lgan barchasi tushuniladi. Modda o'z navbatida kimyoviy "g'ishtar" bo'lmish elementlardan ya'ni oddiy kimyoviy usullarda kichikroq materiyalarga ajralmaydigan materiyalardan iborat. Xozirgi kunda 112 ta element (**1-rasm**) fanda ma'lum bo'lib, ulardan 92 tasi erda uchraydi.

D. IMENDELEEVNING  
KIMYOVIY ELEMENTLAR DAVRIY  
JADVALI

1-rasm Mendeleevning kimyoviy elementlar davriy jadvali

Ushbu 92 ta elementdan 26 tasi odatda tanamizda mavjud. Tanamizni tashkil qiluvchi asosiy komponentlar tana vaznining taxminan 95,4% ni tashkil qiladi. Ya'ni kislorod (O), uglerod (C), vodorod (H) va azot (N) kabi elementlar hisoblanadi.<sup>1</sup>

Tirik organizmlarning kimyoviy elementlar tarkibi o'lik tabiatning tarkibidan birmuncha farq qiladi. Bundan tashqari, tirik organizmlar bu elementlarning o'zaro nisbati er qobig'idagiga nisbatan butunlay boshqa. Masalan, tirik hujayralarning quruq moddasini 50-60 % uglerod, 8-10 % azot, 25-30 % - kislorod va 3-4 % - vodorod tashkil qiladi. SHu vaqtning

<sup>1</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 31)

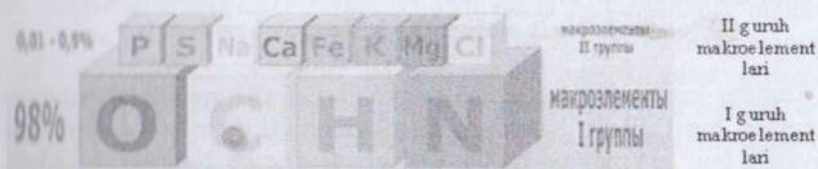
o'zida er qobig'ida karbon, vodorod va azotlarning xissasiga, hammasi bir bo'lib, er qobig'ining umumiy massasini 1 % - dan kamrog'i to'g'ri keladi. Bu elementlarni tirik organizmlardagi miqdoriga bo'yicha 3 guruhga bo'lish mumkin:

- asosiy elementlar (makroelementlar) – C, O, H va N. Bu elementlar universal ahamiyatga ega. Ular tirik organizmning tarkibiga kiradigan amalda barcha biomolekulalarning tuzilishi uchun ishlatiladi;

- mikroelementlar ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , Ca, K, P, Cl) – ular organizmlarda 0,1 – 0,02% atrofida bo'ladi. Organizmning ion tarkibi ko'pincha dengiz suvining ion tarkibiga o'xshaydi. Bu, ehtimol, eng qadimgi okeanda birlamchi tirik organizmning paydo bo'lishi va rivojlanishi (akad. Oparinning erda hayotning paydo bo'lishi nazariyasi) bilan bog'liq bo'lsa kerak. Mikroelementlarning ko'pchiligi organizmda ion shaklida ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , Cl) bo'ladi (2-rasm). Organizmda bu elementlarning absolyut miqdori va balansi doimiy ushlanib turiladi. Hoshqa sakkizta element tana vaznining 3,8 % ni tashkil qiladi. Ularga kalsiy (Ca), fosfor (P), kaliy (K), oltingugurt (S), natriy (Na), xlor (Cl), magniy (Mg) va temir (Fe) kabi elementlar kiradi (2-rasm).

Tana vaznining 0,8% ni tashkil qiladigan 14 ta element ultramikroelementlar deb aytiladi. Ularga alyuminiy (Al), bor (B, xrom (Cr), mis (Cu), flor (F), yod (I), marganets (Mn), molibden (MB, selen (Se), kremniy (Si), qalay (Sn), vannadiy (V) va ruh (Zn) elementlari kiradi.<sup>2</sup>

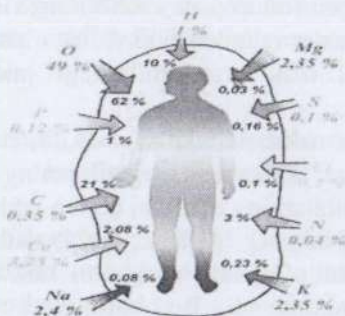
Bu ultramikroelementlar bor (B, selen (Se), vannadiy (V), temir (Fe), marganets (Mn), titan (Ti), kobolt (Co), mis (Cu), rux (Zn), molibden (Mo) – tirik organizmlarda juda ham kam miqdorni tashkil etadi. Ya'ni foiz hisobida 0,001 % dan ham kam bo'ladi.



2-rasm. Makroelementlar

<sup>2</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 31)





3-rasm. Inson organizmida uchraydigan kimyoviy elementlar

Bu elementlar inson hayoti uchun juda muhim. 3-rasmda inson organizmining asosiy kimyoviy elementlari ko'rsatilgan. Uglevodlar, yog'lar va oqsillar energiya manbalarining asosiy komponentlari hisoblanadi, shuningdek ular inson hayot faoliyatini ta'minlovchi suv, vitamin va minerallarni etkazadi. Ular turli fermentlar va biologik faol moddalar (xlorofill, gemoglobin, mioglobin, sitoxromlar)ning ishida ma'lum regulyator rolini o'ynaydi. Masalan, temir ( $Fe^{2+}$ ) ionlari gemoglobin, mioglobin oqsillarini va bir qator sitoxromlarni, mis ( $Cu^{2+}$ ) ionlari xlorofilni tarkibiga kiradi va ularning biologik funksiyasini belgilaydi.

Tirik organizmlarning kimyoviy xususiyatlari ko'p darajada karbon atomlariga bog'liq. Karbon atomlari xuddi vodorod, kimyoviy (kovalent) bog'larni, ya'ni ikkala birikayotgan atomlarga tegishli juft elektronlar bilan amalga oshirilayotgan bog'larni hosil qilishi mumkin.

### 1.3. Biorganik birikmalarning molekularini hosil bo'lishi Biorganik birikmalarning kimyoviy bog'lari.

Atomlar kimyoviy bog'lanish jarayonlari orqali molekularni yoki birikmalarni hosil qiladi. Kimyoviy bog'larning ikkita asosiy turlari (ion va kovalent bog'lar) mavjud bo'lib, ular orqali atomlar birikadi, va ikkala bog' eng chekka qobiq (ya'ni valent qobiq) elektronlarini ishlatgan holda kimyoviy bog'ni hosil qiladi. 4-rasmda kimyoviy bog'lanishning turlari keltirilgan. Ko'pchilik atomlarning valent qobiqlari elektronlarning teng soni bo'lgani bilan baravar bo'lmaydi. Agar sharoitlar muvofiq bo'lsa,

ikkita yoki undan ortiq atomlar o'zaro ta'sirlashib, elektronni berish va olish orqali atomlarning barqaror valent qobig'ini ta'minlaydi.

**Kovalent bog'lar.** Ion bog'lardan farqli ravishda, kovalent bog'lar (kimyoviy bog'lar orasida eng kuchli bog') atomlarning elektronlarni taqsimlash tamoyillari asosida ishlaydi. Atomlar o'zlarining bitta, ikkita yoki uchta valent elektronlar juftlarini taqsimlash orqali mos ravishda bittalik, ikkitalik yoki uchtalik kovalent bog'larni hosil qilishi mumkin. Elektronlar juftlari qancha ko'p taqsimlangan bo'lsa, kovalent bog' shunchalik kuchli bo'ladi. Kovalent bog'lar o'z navbatida qutbli va qutbsiz kovalent bog'larga ajratilishi mumkin. qutbsiz kovalent bog'larda atomlar elektronlarni teng taqsimlashadi, ya'ni bitta atom boshqa atomdan ko'ra ko'proq elektronlarni jalb qila olmaydi. Agar bitta elementning ikkita yoki undan ko'p atomi kovalent bog' hosil qilsa, u qutbsiz shaklda bo'ladi.

**Ion bog'lar.** Atomlar o'zlarining elektronlarini bergan yoki olgan holda musbat yoki manfiy zaryadlangan ionlarga o'zgaradi. Agar sizda elektronlarini bergan yoki olgan holda barqaror valent qobiqni hosil qila oladigan ikkita atom mavjud bo'lsa, natijada qarama-qarshi zaryadlangan atomlarni o'zaro ion bog' orqali biriktiruvchi kuch paydo bo'ladi. Buni osh tuzi deb aytiladigan natriy xlorid ( $\text{NaCl}$ ) birikmasini hosil qilish uchun natriy (NA) va xlor (Cl) atomlarining bog'lanishi misolida yaqqol ko'rishimiz mumkin. SHuni esda tutish lozimki, atomlar ion bog'lar orqali bog'langanida yangi hosil qilingan birikmaning umumiy zaryadi doimo nolga teng bo'ladi.

#### 1.4. Biomolekulalarning tuzilishi va xossalari

**Biomolekulalarning formulasi va tuzilishi.**Elementlarning atomlari asosan ion va kovalent bog'lar orqali o'zaro ta'sirlashib, molekula va birikmalarni hosil qiladi. Biokimyoda bizlar molekula yoki birikmalarni hosil atomlarni molekulyar formula ko'rinishida tasvirlashimiz mumkin bo'lib, unda atomlarning kimyoviy belgilari va har bir element atomlari sonini ko'rsatishimiz mumkin bo'ladi. Misol uchun, bitta glyukoza molekulasini (mashqlarni bajarish uchun juda muhim energiya manbai) 6 ta uglerod atomini, 12 ta vodorod atomini va 6 ta kislorod atomini saqlaydi, shu sababli  $\text{S}_6\text{N}_{12}\text{O}_6$  sifatida yozilishi mumkin.

Molekulyar formuladan bizlar shuningdek molekulaning molekulyar massasini, ya'ni uni tashkil qiluvchi atomlar massasining umumiy yig'indisini ham aniqlashimiz mumkin. Buning uchun undagi atomlar sonlarini qo'shib borishimiz lozim. Misol uchun, bitta glyukoza molekulasini 6 ta uglerod atomini, 12 ta vodorod atomini va 6 ta kislorod



atomini saqlashini hamda mos ravishda har bir elementning atom massasi 12, 1 va 16 bo'lganini bilgan holda, molekulyar massasi quyidagicha aniqlanadi.

$$C_6H_{12}O_6 = (12 \times 6) + (1 \times 12) + (16 \times 6) = 180$$

Molekulyar formuladan tashqari bizlarga birikmaning molekulyar tuzilishini (ya'ni struktura tuzilishni) ya'ni birikmadagi atomlarning qanday tarzda bog'langanligini ham muhim ahamiyatga ega.

Glyukoza molekulasining struktura tuzilishida bitta chiziq atomlar orasidagi bittalik kovalent bog'ni, ikkita chiziq esa ikkitalik kovalent bog'ni bildiradi. Xuddi shunday, agar uchtalik kovalent bog' mavjud bo'lsa, uchta chiziq chiziladi. Bu misolda glyukoza strukturasi ochiq zanjir formatida ko'rsatilgan bo'lib, u ikkilik fazoda berilgan. Ammo shuni e'tiborga olish lozimki, haqiqatda molekularlar va birikmalar uchlik fazoda mavjud bo'ladi. Bundan tashqari, ko'plab birikmalar o'ziga xos strukturaviy formalarda bo'ladi. Misol uchun, tanamizdagi glyukoza molekularining ko'pchiligi xalqasimon "uglerod skeleti" va unga birikkan gidroksil guruhlar strukturasi ko'rinishida bo'ladi (gidroksil guruh vodorod bittalik kovalent bog' bilan birikkan kislorod atomlaridan iborat).

Organik molekularlar va birikmalar odatda juda katta bo'lgani sababli bizlar ba'zida ularning struktura tuzilishini soddaroq usulda tasvirlaymiz.

Biomolekulalarni formula va strukturani tushunishda shunga e'tibor berish keraki, ba'zi birikmalar bir xil molekulyar formulaga (ya'ni atomlarning bir xil turi va soniga ega bo'lishi bilan har xil struktura tuzilishiga ega bo'lishi mumkin, Chunki atomlar turli xil struktura joylashuviga ega. Bunday molekularlar izomerlar deyiladi, va ularning yaqqol misoli  $C_6H_{12}O_6$  formulasiga ega bo'lgan glyukoza va fruktoza birikmalaridir.

**Funksional guruhlar.** Kimyoviy bog'larni ko'rib o'tayotganimizda yana bir jihatga e'tibor berishimiz lozimki, birikmalardagi ko'plab atomlar maxsus funksional guruhlarini hosil qilish uchun qayta bog'lanishi mumkin. Albatta, kimyoviy reaksiyalar paytida ushbu funksional guruhdagi atomlar birikmalar orasida yakka atomlarga nisbatan boshqacha o'tishga harakat qiladi. Ushbu funksional guruhlarining katta qismi uglerod atomiga (yoki uglerod skeleti deb aytiladigan uglerod atomlari zanjiriga





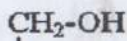
Siklik -	
Aromatik -	
Geterotsiklik -	

Uglevodorodlarda bitta yoki ko'proq vodorod atomlari har xil funksional guruhlar (spetsifik kimyoviy xususiyatlariga ega bo'lgan atomlarning faol guruhi) bilan almashtirilishi mumkin. Natijada organik birikmalarning turli oilalari (sinflari) hosil bo'ladi. O'ziga xos funksional guruhli organik birikmalarning tipik sinflariga kiradi:

1. Spirtlar – molekularida bitta yoki bir nechta gidroksil guruhi (“-OH”) bo'ladi.



Etanol

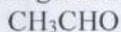


Gliserin

2. Aldegidlar – molekularida karbonil guruhini (“-CHO”) tutadi.

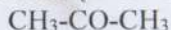


Formaldegid



Asetaldegid

3. Ketonlar – keto guruhini ( - C= O ) tutadi.



Aseton

4. Karbon kislotalari – tarkibida karboksil - (“-COOH”) guruhi tutadi.



5. Oddiy efirlar – efir bog'ini (“-CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>-”) tutadi.

$C_2H_5-O-C_2H$  Dietil efiri

6. Murakkab efirlar – murakkab efir bog'ini ("COO-") tutadi.

$CH_3COOC_2H_5$  etilasetat efiri

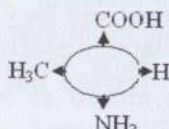
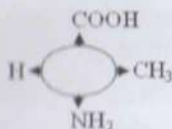
7. Aminlar – amino guruhni ("NH<sub>2</sub>") tutadi.

$C_2H_5HN_2$  etilamin

8. Tiollar – sulfidril guruhini ("SH") tutadi.

$C_2H_5SH$  etantiol

Bulardan tashqari bir qator boshqa funktsional guruhlar (amid, metil, etil, fosfat, disulfid, fenil va h.k.) ni tutgan organik birikmalar tabiatda ko'p tarqalgan. Organik biomolekulalarning shubu funktsional guruhlari ularning kimyoviy xususiyatlari va bajaradigan funktsiyalarini belgilaydi. Ko'pchilik biomolekulalar ikki yoki bir necha tipdagi funktsional guruhlarni tutadi va shu sababli polifunktsional xususiyatga ega. Jumladan, aminokislotalar ( $CH_3-CHNH_2-COOH$ -anonin) karboksil (-COOH) va amino (-NH<sub>2</sub>) guruhlarini tutganligi uchun ham kislotalik, ham ishqorlik



xususiyatlarga ega bo'ladi. Organik biomolekulalarning yana bir xususiyati – bu uglerod atomining tetraedrik strukturasi bog'liq bo'lgan ko'pchilik biomolekulalarning **a s s i m e t r i y a** hodisasidir. Karbon atomlaridan bittasi to'rtta har xil atomlar yoki funktsional guruhlar bilan bog'langan molekulalar bir-birini ko'zgudagi aksi bo'lgan ikkita har xil fazoviy konfiguratsiyaga ega bo'lishi mumkin. Bunday birikmalar assimetrik yoki optik izomerlar deb ataladi. Ulardan biri qutblanish tekisligini bir yo'nalishda, ikkinchisi qarama-qarshi yo'nalishda aylantiradi. Bunga alaninning molekulasini misol bo'la oladi. Tirik organizmlarda biomolekulalar (makromolekulalar) ning asosiy sinflari to'rtta tiptagi birikmalardan iborat, ya'ni bular – oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar va uglevodlar (polisaxaridlar) kiradi.



Barcha ushbu birikmalar hujayrada juda yirik molekula shaklida bo'ladi va ularning xissasiga tirik organizmlarning asosiy massasi to'g'ri keladi.

**Nuklein kislotalar** –DNK va RNK – barcha tirik hujayralarda bir xil funktsiyani, ya'ni genetik informatsiyani saqlash, nasldan naslga



4-rasm. DNK sturukturasi

uzatish va amalga oshirishni bajaradi. DNK – molekulasi genetik informatsiyani saqlaydi (4-rasmda DNKni strukturasi ko'rsatilgan). RNK ning har xil turlari uni oqsillarni sintezlash jarayonida amalga oshiradi.

**Lipidlar** – ularga yog'lar va yog'simon moddalar kiradi, birinchidan, biologik membranalarning asosiy struktura komponenti vazifasini bajaradi va ikkinchidan, energiyaga boy bo'lgan "yonilg'i" ning zahira formasi bo'lib hizmat qiladi.

Uglevodlar (polisaxaridlar) – asosan ikkita funktsiyani bajaradi. Ulardan biri, masalan, kraxmal zahiradagi "yonilg'i" (energiya manbasi) sifatida hujayraning energiya bilan ta'minlaydi, xolbuki boshqalari, jumladan selluloza o'simlik hujayralarida hujayradan tashqaridagi struktura komponenti sifatida ishlatiladi. Hayvon organizmlarida asosiy energiya manbasi bo'lib glikogen hizmat qiladi.

Biomolekulalarning ana shu to'rtta eng muhim sinflari bitta umumiy xossaga ega. Ularning barchasi yuqori molekulyar massali nisbatan yirik strukturalarni tashkil qiladi va shu sababli makromolekullar deb ataladi. Har xil oqsillarning molekulyar massalari 6000 dan to 1 000 000 daltongacha bo'ladi; ba'zi bir nuklein kislotalar (DNK) ning molekulyar massasi milliard daltongacha etadi; polisaxaridlar, masalan kraxmalning molekulyar massasi ham yuqori bo'lib million daltongacha boradi. Ayrim lipidlarning molekularini o'lchami va molekulyar og'irligi ancha kichik 50-1500 DAni tashkil etadi. Lekin, odatda lipidlarning molekulari bir-birlari bilan birga qo'shiladi va juda yirik strukturalarni

hosil qiladi va ular minglab molekullardan tashkil topgan bo'lib, makromolekula sistemalari sifatida (biomembranalar sifatida ishlaydi. Boshqa tomondan olganda, ana shu murakkab strukturalarning tuzilishi juda ham oddiy tamoyilga asoslangan. Ular strukturalarni hosil qiladigan qurilish bloklari sifatida oddiy molekullar ishlatiladi. Organizmlarning barcha turlarida ana shu molekullarning soni uncha ko'p emas va xuddi o'sha tuzilishga ega. Masalan, oqsillarda qurilish bloki bo'lib 20 xil aminokislotalar hizmat qiladi.

Oqsillarning uzun polipeptid zanjirlari har xil ketma-ketlikda joylashgan bo'lib, 20 xil aminokislotalardan iborat. Nuklein kislotalarning molekullari esa bor-yo'g'i 4 xil nukleotidlardan tuzilgan. Ularning soni 5ta, lekin DNK molekulasiga 4 – A, G, S va T, RNKga esa – A, G, S va U azot asoslari kiradi.

Polisaxaridlar ham katta miqdordagi bloklardan tuzilgan. Kraxmal va sellyuloza masalan, bitta tipdagi qurilish blokidan – glyukoza qoldiqlaridan tuzilgan uzun yoki shoxlangan zanjirlardir yoki boshqa xollarda ikkita tipni almashinib turishidan (glyukoza – fruktoza yoki glyukoza – galaktoza) hosil bo'lgan geteropolisaxaridlardir. SHunday qilib, tirik organizmlarda quruq organik moddalarning 90 %-dan ko'prog'ini atigi 30-40 har xil tur oddiy organik molekullardan tuzilgan minglab turli-tuman makromolekullar tashkil qiladi. SHu sababli, biologik makromolekullarning strukturalari va biokimyoning ba'zi bir hosil bo'lishini tushunish uchun uncha ko'p bo'lmagan organik birikmalarning tuzilishi va xossalarini bilish ahamiyatga ega.

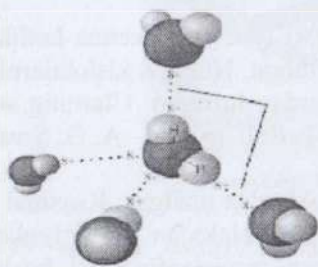
### **1.5. Suvning xossalari va organizmning suv-dispers sistemalari**

Hayotning asosini oqsillar qatorida suv ham tirik organizmlarning eng muhim qismi hisoblanadi. Uning miqdori tana og'irligining 65% ni tashkil qiladi. Ko'pchilik dengiz xayvonlarida (jumladan, meduzalarda) yoki xasharotlarning tuxumdan chiqqan qurtlarida u 90% dan ortiq bo'ladi.

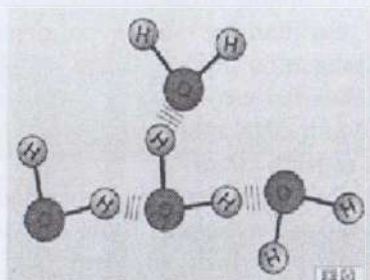
**Suv molekulasini o'ziga xos tuzilish.** Suv tanadagi eng muhim anorganik (ya'ni uglerod saqlamagan) birikmasi bo'lib, uning hayot uchun ahamiyati kattadir. Masalan, odam bir necha hafta davomida ovqatsiz yashay olsa, suvsiz bir necha kunda o'lishi mumkin. Sport turlarini kurash yoki boks, atletlar ko'p hollarda vaznni yo'qotish va ushlab turish sport turlarida uchun suvning miqdorini pasaytiradilar. Lekin ekstremal holatlarda tanadagi suvning ko'p miqdori kamayganida bu o'limga olib kelishi mumkin. Katta yoshli odamning



vazni o'rtacha 60% suvdan iborat bo'lib, turli to'qimalardagi suvning miqdori o'zgarib boradi. Misol uchun, qon 90%, mushak 75%, suyak 25% va yog' qatlamlari 5% suvdan iborat. Tanadagi suvning taxminan 2/3 qismi tana hujayralari ichida bo'ladi va hujayra ichi suyuqligi ko'rinishida bo'ladi, 1/3 qismi esa tana hujayralari tashqarisida bo'ladi hamda hujayra tashqi suyuqligi bo'ladi.<sup>4</sup>



6-rasm. Suvning fazoviy tuzilishi



5-rasm. Suvning fazoviy strukturasi

Organizmدا suvning g'oyat katta roli uning molekulasini o'ziga xos tuzilish xususiyatlari bilan belgilanadi (5-6-rasm). Suvda vodorod va kislorodning atomlari bir-birlari bilan kovalent bog'lar bilan bog'langan. Elektr zaryadlari suv molekulasida bir me'yorda teng taqsimlanmagan. Suvda ikkita "tortilish markazi" musbat (vodorod) va ikkita markaz manfiy (kislorod) zaryadga ega. 6-rasmda suvning fazoviy strukturasi ko'rsatilgan. Ana shu markazlar tetraedra konfiguratsiyasini hosil qiladi. Shu sababli suvning molekulasida dipol hisoblanadi.

Suvning dipollari bir-birlari bilan vodorod bog'larini hosil qilishi mumkin. Bu molekullarni agregatlar tarkibiga birlashtirishga olib keladi.

**Suvning kimyoviy tuzilishi.** Suvning muzsimon tarkibdagi agregatlari o'z navbatida, murakkab muzsimon strukturalarni hosil qilishi mumkin. Suvning kristallsimon (muzsimon) strukturasi tirik organizmlar uchun muhim bo'lgan xususiyati— erishning yuqori issiqligi va parchalanishni tushuntirib beradi. Odam organizmi teri yuzasidan suvni bug'lanib turishi, qizib ketishdan saqlaydi. Suvning yuqori issiqlik sig'imi issiqlikni qisqa muddatli mahalliy ajralishida tana hujayralarini shikastlanishdan saqlaydi. To'qimalarning umumiy suv massasi 1-

<sup>4</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.(page 45)



Jadvalda keltirilgan. Suvning dipoli faqat o'zaro emas, balki moddalarning polyar molekulari bilan ham ta'sir qilish qobiliyatiga ega.

1-jadval.

**To'qimalarning umumiy suv massasi**

To'qima	Organizmdagi umumiy suv massasi
Miya	2,7
Muskullar	50,8
Teri	6,6
Qon	4,7
Jigar	2,8
Yog' to'qimasi	2,3
Tish	-

Bu jarayon moddalarning gidratatsiyasi nomini olgan. Gidratatsiya vaqtida elektr zaryadlarining orasidagi o'zaro ta'sir keskin bo'shshadi.

Gidratatsiya – moddalarning kristallarini iondan, molekula yoki molekularlarning agregati holatigacha (zarrachagacha dispergirlash (maydalash)ga olib keladi. Natijada dispers sistemalarining har xil turlari hosil bo'ladi.

**Suvning umumiy biologik funksiyalari.** Suv bir qator muhim funksiyalarni bajaradi, misol uchun nutrientlarni va kislorodni turli xil to'qimalarga, masalan mushaklarga (qon orqali) tashish, shuningdek chiqindilarni, masalan karbonat anhidridni to'qimalardan chiqarish va h.k. Suvning tashish funktsiyasi sababli jismoniy mashg'ulotlarda juda muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Organizmini ayirish tizimi hisobiga siydikdagi suv o'zi bilan siydikchil, ortiqcha tuzni va keton tanachalarni chiqaradi. Suv shuningdek tozalash (misol uchun ko'z yoshi ko'zni moylab, changni chiqaradi), moylash (misol uchun so'lak og'iz bo'shlig'ini moylaydi va ovqatni chaynash va yutishga yordam beradi) va yumshatish (misol uchun miya, ko'z va orqa miya suyuqligidagi suv ta'sirini yumshatadi) kabi himoya funksiyalarini ham bajaradi. Mashqlar metabolizmi uchun suvning yana bir muhim funktsiyasi kimyoviy reaksiyalarga bog'liq bo'lib, suv tanadagi ko'plab kimyoviy reaksiyalar uchun substrat vazifasini bajaradi (masalan ATF gidrolizi) va shuningdek ba'zi reaksiyalarda reaktiv yoki mahsulot sifatida ishtirok etadi (masalan oqsil

sintezida peptid bog'larni hosil qilish). Mashg'ulotlar davomida iste'mol qilgan ovqatimizdagi bog'lar uzilganida energiya ajralib chiqadi. Bundan, mashg'ulotlar davomida tana issiqligi oshishini oldini olish uchun suv tana haroratini ushlab turish maqsadida terlash orqali chiqib ketadi. Ter chiqishi bilan issiqlik tana yuzasidan chiqadi. Ahamiyat berish lozimki, agar tanaga suv kerakli vaqtda va kerakli miqdorda qayta tushmasa, tana suvsizlanadi va jismoniy mashg'ulotlarni bajarish davrida jismoniy ish qobiliyat pasayadi. Umuman, tanadagi suv miqdori kamida 2 % ga tushgani bilan jismoniy mashg'ulotlarni bajarish imkoniyati ham pasayadi.

**Suv erituvchi sifatida.** Suvning qutbli birikma bo'lganligi uni juda yaxshi erituvchi bo'lishiga imkon beradi. Suv molekulasida qutbli kovalent bog' hisobigahosil bo'lgan bo'lib, unda kislorod atomlari manfiy va vodorod atomlari musbat zaryadlangan bo'ladi. Bu suvni boshqa ion yoki qutbli moddalar uchun juda yaxshi erituvchi qiladi va manfiy zaryadlangan kislorod atomlari va musbat zaryadlangan vodorod atomlari boshqa zaryadlangan moddalarga tortiladi. Qutbli kovalent bog'larni saqlagan eriydigan moddalar gidrofil (ya'ni suvni yaxshi ko'radigan) deyiladi, va ular suvda oson eriydi; misol uchun qand va tuz. Qutbsiz kovalent bog'larni saqlagan eriydigan moddalar gidrofob (ya'ni suvdan qo'rqadigan) deyiladi va ular suvda erimaydi. Eng tarqalgan gidrofob birikmalardan biri tabiiy o'simlik moyi bo'lib, u suvli idishga solinganida umuman erimaydi. Suvning ushbu xususiyati tanamizdagi ko'plab metabolik reksiylar uchun juda yaxshi muhit hosil qiladi va shuningdek transport funksiyasini ham bajaradi.<sup>5</sup>

**Eritmalar va ularning konsentratsiyasi.** Suvda anorganik va organik moddalar eriydi. Moddalar o'zlarining suvda eruvchanligi bo'yicha eriydigan, yomon eriydigan va umuman erimaydigan moddalarga bo'linadi. Ma'lum og'irlik yoki xajm eritmada erigan moddaning miqdori eritmaning konsentratsiyasi deyiladi. Konsentratsiyaning ikki turi mavjud: og'irlik va hajm konsentratsiyalari.

**Og'irlik konsentratsiyasi** – bu foyizli konsentratsiya bo'lib, 100 g eritmada erigan moddalarning grammlar sonini bildiradi. Masalan, osh tuzining (NaCl) 10 % li eritmasi deyilganda 100g eritmada 10g NaCl tuzi borligini tushunamiz. Hajm konsentratsiyasi o'z navbatida ikki turga bo'linadi: molyar va normal konsentratsiyalar, katta "M" va kichik "n" harflari bilan belgilanadi.

<sup>5</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 45-46)



**Molyar konsentratsiya** – bu bir litr eritmada erigan moddalarning gramm molekula (GM) soni. Masalan, NaCl yoki  $H_2SO_4$  larning 1 M eritmasi deyilganda 1 l eritmada 58,5 g NaCl yoki 98 g  $H_2SO_4$  eriganini tushunamiz.

**Normal konsentratsiya** – bu bir litr eritmada erigan moddalar gr-ekv (gramm ekvivalent) soni ( $gr-ekv=GM/n$ ,  $n$ =moddaning asoslar soni). Masalan, osh tuzi, sulfat va fosfat kislotalarining 1 n eritmalarida NaCl bir asosli kislotalarning tuzi bo'lganligi uchun  $n=1$  bo'ladi va 1 gr-ekv=58,5g ga teng bo'ladi; sulfat kislotasi ikki asosli bo'lgani uchun ( $n=2$ ), uning 1 gr-ekv=49 g ga teng bo'ladi va nihoyat fosfat kislotasi uch asosli ( $n=3$ ) va uning 1 gr-ekv=32,67 g ga teng. Bir gramm eritmada erigan moddalarning gramm soniga eritmaning titri deyiladi. Biokimyoviy laboratoriyalarda eritmalarining, asosan, normal konsentratsiyasidan ko'proq foydalaniladi.

**Suvning elektrolitik dissotsiatsiyasi.** Suvning molekulasi ham elektrolitik dissotsiatsiya - vodorod va gidroksil ionlariga parchalanish qobiliyatiga ( $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ ) ega, (lekin juda ham kam darajad) jumladan, 55 mln suv molekularidan oddiy sharoitda  $22^\circ C$  haroratda 1 molekula suv dissotsiatsiyalangan bo'ladi.

Suvning maksimal dissotsiatsiyasida  $N^+$  va  $OH^-$  ionlari konsentratsiyalarining dissotsiatsiyalanmagan suv molekularining konsentratsiyasiga bo'lgan nisbati doimiy qiymat bo'lib, dissotsiatsiya konstantasi deb ataladi. Elektrolitning erigan molekulari qancha qismi ionlarga parchalanganligini ko'rsatadigan qiymat dissotsiatsiya darajasi deb ataladi va u foizlarda ifodalanishi mumkin.

**Organizmning suv-dispers sistemalari.** Suv organizmning suyuq dispers sistemalari – qon, limfa, siydik, oshqozon va ichak shiralari, sinoval va orqa miya suyuqligi, hujayra va hujayralararo suyuqliklarning asosini tashkil qiladi. Dispers sistemasi deb bir (yoki bir necha, moddaning maydalangan kichik zarrachalari ikkinchi moddaning massasida ma'lum darajada bir me'yorda tarqalgan sistemaga aytiladi. Maydalangan modda – dispers faza deb ataladi. Dispers fazaning zarrachalari tarqalgan moddani dispersion muhit deyiladi. Organizmning ko'pchilik suyuq dispers sistemalarida suv dispersion muhiti bo'lib xizmat qiladi. Oqsil va lipidlardan tashkil topgan hujayra membranalarida suv dispers faza rolini o'ynaydi. Disperslik darajasi bo'yicha chin eritma, kolloid eritmalar va suspenziya (emulsiya) ga bo'linadi.

Agar dispers faza to molekula yoki ionlargacha maydalangan (parchalangan) bo'lsa, sistema – chin eritma deyiladi. chin eritmalar gomogen, tiniq, dispersion muhit va dispers fazalari zarrachalarining



oʻrtasida boʻlinish yuzasi boʻlmaydi. chin eritmalarga – koʻpchilik mineral va organik kislotalar hamda ularning tuzlari, kichik molekularli organik birikmalar – monosaxaridlar, siydikchi, spirtlar, aldegid va ketonlarning eritmaları misol boʻla oladi.

Dispers fazasining moddalari zarrachalarining oʻlchami 0,1 mikrondan katta boʻlgan sistemalar suspenziyalar yoki emulsiyalar deb ataladi. Agar dispers fazasining zarrachalari qattiq moddadan tashkil topgan boʻlsa, sistema suspenziya deb ataladi; bordi-yu, dispers faza zarrachalari suyuq modda boʻlsa – emulsiya deyiladi. Tirik organizmlarda koʻproq tarqalgan yogʻlar va yogʻsimon moddalarning suvli emulsiyasi xisoblanadi.

Chin eritmalar va suspenziyalar (emulsiyalar) qatorida dispers sistemalar kolloid eritmalarham kiradi. Ularda dispers faza koʻpgina kichik molekularlarning agregatlari yoki oʻlchami juda katta molekularlar (makromolekulalar) shaklida boʻladi. Organizmda bular birinchi navbatda oqsillar va polisaxarid – glikogen molekulari.

**Diffuziya.** Organizmning hayot faoliyati jarayonida diffuziya hodisasi katta ahamiyatga ega. Qaysi bir moddani eritganda uning molekulari (yoki ionlari) erituvchi molekulasining issiqlik harakatiga jalb qilinib, sekin-asta erituvchining barcha hajmiga tarqalib ketadi. Bu tarqalish erigan moddaning kam konsentratsiyasi tomon sodir boʻladi va diffuziya nomi bilan yuritiladi. Diffuziya – dispers faza va dispersion muhitlari zarrachalarining harakati boʻlib, dispers sistemaning butun xajmi boʻyicha ularning konsentratsiyasini oʻz-oʻzidan tenglashga olib keladi, undan soʻng muvozanat holati oʻtadi.

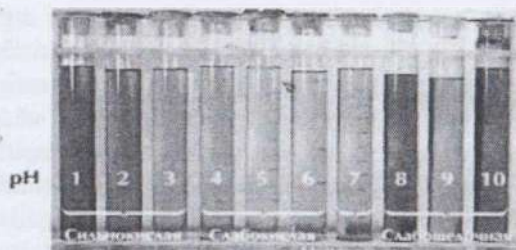
**Osmos va osmotik bosim.** Barcha tip biologik membranalar (sitoplazmatik membrana, hujayra organoidlarning membranaları) yarim oʻtkazuvchanlik hususiyatiga ega, yaʼni ular koʻpchilik erigan moddalarni yoki umuman oʻtkazmaydi, yoki juda kam oʻtkazadi va erituvchi, yaʼni suv bunday membranalar orqali hech qanday toʻsiqsiz bemalol harakat qila oladi. Erituvchi (suv) membrana orqali ikki yoʻnalishda harakat qiladi, lekin uning erigan moddaning yuqori konsentratsiyasi va kam erituvchi boʻlgan eritma tomonga harakat tezligi qarama-qarshi tomonga yoʻnalish tezligidan ancha yuqori boʻladi. Yarim oʻtkazuvchan membrana orqali erituvchining bir tomonlama diffuziyasi osmos nomini olgan. Har qanday diffuziya kabi osmos ham membrana bilan ajratilgan eritmaları konsentratsiyasini baravrlashtirishga olib keladi. Bunday holatda osmotik muvozanat oʻrnatiladi, membrana orqali har ikkala yoʻnalishda harakatlanayotgan erituvchining miqdori tenglashadi.

Osmosni chaqirayotgan kuch osmotik bosim nomini olgan. Osmotik bosimning qiymati – eritmaning ma'lum hajm birligida erigan zarrachalarning miqdoriga va ularning harakatlanish tezligiga bog'liq (zarrachalarning o'lchami va ularning elektrik zaryadlari ahamiyatga ega emas). Osmotik bosimni  $r_{osm} = CRT$  formulasi bo'yicha hisoblash mumkin ( $r_{osm}$  – osmotik bosim; C – eritmaning molyar konsentratsiyasi; R-gaz konstantasi – 0,082 Latm/gram. mol; T – absolyut harorat ( $t^{\circ}S+273^{\circ}$ )).

**Eritmalarning faol reaksiyasi.** Organizmning suv – dispers sistemalarining xususiyatlari va biologik roli ulardagi vodorod va gidroksil ionlarning konsentratsiyasiga kuchli bog'langan. Amaliyotda qabul qilinishicha, eritmalarning kislotalik va ishqorlik xususiyatlarini vodorod ionlarining konsentratsiyasi bilan ifodalanadi va uni muhitning **faol reaksiyasi** deb ataladi. Shu bilan birga, vodorod ionlarining haqiqiy konsentratsiyasi juda ham kichik son ( $10^{-7}$  g/ion/l) bo'lganligi sababli uni teskari manfiy logarifmidan foydalanib, bu qiymatni vodorod ko'rsatkichi deb ataladi va pH simvoli bilan belgilanadi.

**pH ko'rsatkichi.** Tanadagi suyuqliklarning gomeostazini (ya'ni ularning hajmi va tarkibini) ushlab turish uchun kislota va asoslarning miqdorlari doimo muvozanatlangan bo'lishi lozim. Kislotalar erituvchida eriganida ular kation va anionlarga dissotsiatsiyalanadi. Misol uchun, xlorid kislotasi eriganida u vodorod kationlari ( $H^{+}$ ) va xlorid anionlariga ( $Cl^{-}$ ) dissotsiatsiyalanadi. Asoslar aksincha bitta yoki bir nechta gidroksil anionga ( $OH^{-}$ ) va bitta yoki bir nechta kationga dissotsiatsiyalanadi. Eritmada qancha ko'p vodorod kationlari erigan bo'lsa, eritma shunchalik kislotali bo'ladi; aksincha, eritmada qancha ko'p gidroksil anionlari erigan bo'lsa, eritma shunchalik asosli bo'ladi. Bizlar eritmaning kislotalik yoki asoslik darajasini pH ko'rsatkich yordamida aniqlab olishimiz mumkin bo'lib, u 0 dan 14 gacha logarifmik shkala asosida hisoblanadi va bir litr eritmada vodorod kationlari ( $H^{+}$ ) molyar konsentratsiyasiga asoslanadi. Eritmaning pH ko'rsatkichi erkin vodorod kationlari ( $H^{+}$ ) konsentratsiyasining manfiy o'nlik logarifmi sifatida belgilanadi va quyidagi ifoda orqali ko'rsatilishi mumkin: pH ko'rsatkichning markazi





7-rasm. pH ko'rsatkichi

7 bo'lib (7-rasm), unda (H<sup>+</sup>) va (OH<sup>-</sup>) konsentratsiyalari bir xil bo'ladi. pH ko'rsatkichi 7 bo'lgan eritma neytral hisoblanadi va buning yaqqol misoli toza suv bo'ladi. Agar eritma neytral pH ga ega bo'lsa, bu bir litr eritmada pH=10-7 vodorod ionlari mavjudligini bildiradi. Agar eritmada H<sup>+</sup> ionlar miqdori OH<sup>-</sup> ionlar miqdoridan yuqori bo'lsa, eritma kislotali deyiladi va uning pH ko'rsatkichi 7 dan past bo'ladi. Aksincha, eritmada OH<sup>-</sup> ionlar miqdori H<sup>+</sup> ionlar miqdoridan yuqori bo'lsa, eritma asosli deyiladi va uning pH ko'rsatkichi 7 dan yuqori bo'ladi.

Sport bioximiyasi bo'limlarda, skelet mushaklari hujayralaridagi suyuqlikning pH ko'rsatkichi yuqori intensiv mashqlar davomida mushaklarda ATF ni ta'minlaydigan kimyoviy reaksiyalar natijasida ishlab chiqilgan H<sup>+</sup> ionlari sababli o'zgarishi mumkin. Bu ionlar o'z navbatida, H<sup>+</sup> ionlari qonda tarqalib, kislotali muhit ortishi mumkin.

Bu kislotalik muhitining oshishi, masalan mashqlar metabolizmida ishtirok etayotgan fermentlarning faolligini tushirishi (yoki ularni umuman to'xtatish), yoki mushak qisqarishi jarayonida jalb qilingan oqsillarning o'ziga bevosita ta'sir etish orqali mashqlarni bajarish uchun zarur biokimyoviy jarayonlarga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.<sup>6</sup>

Vodorod va gidroksil ionlarning konsentratsiyasialari teng bo'lgan eritmalar neytral eritmalar deyiladi. Agar vodorod ionlari gidroksil ionlariga nisbatan ko'p bo'lsa, bunday eritmalarda muhit kislotalik bo'ladi. Bordi-yu, vodorod ionlarning konsentratsiyasi gidroksil ionlarnikidan kam bo'lsa, bunday eritmalar ishqoriy muhitga ega bo'ladi.

**Bufەرlar.** Tanadagi suyuqliklarning ko'pchiligi organizm tomonidan neytral pH ko'rsatkichida ushlab turiladi. Hatto maksimal intensiv mashqlarda (masalan 30 sek sprint yugurishda kuzatiladigan kuchli metabolik atsidozda ham mushaklarning pH ko'rsatkichi 6,5 dan tushmaydi. Tananing pH ko'rsatkichini boshqarib turishi buferlar

<sup>6</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 48)



yordamida amalga oshirilib, ular kuchli kislota yoki asoslarni kuchsizroq muvofiq moddalarga aylantiruvchi birikmalar hisoblanadi. Karbonat kislota-bikarbonat bufer tizimi ushbu buferlardan biri bo'lib, u ayniqsa hujayra ichi suyuqliklarining pH ko'rsatkichini boshqarishda yordam beradi. Misol uchun, kislotali sharoitlarda  $\text{HCO}_3^-$  ioni kuchsiz asos sifatida ishlatiladi va  $\text{H}^+$  ionlarini chiqaradi. Asosli sharoitlarda karbonat kislotasi ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) kuchsiz kislota sifatida ishlaydi, va muvofiq fiziologik darajaga etkazish uchun  $\text{H}^+$  ionlari bilan ta'minlaydi. Skelet mushaklaridagi muhim bufer tizimlarga karnozin, fosfokreatin va fosfatlar kiradi va ular yuqori intensiv mashqlarda sut qislotasi ishlab chiqarilishi va  $\text{H}^+$  ionlari kontsentratsiyasi oshishi natijasida mushaklarda oshgan pH ko'rsatkichni pasaytirishda xizmat qiladi. Qonga o'tib ketgan  $\text{H}^+$  ionlari kontsentratsiyasi ham qon plazmasidagi bikarbonatlar va qonning gemoglobini orqali buferlanadi. Bizlar metabolik atsidoz muammosini keyingi qismlarda batafsil ko'rib chiqamiz.<sup>7</sup>

#### Eritmalarning buferlik ta'siri va organizmning bufer sistemalari.

Moddalar almashinuvi jarayonida doimo kislotalik yoki ishqoriy harakterga ega bo'lgan oraliq moddalar hosil bo'lib turadi, natijada ular organizmning ichki muxit faol reaksiyasini keskin o'zgartirishi kerak edi. Lekin bunday o'zgarishlar yoki aslo sodir bo'lmaydi, yoki pH ko'rsatkichini bir oz o'zgarishi kuzatiladi. Buni organizmda buferlik ta'siriga ega bo'lgan eritmalarning bo'lishi bilan tushuntirish mumkin.

Eritmalarning buferlik ta'siri – bu eritmalarni ortiqcha vodorod va gidroksil ionlarini bog'lab olish va ularni kuchsiz dissotsiatsiyalanadigan molekullarga (suvda erimaydigan yoki yomon eriydigan molekullarga yoki suvga aylantirish qobiliyatidir .

Tipik bufer sistemalari – bu kuchsiz kislotalar eritmalarini ularning kuchli asoslar bilan bergan tuzlari eritmalarining aralashmasi yoki kuchsiz asoslar eritmalarini ularning kuchli kislotalardan tuzlari eritmalarining aralashmasi hisoblanadi.

Tirik organizmlarning ko'proq tarqalgan bufer sistemalariga kiradi.

Bikarbonat buferi – $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$
Fosfat buferi – $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$
Atsetat buferi – $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$
Oqsil buferi – oqsil – kislota + oqsil- tuz
Ammoniy buferi – $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$

Eritmalarning buferlik ta'sirini asosiy mohiyati shundan iboratki, birikmalarda vodorod va gidroksil ionlari bufer sistemasi bilan bog'lanib, dissosiyalanmaydigan kislota (yoki asos)larni yoki suvni hosil qiladi. Jumladan, bikarbonat bufer sistemasiga kuchli kislotani (HCl) qo'shilsa, H<sup>+</sup> ioni bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ioni bilan, juda yomon dissotsialanadigan karbonat (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) kislotasini hosil qiladi.



Kuchli ishqorni (NaOH) qo'shilganda gidroksil ioni bilan bo'lanib, dissotsiatsiyalanmaydigan suv molekulasini hosil bo'ladi.



Boshqa bufer sistemalari ham huddi shu prinsipda ta'sir qiladi. Lekin, eritmalarning buferlik ta'siri cheksiz emas, balki har bir bufer sistemaning o'zini ma'lum bir chegarasi bor. Agar juda ko'p kuchli kislota yoki ishqorni qo'shilganda eritmaning pH I o'zgaradi va buferlik ta'siri yo'qoladi. Eritmalarning buferlik ta'sirini miqdoriy ifodasi ularning buferlik hajmi deb ataladi. U 1 litr eritmani pH ni 1 ga o'zgartirish uchun ketgan kuchli kislota yoki ishqorni grammekvivalentlar (gek/v) soni bilan o'lchanadi.

### Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari

**Kovalent bog'** - (-C-C-, -H-C-, -C-O-) ikkita birikayotgan atomlarga tegishli juft elektronlar bilan amalga oshiradigan mustaxkam kimyoviy bog'i.

**Vodorod bog'i** - (-C -H-, - H-H-) dipolarni o'zaro ta'siridan hosil bo'lgan bog'.

**Disulfid bog'i** - ikkita sulfid gurux orasida hosil bo'ladigan bog'.

**O'zaro gidrofob ta'sir** - ikkita gidrofob guruxlarni o'zaro ta'sir kuchi.

**Eritmalarni kontsentratsiyasi** - ma'lum og'irlik yoki hajmda erigan moddaning miqdori.

**Dispers sistema** Bir moddaning maydalangan kichik zarrachalarini ikkinchi moddaning massasiga ma'lum darajada bir tekis taroqalishi.



## Mavzuga oid test topshiriqlari

### 1. Hujayrada suvning asosiy vazifasi nimadan iborat?

- a. Erituvchi
- b. Faollovchi
- c. Energiya manbasi
- d. Ozuqa

### 2. Eritmaning ma'lum bir xajmida erigan moddaning miqdori nima deb ataladi?

- a. Konsentratsiya
- b. Diffuziya
- c. Eruvchanlik
- d. Suspenziya

### 3. Protsentli konsentratsiya nima bilan ifodalanadi?

- a. 100 ml erituvchida erigan moddalarning grammlar soni
- b. 1 l eritmada erigan moddalarning grammlar soni
- c. 100 g eritmada erigan moddalarning grammlar soni
- d. 1000 ml eritmada erigan moddalarning gramm ekvivalent

soni

### 4. Normal konsentratsiya ..... bilan ifodalanadi?

- a. 1 l eritmada erigan moddalarning grammlar soni
- b. 100 g erituvchida erigan moddalarning grammlar soni
- c. 1 l erituvchida erigan moddalarning grammol soni
- d. 1 l eritmada erigan moddalarning gramekvivalent soni.

### 5. Molyar konsentratsiya ..... bilan ifodalanadi?

- a. 1 l erituvchida erigan moddalarning grammolekular soni
- b. 1 l eritmada erigan moddalarning grammlar soni
- c. 100 g erituvchida erigan moddalarning grammlar soni
- d. 1 l eritmada erigan moddalarning gramekvivalent soni

### 6. Chin eritma deganda nimani tushunasiz?

- a. Dispers fazasining zarrachalari dispers muxitida to molekula yoki ionlargacha parchalanib ketgan eritma
- b. Dispers fazasining zarrachalari qattiq moddadan xosil bo'lgan eritma
- c. Dispers fazasining zarrachalari suyuq moddadan xosil bo'lgan eritma
- d. Barcha jayoblar to'g'ri.

### 7. Eritmalarda muxitning faol reaksiyasi nima?

- a. Eritmalarda erigan moddaning konsentratsiyasi
- b. Eritma-larda nq va -on- ionlarining konsentratsiyasi
- c. Eritmalarda kislotalarning konsentratsiyasi
- d. Eritmalarda ishqorning konsentratsiyasi



**8. Biologik suyuqliklar (qon, siydik, xujayra suyuqligi, va h.k)ning pH ko'rsatkichini doimo bir xil bo'lishida muhim rol o'ynaydi:**

- a. Nuklein kislotalar
- b. Uglevodlar
- c. Organizmning bufer sistemasi
- d. Gomeostaz

**9. Tipik bufer sistemalari tashkil topgan bo'ladi:**

- a. Kuchli kislota va ishqorlarni aralashmasidan
- b. Kuchsiz kislota va kuchsiz ishqorlarni aralashmasidan
- c. Faqat kuchsiz kislotalarning aralashmasidan
- d. Kuchsiz kislota eritmaları va ularning kuchli asoslar bilan bergan tuzlarining eritmasini aralashmasi yoki kuchli kislotalarning eritmasi va ularning kuchsiz asoslar bilan bergan tuzlarining eritmalarini aralashmasi.

**10. Glyukoza ning 40 % li 70 gr eritmasida necha gr glyukoza bor?**

- a. 28 gr
- b. 25 gr
- c. 40 gr
- d. 11 gr

#### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Moddalarning eruvchanligi deganda nimani tushunasiz?
2. Moddalarning eruvchanligiga qanday omillar ta'sir qiladi?
3. Eritmalarning konsentratsiyasi deb nimaga aytiladi va uning qanday turlarini bilasiz?
4. Qanday eritmalarni chin eritmalar deb ataladi?
5. Diffuziya, osmos va osmotik bosim nima?
6. "Muhitning faol reaksiyasi" tushunchasini ifodalab bering?
- Eritmaning vodorod ko'rsatkichi (pH) nima?
7. Eritmalarning buferlik ta'siri nima?
8. Odam organizmining tipik bufer sistemalarini aytib bering?
9. Qaysi eritmalar suspenziya va emulsiyalar deb ataladi?
10. Qaysi eritmalar kalloid eritmalar,

## II BOB. UGLEVODLAR: TUZILISHI, XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI

### 2.1. Uglevodlarga umumiy xarakteristika

Uglevodlar mushaklar uchun, ayniqsa intensiv faoliyatda zaruriy yoqilg'i va energiya manbai hisoblanadi. Uglevodlarning hayot faoliyati uchun muhim bo'lib, bu erda mashqlar intensivligi va mushaklarda glikogen miqdori pasayishi orasidagi bog'liqlik belgilangan. E'tibor bering, 60 %  $VO_2max$  sharoitda ikki soat mashqlarni (ya'ni nisbatan barqaror mashg'ulotlarni bajarishda mushaklardagi glikogen miqdori sezilarli (agar to'liq bo'lmasa darajada pasayadi 120 %  $VO_2max$  sharoitda (ya'ni o'ta intensiv mashg'ulotlarda esa to'liq darajada tushib ketmagan, ya'ni bir oz miqdorda qolgan bo'ladi. Buning boisi turli xil mushak to'qimalaridan, ya'ni barcha turdagi mushaklardan keladigan signallardir. Agar II x turdagi (yoki tezkor glikolitik) to'qimalar 120 %  $VO_2max$  dan yuqori sharoitda ishga tushsa, eng kutiladigan natija bo'lib, ushbu to'qimalar deyarli to'liq tugatilgani, I turdagi (ya'ni sekin oksidlanadigan) to'qimalar esa deyarli to'liqligicha qolishi bo'ladi. SHu sababli, agar atletkachilar maksimal intensiv mashqlarni bajarishga kirishsa, buni bajarish uchun mushaklardagi glikogen zahirasi (ayniqsa IIX turdagi mushaklarda). tugamagan bo'lishi shart. 30 %  $VO_2max$  da mushak to'qimalari mushak glikogenini qiyinroq ishlatadi, chunki bu rejimda yog'lar ko'proq ishlatiladi.

Uglevodlarning boshqa jihati va uning faoliyatga ta'siri, hususan gipoglikemiya (qondagi glyukoza pastligi, ya'ni 4 mm dan past konsentratsiya. va charchash, ko'rib chiqilishi mumkin. Bu sharoitlarda odam tanasi charchashning birinchi bosqichida gipoglemik bo'ladi. Boshqacha aytganda, qondagi glyukoza miqdori 4mM dan past bo'ladi. Qondagi glyukozaning normal miqdori 5mM ni tashkil qiladi, va ovqatlanishdan so'ng bu ko'rsatkich 9-10 mM ni tashkil qilishi mumkin. Gipoglikemiya charchash natijasida paydo bo'lishining sababi shundaki, miyamiz yoqilg'i sifatida faqat kondagi glyukozadan foydalanadi. Bundan, agar qondagi glyukoza miqdori 4mM dan pasaysa, miya funktsiyasi buziladi va qaror qabul qilishdagi xatoliklar, pastroq reaksiya, zo'riqish kuzatiladi.

Charchash haqidagi eng ko'p tarqalgan ma'lumotlardan biri qayt etilishicha, miya "boshqaruvchidir" va uglevodlarning qisqargan ta'minotini sezganida u faoliyatni tushirib, himoya mexanizmini ishga tushiradi. Bundan hulosa qilish mumkinki, miya charchashni keltirib



chiqarishda asosiy omil bo'ladi va uglevodlarning nomuvofiq miqdori bu jarayonni keltirib chiqarishi mumkin.

1960-yillarning oxirida Skandinaviyada qilingan tadqiqotlar natijalari keltirilgan manbalarda mushaklar glikogeni, uch kundan ortiqroq parhez va mashg'ulotlarni bajarish qobiliyati orasidagi bog'liqligi ko'rsatilgan. Kunlik ratsionda uglevodlarning etarli bo'lmagan miqdori qabul qilingani sababli mushak glikogenlari darajasi past (60 mM glikozil birligi) bo'lganida mashg'ulotlarning o'rtacha davomiyligi 60 minutni tashkil qiladi, ulevodlarning yuqoriroq miqdori iste'mol qilinganidan so'ng mushaklardagi glikogen miqdori 120 mM ga etkazilganida esa bu mashg'ulotlarning o'rtacha davomiyligi 120 minutgacha oshdi. Natijada, mushak glikogenlari darajasi uch kunlik yuqori uglevodli ratsioni orqali yanada oshirilganida (180mM), mashg'ulotlarning o'rtacha davomiyligi 180 minutgacha oshdi.

Mashg'ulotlar 70 %  $VO_2$ max sharoitda charchashgacha davom ettirildi. Bundan kelib chiqadiki, ratsion va mushak glikogenlari darajasi orasida, shuningdek mushak glikogenlari miqdori va davomiy mashg'ulotlarni bajara olish qobiliyati orasida bog'liqlik mavjud. Mashg'ulotlardan oldingi mushak glikogeni miqdori va davomiy mashg'ulotlarni bajara olish qobiliyati orasidagi bog'liqlikning boshqa dalillari ham bo'lib, u erda 1970-yillar boshida futbol uchrashuvida mushak glikogenining sarflanishi bo'yicha tadqiqot natijalari ko'rsatilgan.

Mushak glikogeni zahirasi o'yin yarmida sezilarli darajada va o'yin oxirida deyarli to'liq tugatilgan bo'lib, bu mushak uglevodlarining davomiy sarflanishini ko'rsatadi. Bundan tashqari, mushaklardagi uglevod miqdori pastroq bo'lgan o'ynchilar o'yin davomida mushaklardagi uglevod miqdori yuqoriroq bo'lgan o'ynchilarga nisbatan kamroq masofani bosib o'tishdi. Bu izlanishlar ikkita jihatni ko'rsatadi: birinchisi, mushak glikogeni futbol va unga o'xshash regbi, basketbol, xokkey, voleybol kabi sport turlarida faoliyat natijasida ishlatiladi. Ikkinchisi o'yinni boshlashda mushaklardagi qand miqdori pastligi faoliyatning pasayishiga olib keladi. Shu sababli uglevodlar sport faoliyatida juda muhim va uglevodlarning biokimyosini yanada yaxshiroq tushunish ahamiyati yuqoridir.<sup>8</sup>

<sup>8</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 90)



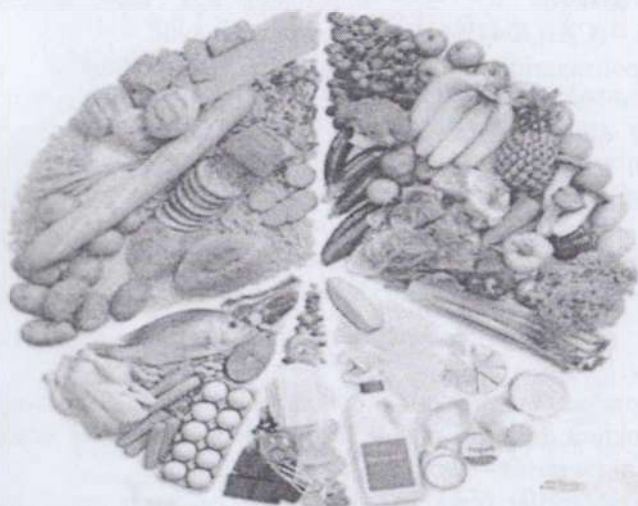
## 2.2. Uglevodlarning klassifikatsiyasi

Uglevodlar – oqsillar va lipidlar bir qatorda tirik organizmlarning eng muhim kimyoviy birikmalari hisoblanadi. Odam va hayvonlar organizmida uglevodlar g'oyat muhim vazifalarni bajaradi:

- eng avvalo energetik funksiyani (hujayrada asosiy energiya manbasi); struktura funksiyasini (ko'pchilik hujayra strukturalarining doimiy komponenti);

- himoya funksiyasi (immunitetni ushlab turishda polisaxaridlarning ahamiyati katta.

Uglevodlar nuklein kislotalarning – DNK va RNK (dezoksiriboza va riboza. tarkibiy qismi hisoblanadi, tirik organizmlarning metabolizmida nihoyatda muhim ro'l o'ynaydigan nukleotid kofermentlarining komponentlari tarkibiga kiradi.



8-rasm. Uglevodga boy ozuqa mahsulotlari

Bundan tashqari uglevodlar organizmda murakkab va muhim vazifalarni bajaradigan ko'pchilik murakkab biopolimerlar– glikopeptidlar, glikoproteidlar, glikolipidlar, glikolipoproteidlar va boshqalarning tarkibiga kiradi (8-rasm).

Uglevodlar barcha tirik organizmlar tarkibiga kiradi. Biosferada uglevodlar barcha boshqa organik birikmalarni birgalikda olinganidan ko'p. O'simliklarda ular to'qimalarning quruq vaznini 80 % gacha tashkil

qiladi. Odam va hayvon organizmlarida ularning miqdori ancha kam (tananing quruq massasi 2 % dan ko'p emas); uglevodlarga eng boy jigar (5-10 %), skelet muskullari (1-3 %), miokard (0,5 %), bosh miya (0,2 %) ni tashkil etadi.

Birinchi marotaba "uglevodlar" atamasi Derpt (hozirgi Tartu) universitetining professori Karl Shmidt tomonidan 1844 yilda taklif qilingan. O'sha vaqtlarda faraz qilishlaricha – uglevodlar Cm (H<sub>2</sub>O) umumiy imperik formulaga ega, ya'ni karbon (ugleroD. Q suvdan tashkil topgan. Bundan "uglevod" nomi kelib chiqqan. Jumladan, glyukoza va fruktoza C<sub>6</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>, saxaroza va glyukoza – [C<sub>12</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>5</sub>]<sub>n</sub> formulalariga ega. Keyinchalik ma'lum bo'ldiki, o'zlarining hususiyatlari bilan uglevodlar sinfiga kiradigan bir qator birikmalar ko'rsatilgan umumiy formuladagiga nisbatan vodorod va kislorodni birmuncha boshqa proporsiyada tutishadi. Masalan, umumiy formula bo'yicha karbon, vodorod va kislorod 1 : 2 : 1 nisbatga ega, lekin dezoksiriboza molekulasida – (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>) bunday nisbat saqlanmaydi.

Geteropolisaxaridlarning molekullari esa bunday umumiy formulaga aslo bo'ysunmaydi. Shu sababli Xalqaro kimyoviy moddalarni nomenklatura qilish komissiyasi uglevodlarni **glitsiridlar** deb atashni taklif qilishdi, lekin bu atama deyarlik qabul qilinmadi.

Uglevodlar kimyoviy tuzilishi bo'yicha yoki aldegidspirtlar (polioksialdegidlar) yoki ketospirtlar (polioksiketonlar) yoki ularning hosilalari hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda qabul qilingan klassifikatsiyaga ko'ra uglevodlar uchta asosiy guruhlariga bo'linadi: monosaxaridlar, oligosaxaridlar va polisaxaridlar.

1. Monosaxaridlar yoki oddiy qandlar – faqat bitta aldegidospirt yoki ketospirt struktura birligini tutadi. Tabiiy monosaxaridlar orasida 6-ta karbon atomini tutgan D – glyukoza ko'proq tarqalgan.

2. Oligosaxaridlar (grekcha so'z "oligo" – "ko'p emas" ma'nosini bildiradi) glikozid – glikozid bog'lari bilan birikkan 2-tadan 10-gacha monosaxarid qoldiqlaridan tuzilgan. Ikkita monosaxarid qoldig'idan tuzilgan disaxaridlar ko'proq uchraydi. Disaxaridlarning tipik vakili – saxaroza (shakarqamish yoki lavlagi shakari), uning molekulasi – ikkita oltiuglerodli qantlar – D – glyukoza va D – fruktoza qoldiqlaridan tuzilgan. Uch va undan ortiq monosaxarid qoldiqlarini tutgan oligosaxaridlar erkin holda emas, balki murakkab biopolimerlar (polisaxaridlar, glikoproteidlar, glikonukleoproteidlar, glikolipidlar) ning yon shoxlari sifatida uchraydi.

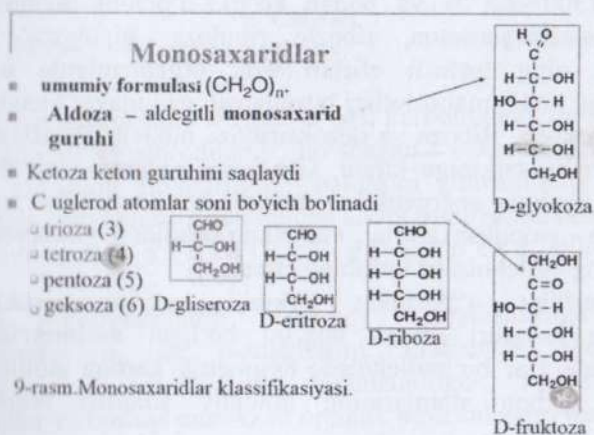


3. Polisaxaridlar – yuzlab yoki minglab monosaxarid birliklaridan hosil bo'lgan uzun zanjirlardir. Polisaxaridlarning ba'zi birlari, masalan selluloza uzun chiziqsimon zanjir ko'rinishga, vaholanki glikogen – shoxlangan ko'rinishga ega. O'simlik dunyosida eng ko'p tarqalgan polisaxaridlar – kraxmal va selluloza, odam va hayvonlar organizmida esa – glikogen.

### 2.3. Monosaxaridlar: tuzilishi, xossalari va biologik funksiyalari

Monosaxaridlar – rangsiz, qattiq kristal moddalar, suvda osonlik bilan eriydi, ammo nopolyar erituvchilarda erimaydi. Odatda ularning hammasi shirin mazaga ega. Ularning molekulari shoxlanmagan zanjirni hosil qiladigan 2-tadan 7-tagacha karbon atomlarini tutadi. Molekularidagi karbon atomlarining soniga ko'ra monosaxaridlar bo'linadi): biozalar – ( $C_2H_4O_2$ ), triozalar – ( $C_3H_6O_3$ ), tetrozalar – ( $C_4H_8O_4$ ), pentozalar – ( $C_5H_{10}O_5$ ), geksozalar – ( $C_6H_{12}O_6$ ) va heptozalar – ( $C_7H_{14}O_7$ ) (9-rasm).

Monosaxaridlar boshqa biokimyoviy birikmalar kabi izomerlarga ega bo'lib, ular bir xil molekulyar yoki kimyoviy formulaga ega, ammo turli xil strukturaviy formulaga ega bo'ladi. Izomerlar ham fiziologik, ham biokimyoviy jihatdan turli xil harakat qilishi mumkin. Misol uchun, glyukoza alfa ( $\alpha$ -) va beta ( $\beta$ -) formalarda bo'lishi mumkin. Bu ikkita forma orasidagi farq uglerod-1 joylashuvidan iborat bo'lib, bunda vodorod (H) va gidroksil (OH) turli xil tekisliklarda yotadi.





Monosaxarid molekularida karbon atomlaridan bittasi kislorod atomi bilan qo'sh bog' bilan bog'lanib karbonil guruhini hosil qiladi, qolgan barcha karbon atomlariga gidroksil guruhi birikkan bo'ladi. Agar karbonil guruhi uglerod zanjirining ohirida joylashgan bo'lsa, monosaxarid aldegid bo'ladi va aldoza deb yuritiladi. Agar karbonil guruhi oraliqlarda karbon atomlarida joylashgan bo'lsa, bunday monosaxarid keton bo'ladi va ketoza nomi bilan yuritiladi.

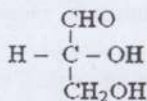
Monosaxaridlar orasida pentozalar va geksozalar ko'proq bo'ladi. Odam va hayvon organizmida o'ndan ortiq har xil monosaxaridlar topilgan. Quyidagi monosaxaridlar ko'proq uchraydi: Xalqali struktura ochiq zanjirli strukturaga nisbatan glyukoza va boshqa monosaxaridlarning biokimyoviy xususiyatlarini yaqqolroq ko'rsatadi. E'tibor bering, xalqada faqat beshta uglerod (C atomlari saqlanadi va oltinchi atom xalqadan tashqarida bo'ladi. Glyukoza strukturasiga qarasangiz, uglerod atomlari o'ngdan chapga qarab 1 dan 5 gacha joylashadi va har bir uglerod atomiga vodorod (H) va kislorod (O) atomlari birikkan.<sup>9</sup>

Monosaxaridlar osonlik bilan kimyoviy reaksiyalarga kirishadi, shuning uchun ham erkin xolda kam uchraydi. Organizmlarda ular o'zlarining hosilalari ko'rinishida bo'ladi: o'simliklarda kraxmal va selluloza ko'rinishida, odam va hayvonlarda esa – glikogen ko'rinishida. Faqat bitta glyukoza istesno sifatida erkin xolda o'simlik hujayrasi suyuqligida, qonda, limfada, hayvon va odamlarning hujayrasi suyuqligida uchraydi. Odamning qonida tinch holatda 80-120 mg % (4,5-6,5 mmol) glyukoza bo'ladi. Qand diabeti kasalligida uning qondagi miqdori keskin oshib ketadi (300 mg % va undan ko'p). Ko'pchilik monosaxaridlar (glitseraldegid, dioksiatseton, riboza, ribuloza, glyukoza, fruktoza, sedozeptuloza. ning fosforli efirlari tirik organizmlarda uglevodlar almashinuvining oraliq mahsulotlari hisoblanadi va hujayra metabolizmida muhim ro'l o'ynaydi. Riboza va dezoksiriboza nuklein kislotalar – DNK va RNK – larning tarkibiga kiradi. Glyukoza, galaktoza va fruktozalar organizmning muhim energetik moddalari hisoblanadi va ular ko'p tarqalgan oligo - va polisaxaridlar, murakkab oqsillar – glikoproteidlar va glikolipidlarning molekularlari tarkibiga kiradi.

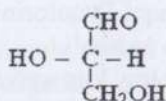
Monosaxaridlar o'zlarining tarkibida sterioizomerlari (optik izomerlari)ning miqdori ularga bog'liq bo'lgan **assimetrik** karbon atomlarini tutadi. Har bir molekulada assimetrik karbon atomining soni molekuladagi karbon atomlarining umumiy sonidan ikkini ayirib

<sup>9</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. ( page 90)

tashlaganiga teng (n-2). Jumladan, triozalarda assimetrik karbon atomining soni 1ga teng (ikkita izomeri bor), geksozalarda esa – 4 (24-16 izomer bo'ladi).

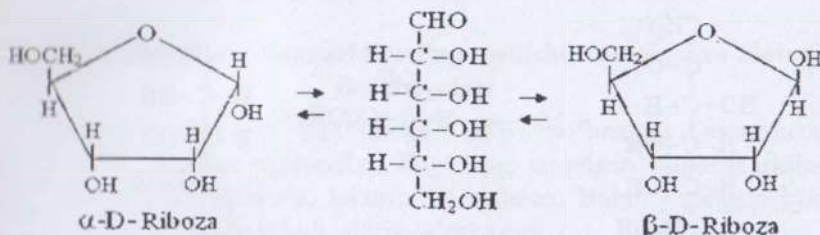


D-Gliseraldegid



L-Gliseraldegid

Glyukoza va galaktoza ham optik izomerlarga misol bo'lishi mumkin. Optik stereo izomerlar bitta usha imperik formulaga ega bo'lsalar ham, lekin ular fiziko-kimyoviy xususiyatlari bilan farq qilishadi hamda har xil biologik funksiyalarni bajarishadi. Odam organizmi faqat D-glyukoza va uning hosilalarini qabul qiladi. Beshta va oltita karbon atomini tutgan tipik monosaxaridlar – pentoza va geksozalar eritmalar va oligo- va polisaxaridlar tarkibida siklik shaklda bo'ladi. Bunda karbonil va eng uzoqdagi karbon atomining gidroksil guruhi fazoda yaqinlashadi.



Karbonil va gidroksilni o'zaro ta'siri karbonildagi qo'sh bog'ni uzilishiga, karbonil kislorodining bo'shagan valentligining joyini o'zgartirishga vakarbon atomlarining halqasini gidroksilning kislorodi orqali yopilishiga olib keladi. Karbonildan siklni yopilishida hosil bo'lgan gidroksil guruhni  $\alpha$  va  $\beta$  yoki  $\alpha$  va  $\beta$  gidroksili deb ataladi.

Glikozid gidroksilining fazoviy joylashishiga qarab monosaxaridlarning  $\alpha$ - va  $\beta$ -shakllarini ajratishadi. Monosaxarid izomerlarining siklik shakllarini organizmoligo- vapolisaxaridlar, mononukleotidlar va boshqa murakkab organik molekullarni tuzish uchun ishlatadi.

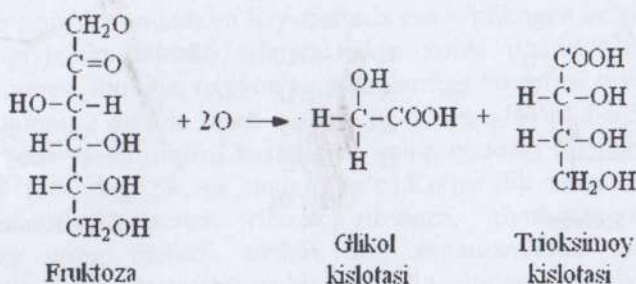


Eritmalarda monosaxaridlarning atsiklik va siklik shakllari bir vaqtini o'zida bo'ladi va o'zlari bir-biriga aylanish qobiliyatiga ega. Assimetrik karbon atomining holatiga qarab D yoki L qatorga taalluqligi ajratiladi. SHu narsani ta'kidlamoq kerakki, odamning organizmi monosaxaridlarning faqat D-qatorini hazm qila oladi. Organizmda  $\alpha$  - va  $\beta$  -izomerlar bir-biriga o'ta oladi.

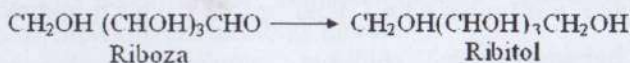
Monosaxaridlarning kimyoviy hususiyatlari erkin karbonil va spirt guruhlarining hususiyatlariga ham, boshqa gidroksil guruhlariga nisbatan ancha faolroq kimyoviy reaksiyalarga kiradigan karbonil va gidroksil guruhlarining o'zaro ta'siri mahsuloti – glikozid gidroksilning xususiyatlariga ham bog'liq bo'ladi. Masalan, aldozalar – glyukoza va galaktozaning karbonil guruhi oson oksidlanadi va glyukon hamda galakton kislotalarini hosil qiladi;



Ketozalar kuchliroq oksidlovchilar bilan oksidlanadi, shu bilan birga ularning uglerod zanjiri uziladi:



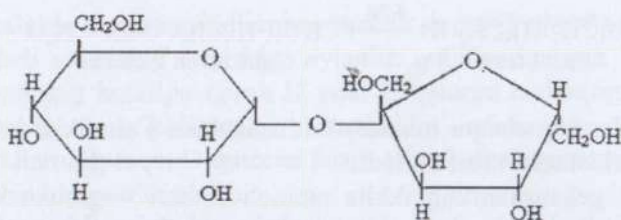
Karbonil guruhi ko'p atomli spirtlarni hosil qilib oson qaytarilishi mumkin:



Aldozalarning aldegid guruhlariga tegmasdan, birlamchi spirt guruhlarini oksidlanishi mumkin:



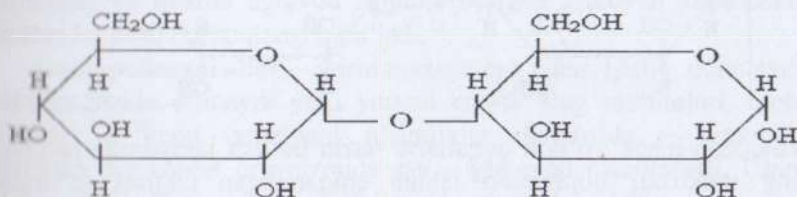




Barcha glikozid bog'lari 1,4-shaklga ega bo'lmaydi. 1,6-glikozid bog'lar ham mavjud bo'li. Bu bog' bitta glyukozaning uglerod-1 atomi va ikkinchi glyukozaning uglerod-6 atomi orasida joylashib, uglevodni hosil qiladi. 1,6-glikozid bog'lar faqat polisaxaridlarda uchraydi va bu erda monosaxaridlar zanjirlari kompleks va murakkabroq yirik strukturaga birlashadi. Bu bog'lar uzun zanjirlarni hosil qilishga nisbatan tarmoqlanishni ko'proq chaqiradi va bu orqali strukturani ixchamroq qiladi. Glikozid bog' juda muhim bog' bo'lib, peptid bog' oqsil strukturasi uchun qanchalik katta ro'l o'ynagani kabi, uglevod molekularini birlashtirib yirikroq uglevod molekulasini hosil qiladi. 1,4 $\alpha$ -glikozid bog'i ushbu turdagi bog'lar orasida eng ko'p uchraydigan shakli bo'lib, bitta monosaxaridning uglerod-1 atomi va ikkinchi monosaxaridning uglerod-4 atomini birlashtiradi. Ikkita glyukoza molekulasining birlashib maltoza disaxaridi hosil bo'lishini ko'rsatadi va 1,4 $\alpha$ -glikozid bog' hosil bo'lishini belgilab o'tadi. Bu kondensatsiya reaksiyasi bo'lib, suv hosil bo'lishi bilan tugaydi.

Sellobioza, ikkinchi tomondan, o'zaro 1,4 $\beta$ -glikozid bog'i orqali birikkan ikkita  $\beta$ -glyukoza molekularidan iborat bo'ladi. Strukturaviy jihatdan, 1,4  $\alpha$ -glikozid va 1,4  $\beta$ -glikozid bog'lar turli xil va o'ziga xosligi shundaki, 1,4  $\alpha$ -glikozid bog'ni uzish uchun kerakli bo'lgan fermentlar bizning ovqat hazm qilish traktimizda mavjud, 1,4  $\beta$ -glikozid bog'ni uzuvchi fermentlar esa mavjud bo'lmaydi. 1,4 $\beta$ -glikozid bog'lar o'simlik materiallarda uchraydi va qattiq em-xashak yoki odam parhez tutganda to'qimalarga taqaladi. Bu ovqatlar bizning ovqat hazm qilish tizimimizdan hazm bo'lmay o'tib ketadi. Barcha glikozid bog'lari 1,4-shaklga ega bo'lmaydi. 1,6-glikozid bog'lar ham mavjud. Bu bog' bitta glyukozaning uglerod-1 atomi va ikkinchi glyukozaning uglerod-6 atomi orasida joylashib, uglevodni hosil qiladi. 1,6-glikozid bog'lar faqat polisaxaridlarda uchraydi va bu erda monosaxaridlar zanjirlari kompleks va murakkabroq yirik strukturaga birlashadi. Bu bog'lar uzun zanjirlarni

hosil qilishga nisbatan ko'proq tarmoqlanadi va bu orqali strukturani ixchamroq qiladi.<sup>10</sup>

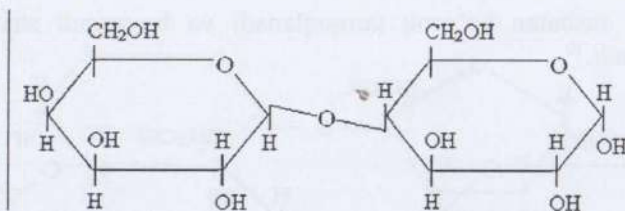


Saxarozaning molekulasida glyukozid – glyukozid (1-2)  $\alpha$ ,  $\beta$  bog'i bilan bog'langan glyukoza va fruktoza qoldiqlaridan tuzilgan. Shuning uchun ham saxaroza molekulasida erkin glikozid gidroksili bo'lmaydi. Demak qaytarish xususiyatiga ega bo'lgan qand emas. Saxaroza fotosintezning asosiy oraliq mahsuloti hisoblanadi va o'simliklarda uglevodlarning transport formasi bo'lib xizmat qiladi. Organizmga ozuqa tarkibida ancha miqdorda kirsa ham u odam va hayvonlar organizmida bo'lmaydi. Saxaroza ayniqsa qand lavlagining ildizmevasida, shakarqamishda va zarang daraxtining shirasida ko'p bo'ladi. Saxarozaning o'zi odam organizmi uchun hazm bo'lmaydigan modda, lekin u saxaroza fermenti ta'sirida glyukoza va fruktozaga parchalanib, oson hazm bo'ladigan bo'lib qoladi.

Maltoza–o'zaro 1-4-  $\alpha$  glyukozid-gidoksil bog'i bilan bog'langan ikkita  $\alpha$  D-glyukoza qoldig'ini tutadi. U polisaxaridlar – kraxmal va glikogening fermentativ parchalanishining oraliq mahsulotlari hisoblanadi.

Laktoza (sut shakari) – o'zaro 1-4- $\beta$ glyukozid-gidroksil bog'i bilan bog'lanib galaktoza va glyukoza qoldiqlaridan tuzilgan. U faqat sutni tarkibida bo'ladi. Laktozada ham maltoza kabi bitta glyukozid gidroksili bo'lgani uchun, u ikki valentli metal ionlari, vodorod perikisini va h.k. qaytarish qobiliyatiga ega.





Oshqozon-ichak yo'lida ovqatlarni hazm bo'lish jarayonida laktoza ichakning mukozali hujayralari ishlab chiqaradigan laktoza ta'sirida fermentativ parchalanishga duchor bo'ladi. Ko'krak emadigan bolalarda bu fermentning faolligi juda yuqori bo'ladi, lekin katta yoshli odamlarning ichaklarida faqat evropaning shimoliy aholisida va ba'zi bir Afrika qabilalarida kuzatiladi. Ko'pchilik katta yoshli odamlarda, shujumladan, sharhda yashovchi odamlar, arablar, evreylar, ko'pchilik afrikaliklar, indeyslar va o'rta er dengizi sohillarida yashovchi aholilarning ichaklarida laktozaning faolligi juda past, bu esa ko'p xollar laktozaga *intolerantlik* (qabul (hazm) qila olmaslik) kasalligiga olib keladi. Bu xususiyat genetikaga moyil omil hisoblanadi. Laktozaning hazm bo'lmasligining sababi shu bilan bog'liqliki, bu disaxarid ichida fermentativ galaktoza va glyukozaga parchalangandan so'ng so'riladi. Laktozaning faolligi juda past bo'lganda, u ichakda to'plana boshlaydi, bu esa kuchli panos (ich ketish), qorinda og'riq va ko'ngil aynashiga olibkeladi.

### 2.5. Polisaxaridlar: gomo- va geteropolisaxaridlarning tuzilishi va xossalari

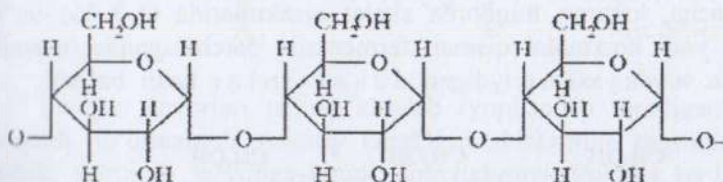
Polisaxaridlar—bu yuqori molekularli moddalar bo'lib molekulari yuzlab va minglab monosaxaridlar va ularning hosilalarini qoldiqlaridan tuzilgan. Polisaxaridlarning kimyoviy tuzilishi amalda bir xil: Chiziq shaklidagi yoki shohlangan bo'lib, ularning monomerleri o'zaro glyukozid-gidroksil bog'i bilan bog'langan. Polisaxaridlarni ikkita turga bo'lishadi — gomo va geteropolisaxaridlar. Birinchilarining molekulari ko'pdan-ko'p bir xil monosaxarid qoldiqlaridan, ikkinchisi esa — bir necha xil monosaxarid qoldiqlaridan tuzilgan.

Polisaxaridlar uglevodlarning zahira shakli bo'lib, ularning ikkita eng asosiy turlari qand o'simliklarda mavjud. Glikogen hayvonlarda uchraydi. Amiloza kichik polisaxarid bo'lib, u 1,4  $\alpha$ -glikozid bog'lar orqali bog'langan glyukozaning to'g'ri zanjiridan iborat bo'ladi, amilopektin esa 1,4  $\alpha$ -glikozid va 1,6-glikozid bog'larni saqlaydi.

Amilopektin amilozaga nisbatan ko'proq tarmoqlanganligi sababli u bizlar iste'mol qiladigan mahsulotlar, masalan kartofel, guruch, bug'doy va makkajo'xorida uglevodlarning asosiy zahirasi hisoblanadi. Hayvon mushaklari va jigarda uglevod zahirasi bo'lgan glikogen amilopektinga nisbatan ko'proq tarmoqlangan bo'ladi.<sup>11</sup>

**Gomopolisaxaridlar** – shirin mazaga ega emas, qattiq, uchmaydigan moddalar. Suvda erimaydi yoki yomon eriydi. Eng muhimlari, biologik ma'noda va keng tarqalgani o'simliklar dunyosida – kraxmal va sellyuloza, hayvonlar organizmida esa – glikogen hisoblanadi. Ularning tarkibi  $(C_6H_{10}O_5)_n$  bilan ifodalanishi mumkin, lekin ular o'zaro monosaxarid qoldiqlarini soni bilan farqlanadi.

**Kraxmal** – kartofel tugunagi, makkajo'xori va boshoqdoshlarning donlari (urug'lari) kraxmalga eng boy bo'ladi (quruq massasini to 80% ni tashkil qiladi). U fotosintezning mahsuloti hisoblanadi va o'simlikning



deyarli barcha organ va hujayralari uni sintezlash qobiliyatiga ega. Kraxmal glykozaning ikkita polimerining aralashmasidan –  $\alpha$ -amilaza (10-30%) va amilopektin (70-90%) dantashkil topgan.  $\alpha$ -Amilaza– bir-biri bilan (1-4)  $\alpha$  glyukozyd bog'i bilan birikkan D-glyukoza qoldiqlarining uzun shohlanmagan zanjiridan tuzilgan. Uning molekulyar massasi 500 000 daltongacha boradi.

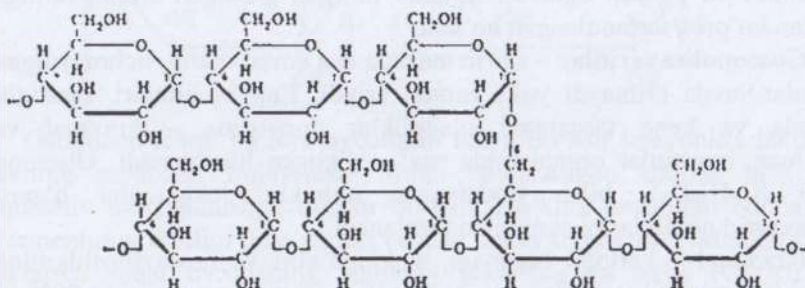
Amilopektin – ham D-glyukoza qoldiqlaridan, amilozadan farq qilib, uning molekulasi kuchli shoxlangan va molekulyar massasi to 1 000 000 daltongacha etadi. Yon shohlanishi 1-6- $\alpha$  bog'lari hisobiga bo'ladi.

Glikogen yoki hayvon kraxmali – hayvon hujayralarida asosiy rezerv polisaxarid, ya'ni uning roli o'simlik hujayrasidagi kraxmalning ro'liga o'xshaydi. Amilopektinga o'xshab glikogen – 6 000-30 000 glyukoza qoldiqlaridan tuzilgan shoxlangan polisaxarid. Uning molekulyar massasi o'rtacha 1-5 million daltonni tashkil qiladi. Glykozaning molekulari

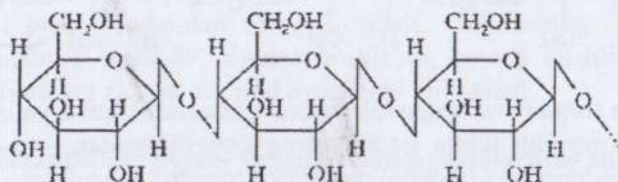
<sup>11</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 90)



bir-biri bilan (1-4)  $\alpha$  bog'lar bilan bog'langan, 1-6- $\alpha$  bog'lari yordamida yon shoxlarini hosil qilgan.



Glikogen eng ko'p miqdorda jiganda (organing umumiy og'irligini 7-10% gacha, kamroq miqdorda skelet muskullarida (1-3 %) bo'ladi. Glikogen yoki kraxmalni qisman fermentativ parchalaganda ( $\alpha$ -amilaza yordamida, suvda yaxshi eriydigan dekstrinlar hosil bo'ladi.

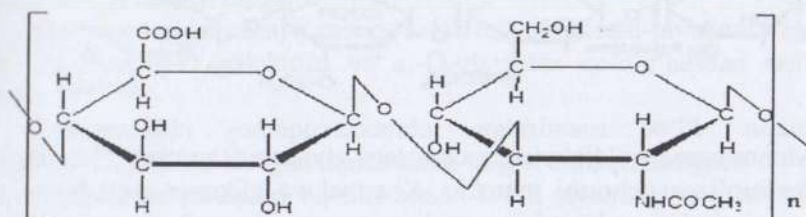


Sellyuloza – eng ko'p tarqalgan struktura polisaxaridi – o'simlik hujayrasi membranalarining asosiy tarkibiy qismi. Sellyulozaning molekulasida huddi amilozaga o'hshab, bir-birlari bilan 1-4- $\beta$  bog'i bilan bog'langan glyukoza qoldiqlarining shoxlanmagan uzun zanjiridan tuzilgan. Toza selluloza – bu paxta va zig'ir tolalari yoki filtr qog'ozi tarkibida bo'ladi. Sellyuloza molekulasida 1-4- $\beta$  bog'lar  $\alpha$ -amilaza bilan gidrolizlanmaydi. U hayvon organizmlarida hazm bo'lmaydi. Faqat yirik shoxli mollar va boshqa kavsh qaytaradigan hayvonlar (qo'ylar, echkilar, tuyalar, jirafalar va h.k.) ichaklarida 1-4- $\beta$  bog'larni uzadigan sellulazafermentini ajratib chiqaradigan mikroorganizmlar bo'lganligi sababli sellulozadan ozuqa sifatida foydalana oladi.

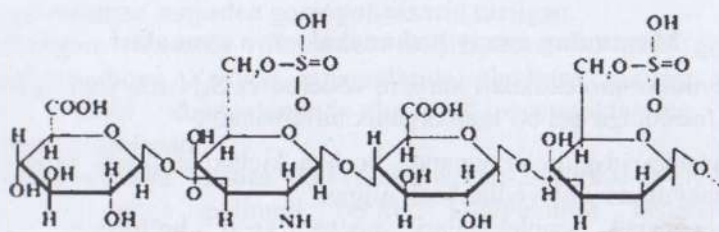
**Geteropolisaxaridlar.** Odam va hayvonlar organizmlarida geteropolisaxaridlarasosan biriktiruvchi to'qimalar, toqaylar, shilimshiq



moddalar va hujayra qobig'larida bo'ladi. Ularga kiradi: **gialuron** kislotalari – glyukuron kislotalari va atsetilglyukozaaminning to'g'ri chizikli polimeridir. U hujayra devorlari yopishtirib turadigan modda hisoblanadi, to'qimalarda hayotiy kerakli moddalarning taqsimlanishida qatnashib ularning tarkibiga kiradi, uning molekulasini ko'p marta navbatlashgan D-glyukuron kislotalari va N-atsetil-D-glyukozaaminning qoldiqlaridan tuzilgan. Ko'zning sinovial suyuqligida va shishasimon tanasida aniqlangan. Gialuron kislotalari hujayrada yopishqoq gelsimon eritma hosil qiladi.



U hujayra devorlari uchun kleylab (yopishtirib turadigan modda hisoblanadi, to'qimalarda hayotiy kerakli moddalarning taqsimlanishida qatnashib, ularning tarkibiga kiradi, sinovial suyuqliklarda va ko'zning sinovial suyuqligida va shishasimon tanasida aniqlangan. topilgan.

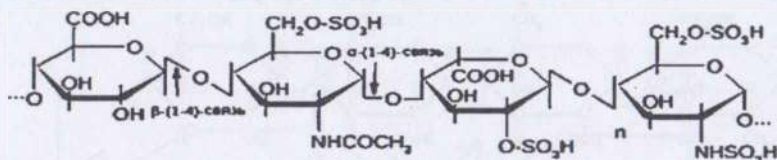


**Xondroitin sulfat kislotalari** – o'zining tarkibida glyukuron kislotalari va atsetilgalaktozaaminning sulfat efirini tutadi. U hujayra qobig'i, toqay, suyak to'qimasi, ko'zning shox pardasida bo'ladi.

Molekulasini D-glyukuron kislotalari va N-atsetilgalaktozaaminning sulfat efirini qoldiqlaridan tuzilgan disaxaridning ko'p marta navbatlanishidan hosil bo'lgan zanjirdan iborat. Xondroitinsulfat molekulasida disaxaridning komponentlari xuddi gialuron kislotalaridagidek o'zaro bir-birlari bilan (1-3)  $\beta$ -bog' bilan birikkan, disaxarid qoldiqlari esa

– (1-4)  $\beta$ -bog' bilan bog'langan. Xondroitin sulfatning ikki xil: xondroitin-4-sulfat va xondroitin-6-sulfat sifatida mavjud bo'ladi.

**Geparin**—xuddi o'sha xondroitin sulfat kislotasining komponentlaridan tuzilgan, lekin boshqa struktura tuzilishiga ega. U jigar, o'pka, arteriya devorining hujayradan tashqaridagi moddalarida bo'ladi, qonning ivib qolishiga yo'l qo'ymaydi, organizmni infeksiyalardan himoya qilishda ishtirok qiladi.



Monosaxarid qoldiqlarining orasidagi glyukozid bog'lari gidrolizga yoki fosforolizga uchrashi mumkin. Kraxmal va glikogen gidrolizining oraliq maxsulotlari – dekstrinlar, maltoza va oxirida – glyukoza bo'ladi. Gidroliz yo'li bilan asosan ovqat hazm bo'lish jarayonlari sodir bo'ladi, fosforoliz yo'li bilan esa – hujayrada polisaxaridlarning parchalanishi. Polisaxaridlarga spetsifik reaksiya bo'lib yod bilan rangli komplekslarni hosil qilib xizmat qiladi. Amilozalar ko'k rangga, amilopektin – binafsha, glikogen esa – qizg'ish-qo'ng'ir rangga bo'yaladi.

### Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari

**Uglevodlar**-molekulalari karbon, vodorod va  $S_nN_{2n}O_n$  yoki  $S_n(N_2O)$  n imperik formulaga ega bo'lgan organik birikmalar.

**Monosaxarid**-gidrolizlanganda boshqa kichik struktura biriklariga parchalanmaydigan uglevodlar hosil qilgan.

**Oligosaxarid** -molekulalari uncha ko'p bo'lmagan (2-10) monosaxarid uglevodlar qoldiqlaridan tuzilgan.

**Polisaxarid** - yuzlab yoki minglab bir xil monosaxarid glokozid qoldiqlari molekulasi uzun zanjirisimon yoki shoxlangan uglevodlar tashkil topgan.

**Gomopolisaxarid**- yuzlab yoki minglab bir xil monosaxarid qoldiqlaridan molekulasi uzun zanjirisimon yoki shoxlangan uglevodlar.tashkil topgan.

**Geteropolisaxarid**- ikki va undan xil monosaxarid yoki ularning hosilalarini yuqori molekulyar massali uglevodlar.qoldiqlaridan tuzilgan.

**Aldoza-** monosaxarid molekularida karbon guruxi uglevod zanjirlarining oxirida joylashgan.

**Ketoza-** monosaxarid molekularida karbonil guruxi uglevod zanjirining biron boshqa joyda joylashadi.

**Saxaroza-lavlagi** yoki qamish shakari molekulasi (1-2)  $\alpha, \beta$  glyukozid-glyukozid bog'i bilan birikkan  $\beta$ -D galoktoza va  $\alpha$ , -D-frukoza qoldig'laridan tuzilgan disaxaridlardir.

**Laktoza-** sut shakari molekulasi o'zaro (1-4)  $\alpha, \beta$  glyukozid-glyukozid bog'i bilan birikkan  $\beta$ -D galoktoza va  $\alpha$ , -D-glyukoza qoldig'laridan tashkil topgan.

**Maltoza** -molekulasi o'zaro (1-4)  $\alpha, \beta$  glyukozid-glyukozid bog'i bilan birikkan  $\beta$ -D galoktoza va  $\alpha$ , -D-glyukoza qoldig'laridan tashkil topgan.

**Kraxmal-ikki** gomopolisaxaridni aralashmasi bo'lib, umumiy formulasi  $(C_6H_{10}O_5)_n$  bo'lgan molekular to'g'ri chiziqli tuzilgan.

**Amiloza**-molekulari bir-biri bilan 1-4  $\alpha$  glyukozid bog'lari bilan bog'langan  $\alpha$ , -D-glyukoza qoldig'larini uzun zanjiridan tashkil topgan.

**Amilopektin-** molekulada  $\alpha$ , -D-glyukoza qoldig'larni ipsimon zanjiri spiralashgan o'zaro  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4) va  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 6) bog'i bilan bog'langan zanjir shoxlangan yuqori molekulari gomopolisaxariddir.

**Sellyuloza**-molekulasi umumiy  $(C_6H_{10}O_5)_n$  eperik formulaga ega bo'lib, oq qattiq, suvda erimaydi kristalsimon polimer modda uzunshoxlanmagan zanjirdan gomopolisaxarid tuzilgan.

**Glikogen** Umumiy formulasi  $(C_6H_{10}O_5)_n$  bo'lgan glyukoza qoldiqlaridan iborat Xayvon xujayralarida glyukoza zaxirasi sifatida saqangan. Ichki xujayralarning biologik suyuqliklarning asosiy komponenti hisoblanadi.

**Gialuronovaya kislota** Poli-(2-atsetamido-2-dezoksi-D-glyuko)-D-glyukuronoglikoni polimeri bo'lib, D-glyukuron kislotsi i D-N-atsetilglyukozamin qoldiqlaridan tashkil topgan.

**Geparin** Glikozaminoglikan, uning molekulasini bir qancha polisaxarid zanjirlari oqsil markaziga bog'langan. Oqsil o'zagi ikkita aminokislota: serin va glitsindan tashkil topgan.

### Mavzuga oid test topshiriqlari

#### 1. Uglevodlar bu:

a. tarkibida S, N, O va N tutgan yuqori molekulari organik moddalar;



- b. ko'p atomli spirt va moy kislotalardan tashkil topgan biopolimerlar;
- c. tarkibida s, n va o tutgan va  $s_n (h_{20})$  umumiy formulaga ega bo'lgan organik birikmalar;
- d. suvda yaxshi eriydigan turli kimyoviy tabiatli organik moddalar.

**2. Odam organizmining qaysi organlarida uglevodlar eng ko'r miqdorda jamg'ariladi:**

- a. oshqozonda;
- b. yurakda;
- c. muskullarda
- d. jigarda.

**3. Uglevodlarning odam organizmida bajaradigan asosiy vazifasi bu:**

- a. Energetik funktsiya;
- b. qisqarish funktsiyasi;
- c. regulyatorlik funktsiya;
- d. katalitik funktsiya.

**4. Monosaxaridlar – bular:**

- a. rangsiz kristall, suvda yaxshi eriydigan, albatta shirin mazali moddalar;
- b. suvda erimaydigan, lekin nopolyar erituvchilarda eriydigan, rangsiz moddalar;
- c. moylarda eriydigan, amorf rangli moddalar;
- d. kimyoviy tabiati bo'yicha organik kislotalar.

**5. Mevalarning tarkibida qaysi monosaxaridlar erkin holda uchraydi?**

- a. saxaroza;
- b. fruktoza;
- c. glyukoza;
- d. b va c.

**6. Oligosaxaridlar:**

- a. aldegid va ketonlarni qoldiqlaridan tuzilgan uglevodlar;
- b. ko'p monosaxarid qoldiqlaridan tuzilgan uglevodlar;
- c. aldegid va spirt qoldiqlaridan tuzilgan moddalar;
- d. uncha ko'p bo'lmagan (2-10) monosaxarid qoldiqlaridan tuzilgan uglevodlar.

**7. Tabiatda ko'p tarqalgan va erkin holda uchraydigan oligosaxaridlar bular:**

- a. disaxaridlar;
- b. monosaxaridlar;
- c. dekasaxaridlar;
- d. trisaxaridlar.

**8. Polisaxaridlar yuqori molekulyar moddalar bo'lib, ularning molekulyari..... tuzilgan:**

- a. yuzlab va minglab monosaxarid va ularning hosilalarining qoldiqlaridan;
- b. fruktoza va moy kislotalaridan;

- c. glyukoza va fruktozalarning qoldiqlaridan;
- d. juda ko'p monosaxaridlarning qoldiqlaridan.

**9. Geteropolisaxaridlarning molekulari ..... qoldiqla-ridan tuzilgan bo'ladi:**

- a. monosaxaridlar va yog' kislotalari;
- b. bir necha tur monosaxaridlar yoki ularning hosilalari;
- c. organik kislotalar va aldegidlar;
- d. glyukoza, galaktoza va aminokislotalar.

**10. Glyukozaga xos sifat (rangli) reaksiyalarni belgilang.**

- a. ningidrin;
- b. trommer;
- c. selivanov;
- d. yod

**Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Qanday moddalar uglevodlar deb ataladi va "uglevod" atamasi nima ma'noni bildiradi?
2. Uglevodlarni klassifikatsiya qiling va ularning biologik funksiyalarini ifodalab bering?
3. Monosaxaridlarning aldoza va ketoza shakllari bir-birlaridan nimalar bilan farqlanadi?
4. Monosaxaridlarning eng muhim vakillarini struktura formulalarini yozing.
5. Molekularining tarkibidagi karbon atomlarining soniga qarab monosaxaridlar qanday guruhlariga bo'linadi?
6. Glyukoza, fruktoza, riboza va dezoksiribozalarning siklik struktura formulalarini yozing. Qaysi bir gidroksil guruxi glikozid gidroksili deb ataladi, ularni tagiga chizib qo'ying.
7. Disaxaridlar: tuzilishi va biologik vazifalari. Disaxaridlarning asosiy vakillariga qisqacha xarakteristika bering.
8. Geteropolisaxaridlar gomopolisaxaridlardan nima bilan farqlanadi? Odam organizmida ular qanday funksiyalarni bajaradi?
9. Eritmada glyukoza va fruktozani borligini qaysi sifat reaksiyalari yordamida aniqlash mumkin?
10. Yod bilan reaksiya eritmalarda qaysi uglevodni aniqlash uchun qo'llaniladi?

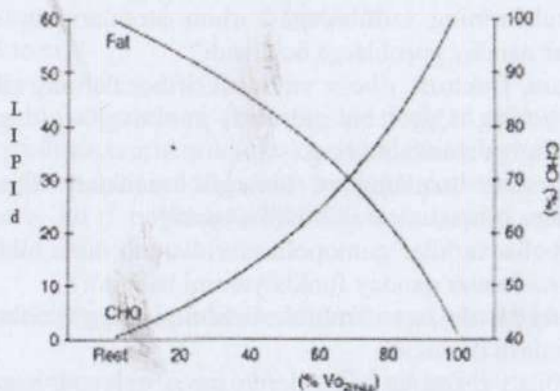


### III BOB. LIPIDLAR: TUZILISHI KOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI

#### 3.1. Lipidlarga umumiy xarakteristika.

Yog'li kislotalar lipidlardan olinadigan energiyaning eng muhim manbalaridan biri hisoblanadi. Hattoki eng ozg'in insonlarning organizmida ham ko'plab miqdorda lipidlarni mavjud bo'lib, ular yog' to'qimalarda topilgan. Shuningdek mushaklar ichidagi zahira joylarida triglitserin yoki triatsilglitserid ko'rinishida ishtirok etishi mumkin. Lipidlar, yana shunisi bilan muhimki, ular plazma membranasi ajralmas qismi bo'lib hisoblanadi hamda ular inson organizmidagi jinsiy gormonlar tarkibida progesteron, estrogen va testosteron gormonlarining umurtqa pog'onasida to'planib qolishni ta'minlaydi. Mashg'ulotlarning intensivligi oshib borgan sari lipidlarning energiya manbai sifatidagi sarfi ham ortib boraveradi.

Mashg'ulotlarning intensivligi oshib borgan sari 10-rasmda  $VO_2max$  orqali foizlarda ko'rsatilgan. Shunga e'tibor qilish kerakki, yuqori miqdorga, ya'ni  $VO_2max$ ning 60 dan 65 foizgacha etganda esa lipidlarning konsentratsiyasi kamayadi va  $VO_2max$ ning miqdori 100 foizga etganda lipidlar umuman ishtirok etmaydi (10-rasm).



10-rasm. Mashg'ulotlarning intensivligi oshishi bilan lipidlarning energiya manbaysi sifatidagi ahamiyati oshib borishi

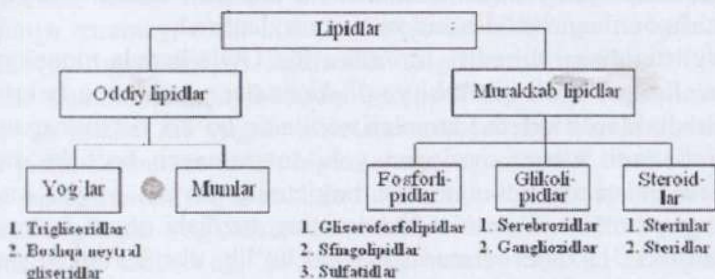
Bu lipidlarning o'ta yuqori intensiv mashqlarni bajarish davomida energiya manbai sifatida sarflana olmaslik funksiyasini tavsiflab beradi. Boshqa tomondan, barqaror mashqlarning davomiyligining o'sib borishi

bilan lipidlar kechki bosqichlarda yanada ko'rinarli bo'lib qoladi. Bu gormonal o'zgarishlarning natijasi sifatida amal qilib, undan keyin uglevodlar lipidlarga va shu orqali energiya manbaiga aylanib qoladi. Xususan, insulin gormoni yog'larning parchalanishini tartibga solishda asos bo'lib sifatida xizmat qiladi va shuning uchun u muhim hisoblanadi. Insulin gormonining miqdori oshgan paytda (masalan, uglevod iste'mol qilganda yoki ichganda, yog'li kislotalarning amal qilishida ingibirlanish sodir bo'ladi. Biroq, qondagi insulin miqdori kamayib qolsa, yog'li kislotalarning ingibirlanish jarayoni yo'qolib qoladi va yog'larning oksidlanishi ko'proq sodir bo'ladi.

Chidamlilik ko'nikmalarini shakllanishida sportchilar lipidlarni ishlatishga ko'proq moyil bo'ladi, chunki ularning sport faoliyatlari davomida energiya zahirasi bir joyda qo'zg'almaydigan sport turlari hamda sprint sportchilarga qaraganda kattaroq bo'lishi va uzoqroq muddatga etishi kerak. Haqiqatdan ham ularda mushaklararo triglitserinlarining zahirasi kattaroq bo'ladi.<sup>12</sup>

### 3.2. Lipidlarning klassifikatsiyasi.

**Lipidlar** – suvda erimaydigan moysimon yoki yog'ga o'xshash moddalar bo'lib, ularni hujayralardan nopolyar erituvchilar – efirlar, xloroform, benzol, atseton va boshqalar bilan ekstraksiya qilib olish mumkin. Hozirgi vaqtda tabiiy lipidlarning tarkibida ko'p sonli va xilma-xil struktura komponentlari topilgan: yuqori moy kislotalari, spirtlar, aldegidlar, ketonlar, uglevodlar, azot asoslari, aminokislotalar, fosfor kislotalari va h. k (11-rasm).



11-rasm. Lipidlarning klassifikatsiyasi

<sup>12</sup>Dou MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 112)



Shuning uchun ham hozirgi vaqtgacha kimyoviy nuqtai nazardan lipidlarning qatt'iy aniq bir klassifikatsiyasi yo'q.

Lipidlar barcha tipdagi biologik membranalarning tuzilishi va ularning regulyatorlik funksiyalarini bajarishda muhim rol o'ynaydi. organizmning yog' depolarida ajratib (saqlab qo'yilishi mumkin bo'lgan energiya manbalari hisoblanadi va uzoq davom etadigan muskul ishi vaqtida eng samarali "yoqilg'i" sifatida ishlatiladi. 1 gr yog' yonganda 38,9 kDj energiya ajralib chiqadi.

Lipidlar odam, hayvon va o'simlik to'qimalarining tarkibiga kiradi. Lipidlar ko'p miqdorda bosh va orqa miyada, jigar, buyrak va boshqa a'zolarda ko'p miqdorda bo'ladi. Ularning konsentratsiyasi nerv to'qimalarida – 25 %, hujayra va hujayra organoidlar membranalariida – 40% ni tashkil qiladi. Ko'pincha lipidlarni quyidagi sinflarga bo'lishadi:

Lipidlar uch turga: oddiy lipidlar, murakkab lipidlar hamda olingan lipidlarga bo'linadi. Sport energiya samaradorligi, salomatlik bo'yicha asosan steroidlar muhim ahamiyatga ega. Bu borada yog'larni erish yoki erimaslik xususiyatiga e'tibor qaratishimiz lozim.

Lipidlar energiya manbai sifatida foydalanilishdan oldin yog'li kislotalar hamda glitseringa parchalanishi mumkin. Ushbu jarayon lipoliz nomi bilan bizlarga ma'lumdir. Triglitseridlar yoki triatsilglitseridlar glitserol molekulasini ta'sirida bo'lib, ular umurtqa pog'onasiga kerakli yog'li atsil birikmalarni etkazib beradi. Glitserol normal sharoitda bo'sh qo'yilganda, energiya ishlab chiqarish uchun jigar tomonidan metabolizatsiya qilinadi, yoki u glyukoneogenez tomonidan glyukozaga aylantiriladi, shuning uchun yog'li kislotalar mushak va jigar tomonidan ishlatiladi, bu paytda ular orintin sikliga kirishidan oldin beta-oksidanish ( $\beta$ -oksidanish) jarayonini boshidan o'tkazadi hamda keyinchalik oksidanishni uni uglerod dioksid va suvga aylantiradi.

Triglitseridlarni umumiy formulasi R-COOH hamda monokarboksil kislotalarni orqali hosil qiluvchi yog'li kislotalar va ularning tarkibiga R-guruh kiradi, ularda uglerod atomlari soni aniq bo'lib, bo'linmagan zanjir shaklida bo'ladi. Ular to'yingan yoki to'yinmagan bo'lishi mumkin. Uglerod atomlari orasida ikkitalik bog'lamlar bo'lsa, yog'li kislotalar to'yinmagan bo'ladi. Palmitin kislotasining tuzilishi shuni ko'rsatadiki, uning zanjirida 15 uglerod atomi mavjud bo'lib, ular karboksil guruhiga mansub bo'ladi, u 16 chi uglerod, shuningdek oksid va gidrooksidni tashkil qiladi. 15 uglerod atomi orasida hech qanday ikkilangan bog'lam yo'q bo'lganligi sababli ular to'yingan yog'li kislota hisoblanadi. Agarda hozirning o'zida olein kislotaning tuzilishiga qaraydigan bo'lsak, siz bu

erda yagona ikkilangan bog‘lam borligini sezishingiz mumkin (9 va 10-chi uglerod atomlari orasida olein kislotani to‘yinmagan yog‘li kislotaga aylantirib qo‘yadi. Quyida olein kislota keltirilgan bo‘lib, undan keyin ikki xil yog‘li kislota mavjud bo‘lib, ularda ikki yoki uchtdan ikkilangan bog‘lamlar mavjud. Linolein kislota tarkibida ikkita ikkilangan bog‘lamlar mavjud bo‘lib (9 va 10-chi uglerod atomlari orasida hamda 12 va 13-chi uglerod atomlari orasida, linolenin kislota tarkibida esa uchta ikkilangan bog‘lamlar mavjud bo‘lib (9 va 10-chi uglerod atomlari orasida, 12 va 13-chi uglerod atomlari orasida hamda 15 va 16-chi uglerod atomlari orasida bo‘ladi.

Linolenin va linolein kislotalar birgalikda araxidon kislotani tashkil qiladi, birgalikda oddiy yog‘li kislotalar deb nomlanadi. Linolenin kislota umuman olganda, omega-3 yog‘li kislotasi nomi bilan mashhur bo‘lsa, linolein kislota omega-6 yog‘li kislotasi nomi bilan mashhurdir. Omega-3 yog‘li kislotasi baliq va ba‘zi bir urug‘lar tarkibida uchraydi (masalan zig‘ir urug‘i), omega-6 yog‘li kislotasi esa asosan go‘shtli mahsulotlarda ko‘proq uchraydi. Oddiy yog‘li kislotalar maxsus parhezlarni qabul qilgan paytda ko‘proq ishlatiladi. Bu holatda defitsit (tanqislik) belgilari oshib boradi. Bunda inson organizmining ularni sintez qilishga kuchi etmay qoladi yoki ularni salomatlik uchun etarli miqdorda qabul qilib turish kerak. Organizmda trans-yog‘lar miqdorning ortishi yurakning ishemik kasalligi hamda saraton kabi xastaliklarning paydo bo‘lish ehtimolligini oshirish xususiyatiga ega. To‘yingan yog‘li kislotalarda to‘g‘ri zanjir molekullar bo‘lsa, to‘yinmagan yog‘li kislotalarda esa, ular odatda bog‘langan bo‘ladi. Palmitin kislota, to‘yingan yog‘li kislota sifatida to‘g‘ri zanjirga ega bo‘lib, olein kislota esa ikkilangan bog‘lamda bog‘langan bo‘ladi. Ushbu tuzilma tabiiy ravishda olein kislotaning sis-shaklda vujudga keladi. SHunga qaramay, olein kislota gidrogenlar ikkilangan bog‘lamga birlashtirilishi (gidrogenizatsiya) natijasida to‘g‘rilanishi mumkin va u to‘yintirilishi mumkin. Bunday holatda, u trans-shaklga ega bo‘ladi. Agar sis-shaklda bir necha xil yog‘li kislotalar mavjud bo‘lsa, ular uchun tuzilish bo‘yicha ketma-ket turish qiyin, ammo agarda ular trans-shaklda bo‘lsa, ular bir-biri bilan yaqin holatda turishi mumkin. Trans-shakllarda, ular ko‘proq to‘yingan yog‘li kislotalar shaklida bo‘ladi. Ularning erish darajasi yuqori bo‘ladi. Yog‘li kislotalarini bunday shakli birikmaning barqarorligiga ta‘sir ko‘rsatishi mumkin va buning oqibatida trans-yog‘lar



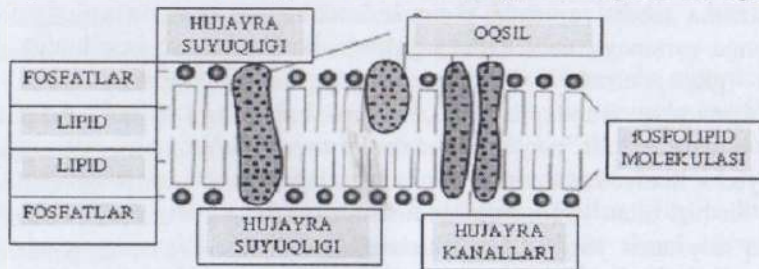
qandolot mahsulotlarini pishirishda barqarorlashtiruvchi (stabilizator) sifatida ishlatiladi.<sup>13</sup>

Biologik nuqtai nazardan lipidlar juda muhim, ko'p funksiyali birikmalardir. Ular barcha biologik membranalarining tuzilishi va ularning regulyatorlik funksiyalarini bajarishda muhim rol o'ynaydi. Organizmning yog' depolarida ajratib (saqlab qo'yilishi mumkin bo'lgan energiya manbalari hisoblanadi va uzoq davom etadigan muskul ishi vaqtida eng samarali "yoqilg'i" sifatida ishlatiladi. Mana shu belgilari bo'yicha lipidlarni – r e z e r v va s t r u k t u r a (protoplazmatik) lipidlarga bo'lishadi.

Rezerv lipidlar – yog' to'qimalarida: teriosti kletchatkasi, salnik, buyrak pardasi hamda boshqa ichki a'zolarining atrofida to'planadi.

Yog' to'qimasi depo funksiyasini bajaradi. U lipidlarni qon birikib olish va organizmning energetik ehtiyojini ta'minlab ularni ajratib chiqarish qobiliyatiga ega. Rezerv lipidlarning miqdori ovqatlanish tartibi, faoliyat xarakteri, qalqonsimon bezning funksiyasiga bog'liq bo'ladi. Tananing umumiy massasini 10-15 % dan (normada to 30 %-gacha semizlikda) keng miqyosda o'zgarib turadi. Ba'zi bir ko'chmanchi qushlarda ko'chish sezoniga kelganda depodagi yog'ning miqdori uning tana og'irligining 50 % ni tashkil qiladi (masalan okean ustida Aleut orollaridan Gavay orollariga uchib o'tadigan Oltin tusli rjanka qushi 4000 km davomida ovqatlanishga imkoniyati yo'q).

**Struktura lipidlari**–biologik membranalarining tuzilishida qatnashadi, ovqatlanish tartibi, organlar faoliyati xarakteri yoki qalqonsimon bezning funksiyasiga bog'liq bo'lmagan holda organizmning to'qimalarida bir xil miqdorda bo'ladi. Bu guruhning har xil lipidlarining



12-rasm. Plazmatik membrananing strukturasi

<sup>13</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 112-115)



miqdori va o'zaro nisbati har bir tipdagi membranalar uchun doimiy. 12-rasmda membrane lipidlarining tuzilishi keltirilgan.

Sovun hosil qilib gidrolizlanadigan lipidlar (yog' kislotalarining tuzlari) – s o v u n l a n a d i g a n lipidlar deb ataladi. Ularga neytral yog'lar, fosfolipidlar, glikolipidlar, sfingolipidlar va mumlar kiradi. YOg' kislotalarni ajratish bilan gidrolizlanish qobiliyati yo'q, jumladan steroid lipidlarga sovunlanmaydigan lipidlar deyiladi.

### 3.3. Moy kislotalar

Yog' kislotalari lipidlarning ko'pchilik asosiy sinflarining muhim struktura komponentlari hisoblanadi. Ular murakkab efilrlar yoki amidlar ko'rinishida bo'ladi. Hujayrada moy kislotalar erkin xolda juda kam miqdorda uchraydi. Tabiiy lipidlarning tarkibida o'zaro uglevodorod zanjirining uzunligi bilan farq qiladigan 200 dan ortiq har xil yog' kislotalari topilgan. Odatda hamma yog' kislotalari juft sonli uglerod atomlaridan tuzilgan shoxlanmagan uglevodorod zanjiridan tashkil topgan. Yog' kislotalari – 4 dan to 24 gacha karbon atomini tutgan uzun zanjirli organik kislotalardir. Ular bitta karboksil (-COON) guruhini va uzun nopolyar uglevodorod bog'larini tutadi. Bundan tashqari yog' kislotalarining molekulari bir-birlaridan qo'sh bog'larning soni va joylashish holati, har xil funksional guruhlar – oksi, - keto va h. k. ni bo'lishi bilan farq qiladi. Lipidlarning tarkibiga ham t o' y i n g a n ham t o' y i n m a g a n (tarkibida qo'sh bog' tutgan) yog' kislotalari kiradi. Har ikkalalari ham juft uglerod atomlaridan tuzilgan. Eng muhim va ko'proq uchraydigan kislotalari quyidagilar:

**To'yingan yog' kislotalardan:**      **To'yinmagan yog' kislotalardan:**

Moy kislotasi –  $C_3H_7COOH$       Olein kislotasi –  $C_{17}H_{33}COOH$   
(1-qo'shbog')

Laurin kislotasi –  $C_{11}H_{23}COOH$       Linol kislotasi –  $C_{17}H_{31}COOH$   
(2- qo'shbog')

Miristin kislotasi –  $C_{13}H_{27}COOH$       Linolen kislotasi –  $C_{17}H_{29}COOH$   
(3- qo'shbog')

Palmitin kislotasi –  $C_{15}H_{31}COOH$       Araxi don kislotasi –  $C_{19}H_{39}$

Stearin kislotasi –  $C_{17}H_{35}COOH$       COOH (4- qo'shbog')

Qo'shimcha qo'sh bog'lar odatda C-9-qo'sh bog' bilan zanjirning (dunning) metil oxiri oralig'ida joylashadi. Yog' kislotalarida ikkita qo'sh bog' o'zaro bog'langan (-CH=CH-CH=CH-) bo'lmaydi, ularning orasida

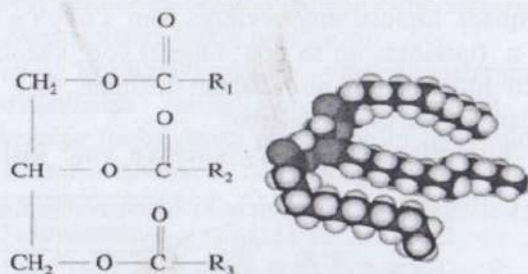
bitta metilen guruhi – (CH=CH-CH-CH<sub>2</sub>-CH-) bo‘ladi (13-rasm). Tabiiy to‘yinmagan yog‘ kislotalar asosan sis – konfiguratsiyaga ega va juda kamdan-kam trans – konfiguratsiya uchraydi. Bir necha bog‘ tutgan to‘yinmagan yog‘ kislotalarida sis – konfiguratsiya uglevodorod zanjiriga kuchli bukilgan va kalta ko‘rinish beradi. Bu ko‘pchilik lipidlarni membranalarni tarkibiga kirishini hisobga olganda muhim biologik ma‘noga ega.

Uzun uglevodorod zanjirli yog‘ kislotalari, odatda, suvda erimaydi. Ularning natriyli va kaliyli tuzlari (sovunlar) suvda mitsellalarni hosil qiladi. Mitsellalarda yog‘ kislotalarining manfiy zaryadlangan karboksil guruhi suv fazasiga qaragan, nopolyar uglevodorod zanjiri esa mitsellyar struktura ichida yashirin joylashadi. Bunday mitsellalar umumiy manfiy zaryadga ega bo‘ladi va eritmalarda o‘zaro itarish kuchlari sababli suspenziya hosil qiladi.

Yog‘ kislotalarning molekulasida uglerod atomlarining sonini oshishi bilan ularning erish temperaturasi ko‘tariladi. Yog‘ kislotalari qattiq modda (stearin kislotalari) yoki suyuq (linolen va araxidon kislotalari) bo‘lishi mumkin.

Yuqori yog‘ kislotalarining natriyli va kaliyli yoki natriy tuzlari

### Trigliserid



13-rasm. Trigliseridning tuzilishi.

**sovunlar** deb ataladi, oddiy sovun – palmitin, stearin va olein kislotalarining natriy tuzlarining aralashmasidir. Yuqori yog‘ kislotalarining kaliyli tuzlari – suyuq sovun, natriyli tuzlari esa – **qattiq** sovun deyiladi.

### 3.4. Neytral moylar

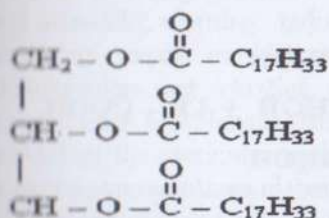
Yuqori molekullari yog‘ kislotalarining uch atomli spirt glitserin bilan bergan murakkab efirlari neytral yog‘lar yoki trigliseridlar deb



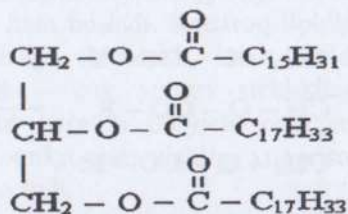
ataladi. Glitserinning molekulasidagi gidroksil guruhlarining eterifikatsiyalangan soniga qarab mono-, di- va triglitseridlar deb ataladi. Tabiiy yog'lar – bu yog' kislotalari tarkibi bo'yicha oddiy va aralashgan triglitseridlarning bir xil

bo'lmagan birikmasidir. Oddiy triglitseridlar molekularida faqat bir xil yog' kislotalarining qoldiqlarini tutadi (triolein, trilinolen, tristearin va h.k.). Murakkab triglitseridlar deb tarkibida har xil yog' kislotalarini tutgan triglitseridlarga aytiladi (5-rasmga qarang): (1-palmitil - 2-oleo - 3-stearin, 1,2- palmitil – 3- olein).

Hayvon yog'lari tarkibida to'yingan yog' kislotalari – stearin va palmitin hamda monoto'yinmagan olein kislotalari ko'p bo'ladi (shu sababli ular qattiq bo'ladi).



**Oddiy trigliserid  
-triolein**



**Aralashgan trigliserid  
1-palmito-2oleo-3-stearin**

O'simlik yog'lari (moylari) o'zining tarkibi bo'yicha hayvon yog'laridan eng avvalo to'yingan yog' kislotalarini kam miqdorda tutishi bilan farq qiladi. O'simlik moylarining asosiy to'yinmagan yog' kislotalari bo'lib – linol, olein va linolen kislotalari hismat qiladi. To'yinmagan yog' kislotalari – linol, olein va linolen kislotalarini ko'p miqdorda tutishi bilan farq qiladi. (ularning erish haroratlari juda past bo'lganligi uchun oddiy sharoitda ular suyuq konsistentsiyaga ega va moylar deb ataladi).

Organizm uchun poli to'yinmagan – linol, linolen va araxidon kislotalari alohida o'ziga xos muhim ahamiyatga ega. Odam organizmida ular sintezlanmaydi va ozuqalar tarkibida ularning bo'lasligi xolesterin almashinuvining buzilishiga, teri kasalligiga va boshqa patologik hodisalarga olib keladi.

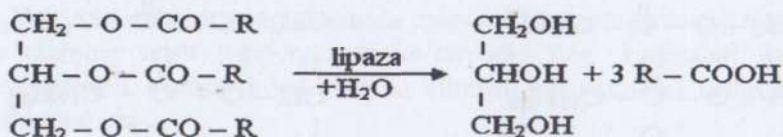
Organizmida araxidon kislotasining etishmasligi maxalliy gormonlar – prostoglandinlar biosintezining buzilishiga olib keladi. Araxidon kislotasining biosintezi uchun linol va lenolen kislotalari birlamchi homashyo bo'lib hismat qiladi. Odamning poli to'yinmagan

(tarkibida 2 va undan ortiq qo'shbog' tutgan) yog' kislotalariga bo'lgan bir sutkalik ehtiyoji tahminan 15 grammni tashkil qiladi.

Yog'larning to'yinmaganlik darajasini y o d s o n i bilan belgilanadi. Yod soni – 100 gr yog' necha gramm yodni biriktirib olish mumkinligini ko'rsatadi. Mol yog'ining yod soni – 38-40, kanop moyniki – 150 grammga teng.

Tabiiy yog'larning takibida juda kam miqdorda bo'lsada, erkin yog' kislotalari bo'ladi va ularning miqdori kislota soni bilan belgilanadi. Kislota soni – 100 g yog' yoki moyni neytrallash uchun sarflangan ishqor miqdori bilan aniqlanadi

Triglitsyeridlarni fermentativ (lipazalar bilan) gidrolizlaganda glitserin va erkin yog' kislotalari hosil bo'ladi. Ishqor bilan qizdirilganda esa – glitserin va sovun hosil bo'ladi.



Yog'larni saqlash vaqtida yorug'lik nurlari, havo kislorodi, namlik, issiqlik va mikroorganizmlar ta'sirida ular oksidlanish va boshqa kimyoviy o'zgarishlarga uchraydi. Shu vaqtda hosil bo'lgan mahsulotlar (kislotalar, aldegidlar, ketonlar) yoqimsiz achchiq maza beradi va organizm uchun zaharli bo'lishi mumkin.

Yog'lar odam organizmida energiyaning asosiy zahira manbayi bo'lib, uzoq muddatli va katta va mo'tadil quvvatli mashqlarni bajarganda asosiy energiya manbayi bo'lib xizmat qiladi.

**Mumlar** – yuqori yog' kislotalari bilan molekularida 16 tadan 22 tagacha karbon atomlarini tutgan bir yoki ikki atomli yuqori spirtlarning murakkab efirlaridir.

Mumlar teri, jun, patlarni qoplaydigan yog'larning tarkibiga kiradi. O'simliklarda barg va mevalarning yuzasidagi yupqa rangsiz silliq pardani hosil qiladigan lipidlarning 80 % ni mumlar tashkil qiladi.

Tabiiy mumlar (masalan, asalari mumlari, spermatsent, lanolin) ko'pincha yuqorida ko'rsatilgan murakkab efirlardan tashqari, yana bir oz miqdorda erkin yuqori yog' kislotalari, spirtlarhamda 21-35 karbon atomli uglevodorodlarni tarkibida tutishlari mumkin. Ba'zi ma'lumotlarga ko'ra mumlar ba'zi bir mikroorganizmlarning normal metabolitlari hisoblanadi.



### 3.5. Murakkab lipidlar

Yog'li kislotalar va glitserol birgalikda oddiy lipidlarni hosil qiladi, chunki ularning tarkibida faqatgina uglerod, vodorod va kislorod bo'ladi. Agarda biz yog'li kislotalar tarkibida fosfat yoki azotli guruh birikmalarni hosil qilmoqchi bo'lsak, u holda biz oddiy lipidlar o'rniga biz murakkab lipidlardan foydalanishga to'g'ri keladi. 14- rasmda fosfolipidlar ko'rishimiz mumkin keltirilgan.

Fosfolipidlar tarkibida glitserin, yog'li kislotalar va fosfor kislotasi mavjud. Ular plazma membranasi ajralmas qismi hisoblanadi.

Murakkab lipidlarning boshqa turlari tarkibida lipoproteinlar kirib, ular xilomikronlar, juda past zichlikdagi lipoproteinlar (JPZL), past zichlikdagi lipoproteinlar (PZL) va yuqori zichlikdagi lipoproteinlar (YUZL). Ular triglitserinlar va xolesterin kabi ta'sir kuchiga ega bo'lib, farqi shundaki, ularning tarkibida oqsillar ham bo'ladi. Kattaroq lipidlar tarkibidagi oqsil moddalari bilan birkishga kirishadi, ular ichida xilomikronlar eng chizligi past, eYUZL – eng yuqori zichlikdagi lipoproteinlar hisoblanadi. Bundan tashqari hajmiga bo'yicha eng past zichlikdagi lipoproteinlar molekulari (xilomikronlar) zichligi yuqoriroq bo'lgan lipoproteinlarga nisbatan kattaroq bo'ladi.

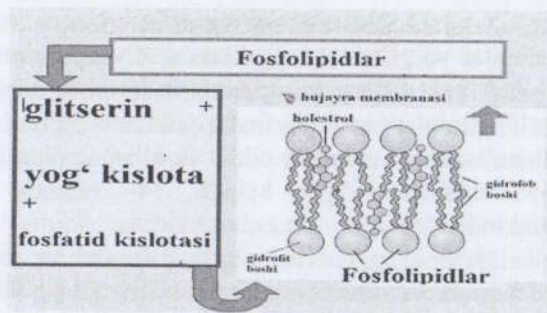
Xilomikronlar sintez bo'lib TAG(triatsilgletsero)larga aylanishidan oldin lipidlarning hosil bo'lishi natijasida paydo bo'ladi va iste'mol qilingan taomlardan so'rilgan yog'li kislotalar ichak hujayralari orqali ishlab chiqiladi. TAGlar o'z navbatida eng katta element hisoblanadi. Xilomikronlar, shundan keyin jigar va boshqa a'zodagi to'qimalarga o'tkaziladi, u erda triglitseridlar qon tarkibidagi lipoprotein lipazasi (LPL) tufayli sindirilgan bo'ladi, so'ngra yog'li kislotalardan tozalanadi, va nihoyat saqlash uchun hujayralarga o'tkaziladi.<sup>14</sup>

### 3.6. Fosfolipidlar

Tabiatda ko'proq tarqalgan fosfolipidlar – glitserin, ba'zi bir boshqa spirtlar, yog' kislotalari va fosforkislotalar ining murakkab efiri bo'ladi.

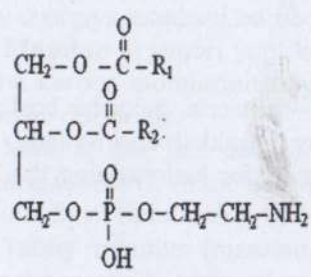
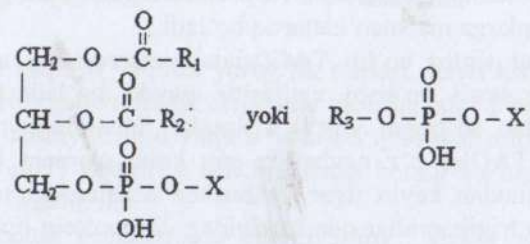
**Fosfolipidlarning tuzilishi.** Ular yana fosfor kislotasining diefiri ham deyish mumkin.

<sup>14</sup>Deza MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 114)

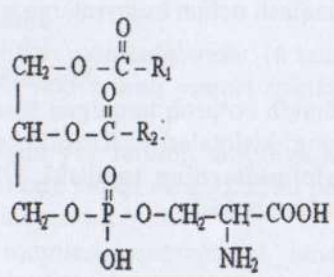


14-rasm.Fosfolipidlar

Qaerda  $R_1$  va  $R_2$  – yog' kislotalarining radikallari,  $R_3$  – glitserin,  $X$  – azot tutgan modda. Fosfolipidlarning "X" – komponenti sifatida ko'proq xolin ( $HO - CH_2 - CH_2 - H^+(CH_3)_3$ ), etanolamin ( $HO - CH_2 - CH_2 - HN_2$ ), aminokislota – serin ( $NO - CH_2 - CH - COOH$ ) va olti uglerodli siklik spirt-inozitol uchraydi. Boshqa tomondan fosfolipidlarni fosfatid kislotasining hosilalari deb qarash mumkin (14-rasm).



Fosfatidiletanolamin

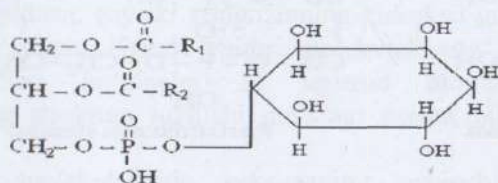


Fosfatidilserin

Fosfolipidlarning nomi fosfatidil so'ziga "X" – komponentning nomini qo'shish bilan hosil qilinadi. Jumladan, fosfatidilxolin (FX),



fosfatidiletanolamin (FEA), fosfatidilserin (FS), fosfatidilino-zitol kabi birikmalar kiradi.

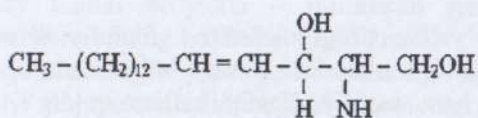


Fosfatidilinozitol

Yuqorida keltirilgan fosfolipidlar tuzilishlarining umumiy empirik formulaga ega bo'lib, bir-birlaridan yana yog' kislotalari tarkibi bilan farqlanadi. Ularning hammasi biologik membranalarining barcha xillarini ajratib bo'lmaz qismi hisoblanadi. Boshqacha qilib aytganda fosfolipidlar biologik membranalarining barcha xillarini negizini, ya'ni ikki qavatli fosfolipid membranasini tashkil qiladi. Nerv hujayralarining biologik membranalarining tarkibida fosfolipidlardan tashqari yana sfingolipidlar va glikolipidlar ancha keng tarqalgan.

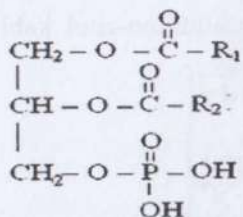
### 3.7. Sfingo - va glikolipidlar

**Sfingolipidlar** – asosan hayvon va o'simlik hujayralarining membranalarida bo'ladi. Ayniqsa ularga nerv hujayralari boydir.

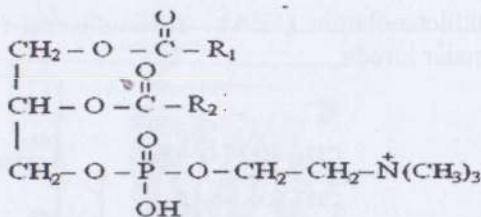


Sfingoziin

Barcha sfingolipidlar o'zlarining tarkibida uch atomli spirt – glitserinni o'rniga uzan zanjirli to'yinmagan aminospirt – sfingozinni tutadi.



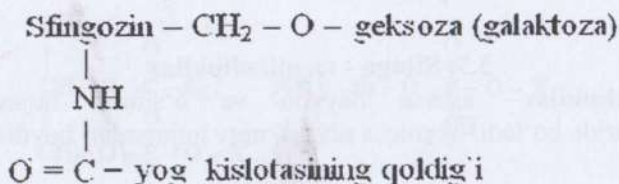
Fosfatid kislotasi



Fosfatidilxolin (lesitin)

Sfingolipidlarning asosiy vakili bo'lib sfingomielinlar xizmat qiladi. Sfingomielinlar— eng keng tarqalgan sfingolipidlar. Ular asosan hayvon va o'simlik hujayralarining membranalarida bo'ladi. Ayniqsa, ularga nerv hujayralari boy bo'ladi.

**Sfingomielinlar**—o'zlarining molekularida to'yinmagan aminospirt — sfingozin, yuqori molekulari yog' kislotasi, fosfor kislotasi va azot asosi molekulari (ko'pincha xolin)ni tutadi. Glitserin sfingolipidlar molekulasida bo'lmaydi.



tuzilishi bo'yicha sfingomielinlar fosfolipidlarning tuzilishini eslatadi. Sfingomielin molekulari qanday bo'lmasada o'zida ham musbat (xolin qoldig'i), ham manfiy (fosfor kislotasi qoldig'i) zaryadni tutgan polyar "boshchani" va ikkita nopolyar "dumini" (sfingozinning uzun alifatik zanjiri va yog' kislotasining atsil radikalini) tutadi. Shu sababli ba'zi bir mualliflar sfingomielinlarni fosfolipidlar sinfiga kiritishadi (V.V., Menshikov N.I., Volkov 1986).

**Glikolipidlar.** Glipolipidlarning 3 ta sinfchalari mavjud: **serbrozidlar, gangliozidlar va sulfatidlar.** Bularning barchasi molekularida uch atomli spirt — glitserinni o'rni to'yinmagan aminospirt — sfingozinni yoki uning hosilasi (digidrosfingozin) ni tutadi.



### 3.8. Steroidlar

**Serebrozidlar** – molekularida fosfor kislotasi qoldig'ini ham, xolinni ham o'z tarkibida tutmaydi. Ularning tarkibiga geksoza (odatdabu D-galaktoza, qaysiki sfingozinning gidroksil gurug'I bilan efir bog'I bilan bog'langan, Hamda yuqori molekulari yog' kislotasi kiradi (uning molekulari ko'pincha 24 uglerod atomidan tuzilgan). Serebrozidlarning struktura tuzilishi quyidagi sxema bilan ifodalanishi mumkin.

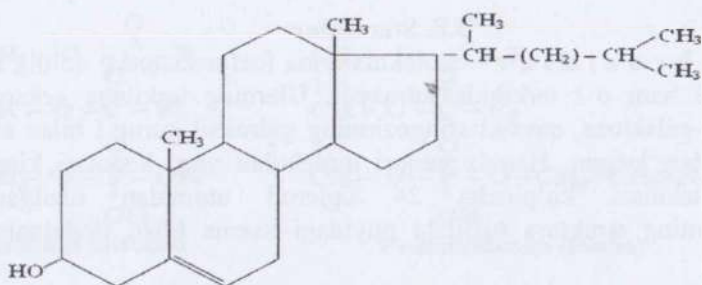
**Sulfatidlar**–molekularida geksozaning uchinchi uglerod atomi bilan birikkan sulfat kislotasi qoldig'i bo'lishi bilan serebrozidlardan farq qiladi. Sut emizuvchilarning miyasida sulfatidlar oq moddasida bo'ladi. Lekin ularning miyadagi miqdori serebrozidlarnikiga nisbatan ancha kam.

Sulfatidlar sut emizuvchilar miyasining oq moddasida bo'ladi. Lekin ularning miyadagi miqdori serebrozidlarnikiga nisbatan ancha kam miqdorini tashkil qiladi.

**Gangliozidlar** – molekularining struktura tuzilishlari bo'yicha serebrozidlarga juda o'xshash, faqat shunday farqi borki, ularga laktozaning bitta qoldig'ini o'rniga D-glyukoza, D-galaktoza, N-atsetil glyuzamin va N-atsetil neyro aminkislotalaridan tuzilgan murakkab oligosaxaridni tutadi. Gangliozidlar miyaning kulrang moddasida membran lipidlarning 60 % ini tashkil qiladi. Gangliozidlar –serebrozidlar va sulfatidlardan farq qilib asosan miyaning kulrang moddasida bo'ladi va nerv va glial hujayralarning plazmatik membranalarida mujassamlashgan.

**Steroidlar.** Steroidlar sovunlanmaydigan lipidlarga kiradi. Steroidlar o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha – murakkab siklik halqali – siklopentanpergidro-fenantrenning hosilalari hisoblanadi.

Steroidlarga, jumladan: buyrak usti bezining qobiq qismini gormonlari– mineral – va glyukortikoidlar, jinsiy gormonlar, o'tkislotalari, yurak glikozidlari kiradi. Steroidlarni 2 ta sinfga bo'lish mumkin: sterinlar va steroidlar. Steroidlardan ko'proq tarqalgani sterinlar (sterollar), ya'ni steroid spirtlar hisoblanadi.



Odam organizmida steroidlardan sterinlar (sterollar) muhim o'rinni egallaydi. Odam va hayvon organizmida sterinlarning muhim vakili — xolesterin (xolesterol) hisoblanadi.

**L e s t e r i n** — qon zardobi lipoproteinlarining (xilomikronlar, kichik zichlikdagi lipoproteinlar, juda kichik zichlikdagi lipoproteinlar) muhim komponenti, jigar va boshqa to'qimalarda esa — o't kislotalari, steroid gormonlar va boshqa steroid tabiatli moddalarning biosintezini dastlabki material bo'lib xizmat qiladi. Odam organizmida xolesterin almashinuvining buzilishi, jumladan, uning miqdorini oshib ketishi qon tomirlarini patologik o'zgarishlariga — a t e r o s k l e r o z kasalligining rivojlanishiga olib keladi. O't kislotalar oshqozon - ichak yo'lida lipidlarni (neytral yog'larning) parchalanish jarayonida (hazm bo'lishida, katta ahamiyatga ega. Steroid gormonlar moddalar almashinuvining ko'pchilik jarayonlarini boshqarib (regulyatsiya) qilib turadi.

#### Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari

**Yog' kislotalari** - 4 dan to 24 gacha karbon atomlarini tutgan uzun zanjirli soxlanmagan organik kislotalar. Ularning molekulari bitta karboksil (-COOH) guruhi va uzun nopolyar uglevodorod "bog'idan" tashkil topgan.

**To'yinmagan yog' kislotalar-** tarkibida bitta yoki bir necha qo'sh bog' tutgan yog' kislotalarni birikmalaridir.

**To'yingan yog' kislotalar-** uglevodorod zanjirida barcha karbon atomlari bo'sh valentliklari vodorod atomlari bilan to'yingan birikmalari hisoblanadi.

**Mumlar-yuqori moy kislotalari** va 16 dan 22 gacha karbon atomlarini tutgan yuqori bir atomli yoki ikki atomli spirtlarning murakkab efirlaridir.

**Fosfolipidlar**- fosfatidil kislotasining hosilasi bo'lib, tarkibida glitserin, yuqori moy kislotalari, fosfor kislotasi va o'zida azot tutgan birikmani tutadi.

**Sfingolipidlar** -molekulalari to'yinmagan ikki atomli aminospirt – sfingozin, yuqori moy kislotasi, fosfor kislotasi va azot asosi (ko'pincha xolin yoki etanolamin)dan tashkil topgan fosfatidlardir.

**Glikolipidlar**- molekulalarida uch atomli spirt glitserinning o'rniga to'yinmagan aminospirt – sfingozinni tutadi, lekin fosfor kislota qoldig'i va azot asosini tutmaydi.

**Serebroidlar**-molekulalari to'yinmagan aminospirt – sfingozin, geksoza (odatda D-galaktoza, ayrim hollarda D-glyukoza. hamda 24 ta karbon atomini tutgan yuqori yog' kislotasidan tashkil topgan glikolipidlar.

**Sulfatidlar**- tuzilishlari bo'yicha xuddi serebrozidlarga o'xshagan bo'lib, faqat geksozaning uchinchi karbon atomiga sulfat kislota qoldig'i murakkab efir bog'i bilan bog'langan glikolipidlardir.

**Gangliozidlar**- molekulasining struktura tuzilishlari bo'yicha serebrozidlarga juda o'xshash, lekin galaktozaning bitta qoldig'ining o'rniga polyar “boshchasida” – D-gluukoza, D – galaktoza hamda ularning hosilalari – N – atsetil glyukozamin va N – atsetilneyroamin kislotalari qoldiqlaridan tuzilgan murakkab oligosaxaridni tutgan glikolipidlardir.

**Steroidlar**- o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha – murakkab siklik – siklopentanpergidro fenantrenning hosilalari hisoblanadi.

### **Mavzuga oid test topshiriqlari**

#### **1. Barcha lipidlar quyidagi sinflarga bo'linadi:**

- a. neytral yog'lar, mumlar, steroidlar;
- b. aldegidlar, amino-kislotalar, fosfolipidlar;
- c. fosfolipidlar, glikolipidlar, spingolipidlar;
- d. a va b.

#### **2. Yuqori moy kislotalari bo'linadi:**

- a. cheksiz va cheklangan;
- b. oksidlangan va qaytarilgan;
- c. to'yingan va to'yinmagan;
- d. almashinadigan va almashinmaydigan.

#### **3. O'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha neytral yog'lar glitserin va moy kislotalarining:**

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| a. oddiy efirlari;    | c. siklik birikmalari; |
| b. murakkab efirlari; | d. karbon kislotalari. |



4. Neytral yog‘ (moy)lar odam organizmida qanday biologik funktsiyani bajaradi?

- a. plastik;
- b. himoya;
- c. termoregulyatsiya;
- d. Energetik.

5. Barcha biologik membranalarining asosini.....tashkil qiladi:

- a. nuklein kislotalar;
- b. steroidlar;
- c. fosfolipidlar;
- d. uglevodlar.

6. Tabiatda keng tarqalgan fosfolipidlar – bular:

- a. tserobrozid, sfingomielin;
- b. fosfadilxolin, fosfati-dilserin;
- c. fosfatidiletanolamin, fosfatidilinozit, fosfatid kislotalari;
- d. b va c.

7. Steriodlar – bular:

- a. uch atomli spirt – glitserin va yuqorimolekulali moy kislotalarining murakkab efirlari;
- b. bir atomli spirt va yuqorimolekulali moy kislotalarining murakkab efirlari;
- c. spirtlarning oddiy efirlari;
- d. murakkab xalqali siklopentan-pergidrofenantrenning xosilalari.

8. Oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibida xolesterinning miqdori ko‘payib ketishi natijasida odamlarda ..... kasalligi rivojlanadi.

- a. ateroskleroz;
- b. gipoglikemiya;
- c. qand diabeti;
- d. gipoksiya.

9. Neytral moylarning tarkibiga kiradigan ..... oziq-ovqat mahsulotlarining almashinmaydigan komponenti hisoblanadi:

- a. to‘yinmagan moy kislotalari;
- b. glitserin;
- c. to‘yingan moy kislotalari;
- d. fosfor kislotalari.

10. Suyuq moylarni qaysi reaksiyalar yordamida qattiq yog‘larga aylantirish mumkin?

- a. Eterifikatsiya;
- b. gidrogenir-lanish;
- c. oksidlanish va qaytarilish
- d. gidrotatsiya.

#### Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. “Lipidlar” tushunchasini ifodalab bering?
2. Lipidlarning tarkibida qanday kimyoviy birikmalar uchraydi?
3. Lipidlar qanday guruxlarga klassifikatsiya qilinadi?

4. Qanday moy kislotalari to'yingan va qaysilari to'yinmagan moy kislotalari deb ataladi?

5. Fosfolipidlarning o'zi qanday moddalardan hosil bo'lgan? Eng ko'p tarqalgan vakillarini kimyoviy formulalarini keltiring.

6. Glikolipidlarning komponent tarkibi fosfolipidlarni komponent tarkibidan nima bilan farq qiladi?

7. Yod soni nima? Qaysi bir yog'larni yod soni katta: o'simliklarnikimi yoki hayvonlarnikimi?

8. Rezerv va protoplazmatik yog'lar bir-biridan farq qiladimi?

9. Akrolein namunasi yordamida yog'larning qaysi tarkibiy qismini aniqlanadi?

10. Odam organizmida o't kislotalari qanday biologik funksiyalarni bajaradi?

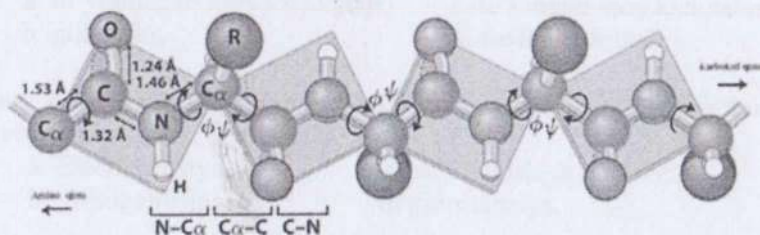
## IV BOB. OQSILLAR: TUZILISHI XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI

### 4.1. Oqsillarga umumiy xarakteristika

**Oqsillar** – tirik organizmlarning shakllanishi va rivojlanishida fundamental ahamiyatga ega. Ya'ni hayotning namoyon bo'lishini barcha asoslari oqsillar bilan bog'langan. "hayot – deb yozadi F. Engels – oqsil tanachalarining yashash tarzidir". Oqsillar miqdoriy jihatdan tirik hujayradagi barcha boshqa makromolekulalardan ustunlik qiladi va ko'pchilik organizmlarning quruq og'irligini yarmidan ko'pini tashkil qiladi. Oqsillar – faqat eng ko'p soni bo'yicha emas, balki o'zlarining funksiyalari jihatdan nihoyatda xilma-xil makromolekulalardan tashkil topgan.

Organizmnining har bir turida minglab har xil oqsillar bo'ladi. Oqsillarning turi va soni esa, ehtimol, 10 milliondan ko'proqni tashkil qiladi. Masalan, *Coli* hujayrasida 3000 atrofida har xil oqsillar bo'ladi, odam organizmida esa 50 000 dan ortiq har xil oqsil bo'ladi.

Eng ajablanarliligi shundaki, barcha tabiiy oqsillar 20 ta har xil aminokislotalardan tuzilgan, biroq tabiatda ularning xili ancha ko'p. Bu aminokislotalar juda har xil ketma – ketlikda birikishiva juda katta (ulkan) sondagi har xil oqsillarni hosil qilishi mumkin (15-rasmga qarang). Masalan, 2 ta aminokislotalardan 2 ta izomerni hosil qilish mumkin bo'lsa, 4 ta aminokislotalardan nazariy nuqtai nazardan – 24 ta izomer, 20 xil



15-rasm. Aminokislotalarning hosil bo'lishi.

aminokislotalardan esa –  $2,4 \cdot 10^{18}$  – ta har xil oqsillarni hosil qilish mumkin.

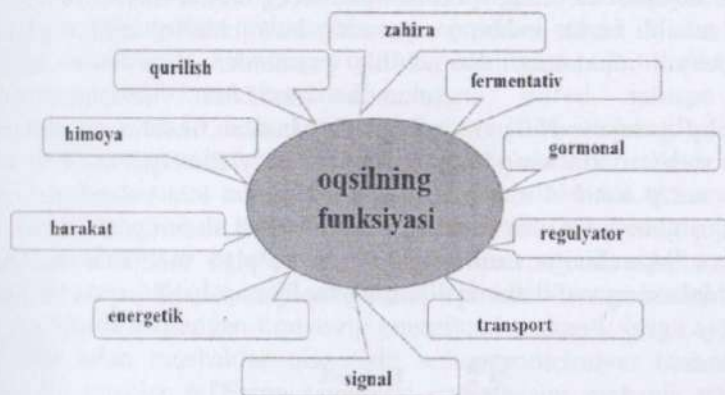
Shuni ta'kidlash mumkinki, turli organizmlarda ko'proq uchraydigan oqsillarning molekularida takrorlanayotgan aminokislotalar



qoldiqlarining soni ko'payganda (300, 400 va h.k.) mumkin bo'lgan izomerlar soni (oqsillar soni) astronomik cheksiz songa etadi.

#### 4.2. Oqsillarning biologik funksiyalari

Aytish mumkinki, tirik organizmlarda oqsillarning bajaradigan biologik funksiyalari juda ko'p va hilma hildir. Chunki hujayrada har qanday funktsiyani bajarish ximyaviy reaksiyalar bilan bog'langan, bu reaksiyalarni katalizlaydigan fermentlar oqsillardir. Quyidagi 16-rasmda



16-rasm. Oqsillarning vazifasi.

oqsillarning vazifalari sxematik ifodalangan hamda tirik organizmlarda bajaradigan asosiy va ba'zi manoda unikal funksiyalari keltirilgan.

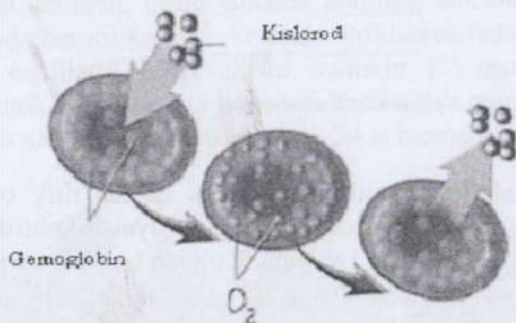
**Katalitik funktsiyasi.** Ko'plab oqsillar fermentlar (ya'ni biologik katalizatorlar) funktsiyasini bajarib, ular biokimyoviy jarayonlarni bu jarayonlarda o'zi qatnashmagan holda tezlashtirib beradigan moddalar sifatida tavsiflanadi. Misol uchun glikogen fosforilaza fermenti mushaklardagi glikogen zahiralarni buzishi natijasida mushaklarimizni ATF<sub>p</sub> ya'ni mashg'ulotlarni bajarish uchun energiya bilan ta'minlaydi. Shu sababli fermentlar funktsiyasini va ularni boshqarishni tushunish sport va mashg'ulotlar metabolizmini o'rganishda juda muhimdir.<sup>15</sup>

<sup>15</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 59)

Hozirgi vaqtda aniq bo'lgan barcha biologik katalizatorlar – fermentlar – kimyoviy tabiati bo'yicha oqsillardir. 1988 yilgacha 2100 dan ortiq fermentlar ajratib olingan. Oqsillarning bu funksiyasi juda unikal bo'lib, biologik sistemalarda kimyoviy reaksiyalarning tezligini belgilaydi.

**Regulatorlik (boshqarish) funksiyasi.** Transkripsiya faktori sifatida tanilgan oqsillar bizning genimizdagi DNK ning muvofiq qismlariga bog'lanishi va bu orqali yangi oqsillarning shakllantirishi mumkin. Genlarning transkripsiyasi va translyatsiyasi umumiy jarayoni oqsil sintezi deyiladi va uning sport hamda mashg'ulotlar metabolizmidagi muhimligi sababli bizlar ushbu jarayonning bosqichlarini ushbu qismda keyinroq ko'rib chiqamiz. Ko'pchilik garmonlar ximiyoviy tabiati bo'yicha oqsillar bo'lib organizmda moddalar almashinuvining regulyatorlik (boshqaruvchilari) hisoblanadi. Masalan, insulin, samostatin, kortiliberin va h.k. o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha oqsil hisoblanadi.

**Transport funksiyasi.** Hujayra ichi va tashqarisiga, hujayradagi organellalar ichi va tashqarisiga hamda shuningdek, tananing bir qismidan ikkinchisiga tashiladigan juda ko'plab moddalar mavjud. Ushbu moddalarning tashilishi oqsillarning faoliyati sababli paydo bo'ladi.



17-rasm. Kislorodning transportida gemoglobin oqsilining ishtiroki

Misol uchun, bizlar nafas oladigan kislorod mushaklarimizga gemoglobin oqsili – qondagi asosiy oqsil orqali tashiladi (17-rasm). Xuddi shunday, mushaklarimizdagi mioglobin oqsili olib kelingan kislorodni qabul qiladi, saqlaydi va mushak hujayrasi ichiga uzatadi. Qo'shimcha ravishda oqsillar hujayra membranasi yuzasi bo'ylab cho'zilishi va nasos



kanallari sifatida funktsiyalanishi va bu orqali muhim molekulalarning hujayra ichi va tashqarisiga oqimini boshqarishi mumkin<sup>16</sup>.

Qonning nafas olish funksiyasi, jumladan, kislorodni tashishni hemoglobin (muskul tolasi hujayra doirasida-meogloblin) oqsili amalga oshiradi, lipoproteidlar jigardan boshqa a'zo va to'qimalarga triglitseridlar, yog' kislotalari, xolesterin va boshqalarni tashiydi, ATFazalar biologik membranalar orqali turli anorganik hamda organik ionlarni tashiydi va h.k.

**Himoya funksiyasi.** Organizmda asosiy himoya funksiyasini immun sistema bajarib, organizmga tushayotgan bakteriyalar, toksinlar yoki viruslarga javoban mahsus himoya – oqsillari – a n t i t e l a l a r n i n g sintezini ta'minlaydi. Fibrinogen qonning ivishiga to'sqinlik qiladi va shu bilan qon yo'qotilishini kamaytiradi va h.k.

**Qisqartirish funksiyasi.** Muskulning qisqarish va bo'shashish jarayonida ko'pgina oqsil molekulalari qatnashadi, ularning orasida miozin va aktin eng asosiy lari hisoblanadi. Aktin va miozin oqsillari (ular mushak hujayralarining miofibrillalari ichida joylashgani sababli miofibrillar oqsillar deyiladi) ba'zan motorik oqsillar deyiladi, chunki ular mushak qisqarishi uchun javob beradi. Asosan bu oqsillar ATF bog'lari ichida saqlangan kimyoviy energiyani mexanik ishga aylantiradi. Ular shu bilan mushaklar qisqarishi uchun molekulyar bazani tashkil qiladi. Bu oqsillar ATFning kimyoviy energiyasini mehanik energiyaga aylantiradi va ularning qisqarish va bo'shashini ta'minlaydi.

**Struktura funksiyasi.** Hujayralarning tuzilish skeletlari bo'yicha ko'plab oqsillar hujayra strukturasi ta'minlash uchun xizmat qiladi. Skelet mushak hujayrasidagi muhim strukturaviy oqsillardan biri distrofin bo'lib, uning maxsus funksiyasi qisqarish apparatini (ya'ni miofibrillani) plazmatik membranaga qotirishdan iborat. Distrofin oqsilining muhimligi Dyushenn mushak distrofiyasi bilan kasallangan bemorlarni kuzatishda namoyon bo'ladi. Ushbu bemorlarning mushak hujayralari distrofinni saqlamaydi va shu sababli vaqt o'tishi bilan bemorlarning mushaklari sezilarli darajada kuchsiz va kichik bo'lib qoladi. Natijada ko'plab bemorlar yoshligidan boshlab nogiron aravachasiga bog'lanadi. Strukturaviy rolni bajaradigan oqsillarning boshqa bir muhim misollari bo'lib kollagen (teri va suyaklarimizni strukturasi tarkibida

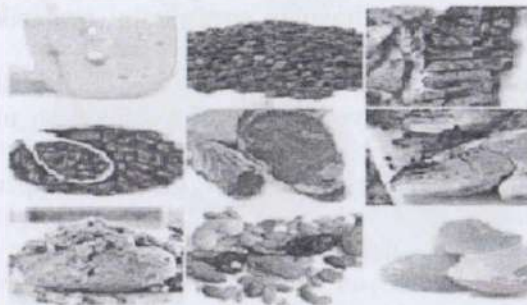
<sup>16</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 59)



bo'ladi) va keratin (soch va tirnoqlarimizni strukturasi hosil qiladi) hisoblanadi<sup>17</sup>.

Oqsillar hujayra organoidlarining barchasini tarkibiga kiradi. Struktura funksiyasini bajaradigan oqsillar, odam organizmining boshqa oqsillari orasida o'zlarining miqdorlari bo'yicha birinchi o'rinni egallaydi. Ularning orasida biriktiruvchi to'qimadagi – kollagen, soch, tirnoq va teridagi – k e r a t i n, tomirlarning devoridagi – elastinlar muhim vazifalarni bajaradi.

**Immunologik.** Anti tanachalar immunotizim hujayralari tomonidan ishlab chiqiladigan oqsillar bo'lib, ular infeksiyalarga qarshi kurashda muhim ahamiyat ega bo'ladi. Bu oqsillar bakteriya va viruslar kabi begona moddalarni (ya'ni antigenlarni) fagotsitoz jarayoni orqali ajratadi va neytrallashtiradi. Infeksiyalarga qarshi kurashishning ushbu muhim bo'lganligi sababli o'z ratsionigizda etarli darajada oqsillarni qabul qilishimiz va antitanachalarni muvofiq ishlab chiqarish zarurdir. Gripp va qizamiq kabi tarqalgan kasalliklardan vaksinatsiya qilinganida o'lgan yoki zaif virusning kichik bir miqdori kiritiladi va bu tanada muvofiq oqsillarni (antitanachalarni) ishlab chiqarishga va keyinchalik ushbu kasallikka uchraganida samarali immunologik javob qaytarishga keltiradi<sup>18</sup>.



18-rasm. Oqsilga boy mahsulotlar

**T o ' y i m l i o z i q a f u n k s i y a s i.** Bu funksiyani rezerv oqsillar – tuxumning albumini, sutning kozeini, dukkaddoshlarning urug'ida zahira oqsillar bajaradi. 18-rasmda oqsilga boy mahsulotlar keltirib o'tilgan. Oqsillarning tirik organizmlarda bajaradigan funksiyalari

<sup>17</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 59)

<sup>18</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 59)

ana shular bilan cheklanib qolmaydi. Aksincha, hujayralarda hech qanday biologik funktsiya oqsillar ishtirokisiz bajarilmaydi.

**Toksik funktsiya s i.** Ko'pchilik hayvonlar zaharlarining tarkibidagi toksinlar o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha peptidlar yoki oqsillar hisoblanadi. Ilon zaharlarining neyro - va sitotoksini, asalari zaharining apamini, qovoq ari zaharining - orientotoktoksini, toksik fosfalipazalari va boshqalar misol bo'la oladi.

**Energetik funktsiya s i.** Ozuqa moddalari tarkibida organizmlarga kirayotgan oqsillarning bir qismi energiya manbai bo'lib hizmat qiladi. Sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarda ularning sutkalik energiyaga bo'lgan ehtiyoji 13-14 % oqsillar hisobiga ta'minlanadi. Sportning tezkorlik - kuchlilik turlari bilan shug'ullanadigan sportchilarda bu ko'rsatkich 15-17 % ni, shtanga, kulturizm, og'ir tosh ko'taradigan sportchilarda 18-20 % ni tashkil qiladi.

**Retseptorlik funktsiya s i.** Bir qator oqsillar odam va hayvon hujayralarining tashqi sirtida joylashib, turli garmonlar, vitaminlar, neyromediatorlar va boshqa fiziologik faol moddalarning retseptorlari bo'lib hizmat qiladi, ya'ni ularni spetsifik ravishda tanlab bog'lab olib ta'sirlarini hujayra ichiga uzatadi.

**Signal birish.** Ko'plab oqsillar hujayralar orasida va ichida aloqani ta'minlashda signal berish kabi vazifani bajaradi. YUqoridagi takidlangan misolda mushak hujayrasining hujayra membranasidagi insulin retseptorlari oshqozon osti bezidan chiqqan insulin bilan bog'lanadi (ya'ni hujayradan hujayraga aloqa va u o'z navbatida hujayra ichiga signallar kaskadini boshlaydi (ya'ni hujayra ichida aloq va glyukoza yutilishini oshiradi. Insulin signallari kaskadida ishtirok etadigan aniq oqsillar tadqiqotlarning mavzusi bo'lib qolishiga qaramay, shunday taxmin mavjudki, ular kinaza deyiladigan oqsillar aniq oqsilni fosforlanishi orqali bir qator fosforlanish reaksiyalari hisobiga boradi. Bu o'z navbatida boshqa oqsilning fosforlantirishiga olib keladi. Bu ketma-ketlik hujayraning muvofiq javobi olinganigacha davom etadi. Xuddi shunday, davomiy va qaytariladigan mashqlarni (masalan, mashg'ulotni) bajarganimizda bizning mushak hujayralarimiz ham hujayra ichi va hujayra tashqi signallarga javob beradi va ular o'z navbatida muvofiq signallar kaskadini faollashtirib, mushaklarida mashqlar ta'sirida yuzaga kelgan metabolik stressni samarali engishga yordam beradi. Oqsillarning signal beruvchi molekulari sifatida tushunishning eng oddiy yo'li ularni domino yo'ni sifatida tasavvur qilish mumkin. Misol uchun, signallar paydo bo'lganida (ya'ni birinchi domino tushib ketganida), u keyingi



dominoni tushiradi va domino zanjirini kerakli javob olguncha tushirishda davom ettiradi.<sup>19</sup>

### 4.3. Oqsillarning elementlar tarkibi

Odam va hayvonlarning to'qima va organlari oqsillarga ko'proq boy bo'ladi. Jumladan, muskullar, taloq va buyraklarda oqsillarning hissasiga quruq massaning 70-80% dan ko'prog'i, odamning butun tanasida esa – quruq massaning 45% to'g'ri keladi. Hayvon to'qimalariga nisbatan o'simliklarda oqsil ancha kam bo'ladi. Faqat dukkardoshlarning

Oqsilning elementar tarkibi %

Uglevod	50,5-54,5
kislorod	21,5-23,5
azot	15,0-17,6
vodorod	6,5-7,3
oltingugurt	0,5-2,5

urug'larida (20-35 %) va boshqodoshlarning donlarida (10-13 %) ko'proq bo'ladi. Hamma oqsillar tarkibida beshta elementni – uglerod, vodorod, kislorod, azot va oltingugurtni tutadi. 5-rasmda oqsillar elementar tarkibi foizda keltirilgan. Azotning miqdorini o'rtacha qiymati ko'pchilik oqsillarda 16% ni tashkil qiladi. Undan ozuqa bilan kirayotgan oqsillarni miqdorini hisoblash hamda organizmda oqsillarni sarflanishini aniqlash uchun foydalaniladi. Ozuqa bilan kirayotgan jami azotni yoki almashinuvning barcha azot tutadigan oxirgi mahsulotlarining tarkibidagi organizmdan chiqarilayotgan azotni miqdorini bilib olib, organizmga kirayotgan yoki sarflanayotgan oqsilni aniqlash mumkin. Buning uchun ozuqaning yoki almashinuvning oxirgi mahsulotlari azotini  $6,25 \left( \frac{100}{16} = 6,25 \right)$  ko'effitsientga ko'paytiriladi. Masalan, almashinuvning oxirgi mahsulotlarini 15g azotni 93,75g oqsilni sarflanganligiga to'g'ri keladi.

Ba'zi bir oqsillarning tarkibiga fosfor, temir, rux, yod, mis, kobalt va boshqalar kiradi. Ayniqsa bu elementlar ferment-oqsillarning faol

<sup>19</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Hey-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 59)

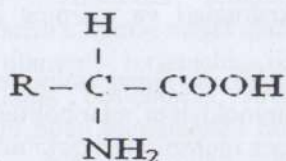


markazida joylashgan bo'ladi. G'ishtlarni terib uyni ko'targani kabi, aminokislotalar oqsillar bloklerini qurishadi. Oqsillarni tuzish uchun 20 ta aminokislotalar mavjud bo'lib, ulardan sakkiztasi asosiy aminokislotalar deyiladi, chunki ularni odam tanasi sintez qila olmaydi va shu sababli ular tanamizga iste'mol qiladigan ovqatlarimiz orqali tushadi. Qolgan 12 ta aminokislotalar ikkilamchi aminokislotalar deyilib, odam tanasi ularni hujayralarda mavjud moddalar orqali sintez qilishi mumkin. Har bir aminokislotalaning o'ziga xos nomi bitta yoki uchta harflar bilan belgilanishi mumkin.

#### 4.4. Aminokislotalar

Aminokislotalarning barchasi bitta umumiy struktura orqali tasvirlanishi mumkin. Har bir aminokislota markaziy uglerod atomidan va unga bog'langan aminoguruh, karboksil guruh, vodorod atomi va turli xil yon zanjir guruh (R bilan belgilangan) dan iborat bo'ladi. R guruh har bir aminokislota uchun turli xil bo'ladi va bu guruh orqali aminokislotalar o'zining unikal xarakteristikasi va o'ziga xosligiga ega bo'ladi. Fiziologik pH da amino- va karboksil guruh muvofiq ravishda musbat va manfiy zaryadli ionlanadi. Bu shakl odatda amfoter ion shakli deyiladi. SHU sababli aminokislotalarning umumiy zaryadi neytral bo'ladi, agarda yon zanjir ham zaryadga ega bo'lmasa.<sup>20</sup>

**Aminokislotalar** – oqsil molekularining qurilish bloklari hisoblanadi



Hamma oqsillarning molekulari 20 ta har xil aminokislotalarning qoldiqlaridan tuzilgan va ularning umumiy struktura formulasi quyidagi ko'rinishga ega: R – radikal umumiy formuladan ko'rinishidiki, barcha aminokislotalar bir-birlaridan radikallarining (R) kimyoviy tabiati bilan farq qiladi. Faqat radikallari tufayli oqsillarni boshqa biopolimerlarga xos bo'lmagan, qator unikal funktsiyalari bor va kimyoviy individualikka ega.

<sup>20</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. ( page 62)

Istisno sifatida faqat prolin aminokislota bu formulaga bo'ysinmaydi. Qolgan 19 ta aminokislota ushbu formulaga bo'ysinadi. Aminokislotalar o'zlarining qator xususiyatlari asosida klassifikatsiya qilinadi:

- radikallarining kimyoviy tabiati bo'yicha – atsiklik yoki alifatik (alanin, leysin, izoleytsin, lizin va h.k.), aromatik (tirozin, fenilalanin) va geterotsiklik (triptofan, gistidin, prolin) amino kislotalarga bo'linadi;

- funksional guruhlarning miqdori (soni) bo'yicha – monoaminomonokarbon (alanin, serin, tirozin va h.k.), monoaminodikarbon kislotalar (asparagin va glyutamin kislotalari) va diaminomonokarbon kislotalar (arginin va lizin) bo'linadi;

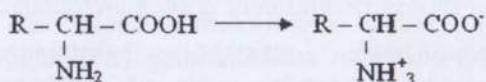
- radikallarning polyarligi bo'yicha – polyar, lekin zaryadlanmagan – gidrofil aminokislotalar (glitsin, serin, tirozin, sisteyn, asparagen va glyutamin), nopolyar – gidrofob aminokislotalar (alanin, valin, leysin, izoleytsin, prolin, metionin, fenil, alanin, triptofan),

- manfiy zaryadlangan (nordon) aminokislotalar (asparagen va glyutamin kislotalari) va musbat zaryadlangan – ishqoriy aminokislotalar (arginin, lezin, gestiden) bo'linadi;

- odam va hayvon organizmida sintezlanish yoki sintezlanolmaslik qobiliyati bo'yicha – almashinadigan va almashinmaydigan aminokislotalarga bo'linadi.

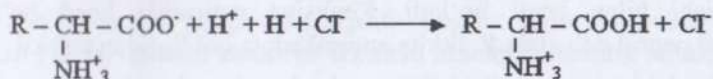
Almashinadigan aminokislotalar ozuqa moddalari tarkibida kamroq bo'lsa, hujayralarning o'zi ularni boshqa aminokislotalar yoki moddalar almashinuvining metabolitlaridan sintezlay oladi almashinadiganlariga 11 ta aminokislota – glitsin, alanin, serin, sestein, arginin, prolin, tirozin, asparagin va glutamin kislotalari va ularning amidlari – asparagin va glutamin kiradi.

Ikkinchilari – almashinmaydigan aminokislotalar odam va hayvon organizmlarida boshqa aminokislota metabolitlardan hosil bo'lmaydi va ular organizmga faqat ozuqa mahsulotlari tarkibida kirib turadi, ularni 9 ta aminokislota – valin, leysin, izoleytsin, lizin, metionin, treonin, fenilalanin, gistidin, triptofan tashkil etadi. Oqsillarni tarkibiga kiradigan



aminokislotalar faqat L-izomerlar, ya'ni L-aminokislotalardan tashkil topgan. Amalda hamma aminokislotalar amfoterlik xususiyatiga ega, ya'ni neytral suvli eritmalarda dipolyar formaga aylanadi:

Kislotalik muhitda asos sifatida:



ishqoriy muhitda esa – kislota sifatida dissotsiyalanadi:



Aminokislotalar suvda eriydi. Ularning xususiyatlari faqat amino – va karboksil guruhlarining sonigagina emas, balki radikal va unga kirayotgan boshqa funksional guruhlarga ham bog‘liq bo‘ladi.

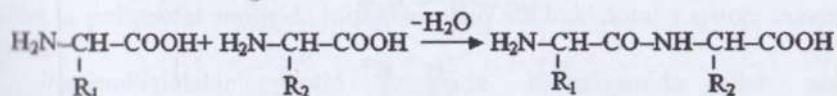
Aminokislotalarning xarakterli rangli reaksiyalar bo‘lib – ningidrin reaksiyasi (ko‘k rang ) va ftordinitrobenzol (FDNB – Senger reaktivi bilan reaksiya (sariq rang) xizmat qiladi.

Ksantoprotein reaksiyasi siklik aminokislotalar – fenilalanin va tirozinni, Fol reaksiyasi esa – oltingugurt tutgan aminokislotalar – sistein va metioninni aniqlash uchun xizmat qiladi.

#### 4.5. Oqsillarning tuzilishi va struktura tashkil topishi

Oqsillar tanamizdagi kichik mashinalar sifatida ko‘rilishi mumkin. Oqsillarning yirik kompleks strukturasi aminokislotalar uglevodlar va yog‘larga nisbatan kattaroq molekulalardir.

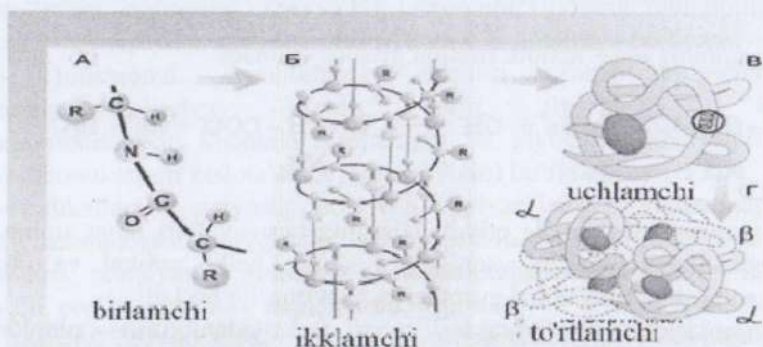
Oqsillar strukturasi ularning birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi, to‘rtlamchi va ba‘zi hollarda beshlamchi strukturaga ega bo‘lgan kompleksligi darajasi oshishi bilan tavsiflanishi mumkin.<sup>21</sup> Oqsillar – bu o‘zaro kovalent peptid bog‘lari bilan bog‘langan har xil aminokislotalarning **geteropolimerlaridir**.



<sup>21</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 62)



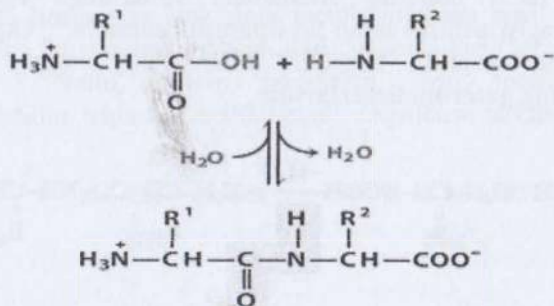
Kovalent peptid bog'i – bir aminokislotaning karboksil guruhi va ikkinchi aminokislotaning aminoguruhining o'zaro ta'sirida bir molekula suv ajralishi bilan hosil bo'ladi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan mahsulotni peptid deb ataladi. Ikkita aminokislota qoldig'idan tashkil



19-rasm. Oqsil molekullarining tuzilishi.

topgan bo'lsa – dipeptid, uchtdan – tripeptid, to'rttdan – tetrapeptid, beshtadan – pentapeptid, o'ntadan – dekapeptid deb ataladi. O'nglab, yuzlab minglab aminokislota qoldiqlaridan tuzilgan bo'lsa – oqsil molekullarining polipeptid zanjiri hosil bo'ladi.

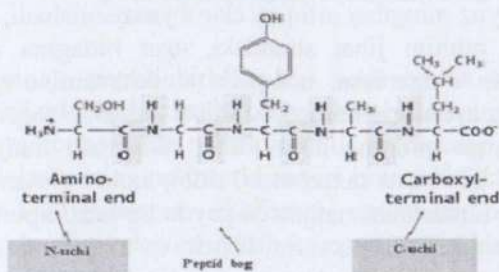
Polipeptid va oqsillarga xarakterli rangli reaksiya – bu biuret reaksiyasi: oqsil yoki polipeptidning ishqoriy eritmasiga ozgina mis sulfatning kuchsiz eritmasidan qo'shilsa, binafsha rang hosil bo'ladi. Oqsillarning molekullarini strukturasi murakkabligi va o'ziga xos tuzilishga ega. Oqsil molekulasining struktura



20-rasm. Aminokislotalarning birkib peptid bog'larni hosil bo'lishi

tuzilishini to'rtta darajasini ajratadi: birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalar (19-rasm). Oqsillarning birlamchi strukturasi deb peptid zanjirini tuzish maqsadida peptid bog'lar (bitta aminokislotaning karboksil guruhi uglerod atomi va ikkinchi aminokislotaning aminoguruhi azot atomi orasidagi kovalent bog') orqali birikkan aminokislotalarning chiziqli tartibiga deyiladi. Peptid bog' shakllanganida suv molekulasini hosil bo'ladi va bu reaksiyani sintez kondensatsion reaksiya bo'lishiga olib keladi (20-rasm).

### Oqsil tuzilishi



21-rasm. Peptid bog' da mavjud bo'lgan oqsilning birlamchi tuzilishi.

Aksincha, peptid bog'ining uzilishida gidroliz reaksiyasi misol bo'ladi. Chunki bu erda suv molekulasini talab qilinadi. Peptidlar hosil bo'lishida formulaning chap tomonda erkin aminoguruh (N-CHegara deyiladi) va o'ng tarafda erkin karboksil guruh (S-chegara deyiladi) joylashadi (21-rasm). Aminokislotalar soniga muvofiq mavjud sonlarni xarakterlash uchun soni old qo'shimchalardan foydalanishi mumkin. Misol uchun: di-ikki, tri-uch, tetra-to'rt, penta-besh, geksa-olti, hepta-etti, okta-sakkiz, nona-to'qqiz va deka-o'n va hakoza.

Oligopeptid atamasi 10-20 ta aminokislotalardan iborat peptid bog'ni ifodalash uchun ishlatiladi. Polipeptid atamasi 20 tadan ko'p aminokislotalarni saqlagan yirik peptidni tavsiflash uchun ishlatiladi. Ba'zi hollarda polipeptid zanjirida mingdan ortiq aminokislotalar qatori mavjud bo'ladi.

Aminokislotalar peptid zanjirida birlashganida ular endi aminokislotalar qoldiqlari deb yuritish mumkin. Olimlar ularning peptidlardagi joylashuvini aminokislotalarning uch harfli kodidan so'ng tartib raqamini yozish orqali belgilashadi. Misol uchun, ser-473 aminokislotalar qatorida 473 bo'lib joylashgan serin aminokislotasini



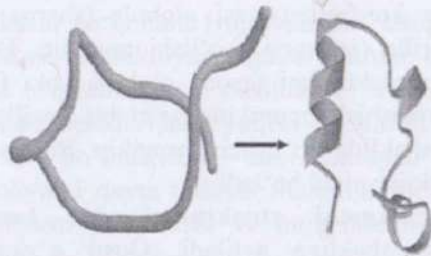
bildiradi. N-chegaradagi aminokislota I raqami bilan ko'rsatiladi. Bu genlarimizdagi genetik axborot bo'lib, u hujayralarimizni yangi oqsillarni ishlab chiqarish uchun maxsus aminokislota tartibida amalga oshishini boshqaradi. Faqat 20 ta aminokislotalar mavjudligiga qaramay, shuni e'tiborga olish lozimki, peptid qatordagi aminokislotalar kombinatsiyasi har bir oqsilga uning maxsus vazifasini belgilab beradi. SHubhasiz, bu kombinatsiya 20 n variatsiyaga ega bo'lishi mumkin, bu erda n polipeptid zanjirdagi aminokislotalar sonini ko'rsatadi. Har bir maxsus oqsilni tayyorlaydigan aminokislotalar qatori bunda alifbo harflari o'zaro birlashib so'zlarni yasashga o'xshatilishi mumkin. Ingliz alifbosida 26 ta harf bo'lgani bilan ular yuz mingdan ortiq so'zlarni yasay olishadi.

Boshqa bir muhim jihat shundaki, agar bittagina aminokislota o'zining vaziyatidan o'zgartirsa, u oqsilni strukturasi o'zgarishiga va hatto zararli shaklga aylantirish mumkin. Misol uchun, o'roqsimon hujayra anemiyasi (organlarga qonning tor oqimda etkazilishi natijasida paydo bo'ladigan anormal qizil qon tanachalari) tibbiy holati glutamatning valin bilan 6-pozitsiyada almashishi natijasida paydo bo'ladi. Sport biokimyosi fanlari nuqtai nazaridan ko'proq serin, tirozin va treonin aminokislotalari muhim ahamiyatga ega bo'lib, bu aminokislotalar mashqlar davomida fosforlanishiga olib keladi. Natijada oqsilni faol yoki faolsiz qiladi. Misol uchun, adenozin monofosfatkinaza (AMFK) oqsili mashqlar davomida ser-172 da fosforlanadi va ushbu oqsil mashq'ulotlar davomida glyukozaning mushakda so'rilishini oshirish uchun va mashq'ulotlarni muvofiqlashtirishni signal beruvchi asosiy boshqaruvchi oqsillar muhim hisoblanadi.

**Ikkinchi struktura.** Polipeptid zanjirining asosi uning butun uzunligi bo'ylab to'g'ri chiziqni tashkil qilmaydi. Aksincha, u bir qator alohida shakllarning spiralashi bilan boradi va bu orqali uch fazoli struktura paydo qilishga sabab bo'ladi. Oqsillarning **ikkilamchi strukturasi** deb polipeptid zanjirining qisqa kesimi shakliga aytilib, u alfa spiral yoki beta burmali qatlamlar deyiladigan ikkita umumiy shaklga spiralashi mumkin (22-rasm).

Ikkilamchi strukturaning ikkala shaklida ham oqsillar vodorod bog'lar orqali mustahkamlanib, bu bog' kislород kabi yon turgan elementlar orasida polipeptid asos bo'ylab doimiy intervallarda shakllanadi. Vodorod bog' qisman musbat zaryadli vodorod atomi va qisman manfiy zaryadli kislород yoki azot atomi orasidagi nokovalent bog' shaklidir. Vodorod bog'lar kovalent bog'larga nisbatan kuchsizroq





Birlamchi struktura      Ikkilamchi struktura

22.rasm Oqsilning birlamchi strukturasi spirallanib ikkilamchi strukturani hosil qilishi

bo'lganiga qaramay, peptid birliklardagi vodorod va kislorod atomlari orasidagi sezilarli miqdordagi vodorod bog'lar oqsillarning ikkilamchi strukturasi barqarorlashtirish uchun etarli darajada kuch beradi.<sup>22</sup>

Oqsil molekulasi polipeptid zanjiri bitta tekislikda joylashmaydi, balki u ma'lum konfiguratsiya – ikkilamchi strukturani hosil qiladi. Oqsil molekulasi konfiguratsiyasi tartibsiz emas, u birlamchi strukturaga muvofiq xolda joylashadi.

Polipeptid zanjirlarining ikkita –  $\alpha$  – n vab - konfiguratsiyalari ko'proq o'rganilgan. Polipeptid zanjiri fazoda spiral ko'rinishida ( $\alpha$  - konfiguratsiya yoki  $\alpha$  -struktura) joylashadi. Faraz qilinayotgan molekulalarning silindrning atrofidagi har bir aylanmani to'rtta aminokislota qoldig'i (3,6) hosil qiladi. Bu spiral struktura polipeptid zanjirlarining - CO - NH - guruhlarining o'rtasida vodorod bog'larini bo'lishi bilan turg'un (barqaror) bo'ladi. Ba'zi bir oqsillar b-konfiguratsiyani (b-strukturani) hosil qiladi. Bu struktura bir-biriga burchak hosil qilib joylashgan yaproqlarning ketma-ket qatoriga o'xshaydi (qat-qat burmali struktura).

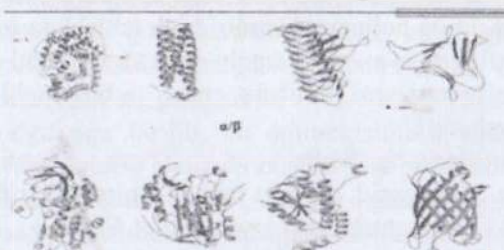
**Uchlamchi struktura.** Barcha tabiiy oqsillar yanada yuqori tartibdagi fazoviy tuzilishga - uchlamchi strukturaga ega. Bu strukturani hosil qilishda va uning barqarorligini ta'minlab turishda har xil noqovaleant bog'lar: vodorod, ion va disulfid bog'lari hamda gidrofob o'zaro ta'sir kuchi ishtirok etadi.

<sup>22</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 62-65)

Oqsil molekulalarining konfiguratsiyasi globula (sharga o'xshash yoki tuxumsimon) yoki fibrilla (ipsimon) bo'lishi mumkin. Boshqacha qilib aytganda oqsillarning molekulalari fazoda globula yoki fibrilla shaklida yanada kompaktroq joylashishi mumkin. Ba'zi bir oqsillar ham globula shaklida, ham fibrilla shaklida bo'lishlari mumkin. Bunga muskullarning qisqartiruvchi oqsili - aktin misol bo'ladi.

**Oqsillarning uchlamchi strukturasi** deb butun polipeptid zanjirining uch fazoli shakliga aytiladi. Oqsil o'zining uchlamchi strukturasi spiralanganidagina funksiyalanishi mumkin. Oqsillarning uchlamchi strukturasi uch fazoli shakli tufayli birlamchi strukturada eng uzoqda joylashgan aminokislotalar endi bir-biriga yaqinroq turishi mumkin (23-rasm).

### *Oqsillarning uchlamchi strukturasi*



23-rasm. Oqsil o'zining uchlamchi strukturasi

Kimyoviy bog'larning ko'pchiligi oqsillarning uchlamchi strukturasi boshlash uchun javob berib, ularning orasida eng kuchlisi kovalent disulfid bog' hisoblanadi. Disulfid bog'lar sistezin aminokislotalari ikkita monomerining sulfidril guruhi orasida hosil qilinadi va kimyoviy C-C bog' deb belgilanadi. Boshqa tez-tez uchraydigan, ammo kuchsizroq bog'larga vodorod bog'lar, ion bog'lar va gidrofob o'zaro ta'sir qiladi. Oxirgisi oqsillarning uchlamchi strukturasi shaklini tuzishda ham yordam beradi, chunki ba'zi aminokislotalar suvga tortiladi (ya'ni gidrofil), ba'zilari esa suvdan qochadi (ya'ni gidrofob).

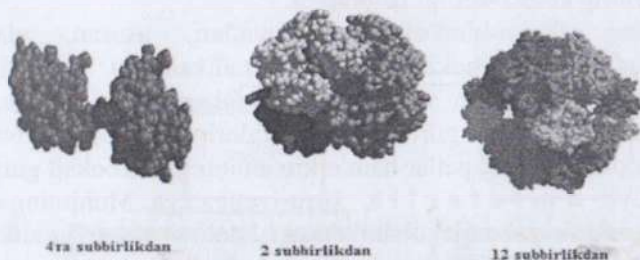
Hujayradagi oqsillarning katta qismi suvli sharoitlarda mavjud bo'lishi sababli, gidrofob aminokislotalar oqsillarning markaziy qismida, oqsil yuzasidan imkon qadar chuqurroqda joylashadi, "suvni yaxshi ko'ruvchi" gidrofil aminokislotalar esa oqsilning yuzasida, suv bilan ta'sirlashadigan muhitda joylashadi. Issiqlik, erkin radikallarning ajralishi va pH ko'rsatkich o'zgarishi hujayra oqsillarning uchlamchi strukturasi uzishi mumkin. Bu holatda oqsil denaturatsiyalangan deyiladi. Natijada



o'zining funksiyalarini yo'qotadi. Hujayralarda issiqlik zarbasi oqsillari deb ataladigan yuqori molekulyar oqsillar guruhi mavjud bo'lib, ular shikastlangan va o'ralmagan oqsillarni ularning funksiyalarini tiklashishiga yordam beradi. Hatto yuqori chidamlili intensiv mashqlarni bajarishdan keyin bo'linishdan ham issiqlik zarbasi oqsillari mushaklardagi faoliyatni qayta tiklashi mumkin. Bu oqsillar mashqlarda shikastlangan oqsillarni ta'mirlashi va hujayralarni keyingi bo'linishga tayyorlashi mumkin.

Uchlamchi struktura - aminokislotalarning miqdori va aminokislotalarning galma-gallanishi, ya'ni oqsilning birlamchi strukturasi bilan oldindan belgilangan polipeptid zanjirining fazoda joylashishi har bir oqsil uchun unikal hisoblanadi. Hozirgi vaqtda qator oqsillarning, jumladan, mioglobin, gemoglobin, pepsin, ximotripsin, lizotsim, ribonukleaza, tripsin va uning ingibitori, insulin, sitoxrom, va boshqalarning uchlamchi strukturalari o'rganilgan.

**To'rtlamchi strukturasi.** Oqsillarning to'rtlamchi strukturasi - bu o'zlarining birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturalari bo'lgan alohida polipeptid-zanjirlarining (subbirliklarning) birikmasi bo'lib, struktura va funktsional vazifalari bo'yicha yagona murakkabroq oqsil molekulasidir.



24-rasm. Oqsilning to'rtinchi strukturasi

24-rasmda oqsilning to'rtlamchi strukturasi ko'rinishi keltirilgan. Ko'pincha uni subbirlikli struktura deb ataladi. Masalan, insulin - 2 ta, gemoglobin 4 ta, laktatdehidrogenaza fermenti - 5 ta subbirlikdan tuzilgan. Ba'zi oqsillar bittadan ko'p polipeptid zanjirlaridan iborat bo'lishi mumkin va bu hollarda **oqsil to'rtlamchi** strukturaga ega deb yuritiladi. Har bir polipeptid zanjir (yoki birlik)ning boshqa polipeptid zanjir (yoki birlik)ga nisbatan strukturaviy joylashuvi sifatida tavsiflanadi. Har bir subbirlikni ushlab turuvchi bog'lar uchlamchi strukturadagi kabi bo'ladi.



To'rtlamchi strukturali oqsillarning misoli gemoglobin – qonidagi kislorodni hujayra va to'qimalarga tashish uchun javobgar bo'lgan oqsil hisoblanadi. Gemoglobin to'rtta subbirlikdan, ya'ni ikkita  $\alpha$ -globin birligi va ikkita  $\beta$ -globin birligidan iborat. Mushak hujayralarining qisqarish apparatidagi miozin oqsili oltita subbirlikdan iborat bo'lib, ularning ikkitasi miozin og'ir zanjirlari, to'rttasi esa miozin engil zanjirlari sifatida ma'lum.<sup>23</sup>

Oqsillarning to'rtlamchi strukturasi mustahkam ushlab turishda vodorod, ion va boshqa nokovalent bog'lar hamda qisman kovalent disulfid (-C-C-) bog'lari ishtirok etadi. Har bir subedinita alohida o'zi biologik faollikka ega emas, faqat ular birgalikda yagona bir funksiyani bajaradi.

#### 4.6. Oqsillarning fizik-ximiyaviy xossalari

Oqsillarning eng xarakterli fiziko-kimyoviy xususiyatlari - bu eritmalarining yopishqoqligi, bir oz diffuziyasi, katta miqyosda shishish qobiliyati, optik faolligi, elektr maydonida harakatchanligi, 280 nm to'liq uzunligida ultrabinafsha nurlarini yutish qobiliyatlaridir. Har bir oqsilning tuzilishi va biologik vazifasi bo'yicha spetsifikligini faqat unga xarakterli bo'lgan aminokislotalarning tarkibi va polipeptid zanjiridagi aminokislotalarning ketma-ketligi belgilaydi.

Oqsillarning fiziko-kimyoviy xususiyatlari, asosan, ularning tarkibiga kiradigan aminokislotalarning radikallarini tabiati va xususiyatlariga, hamda erkin funksional guruhlarining miqdoriga, shu jumladan, amino va karboksil guruhlarining miqdoriga ham bog'liq bo'ladi.

Aminokislotalar kabi oqsillar ham erkin amino va karboksil guruhlari bo'lganligi tufayli **amfoterlik** xususiyatiga ega. Muhitning qat'iy ma'lum reaksiyasida oqsil molekularining kislotali va ishqorli radikallari neytrallashadi va molekula neytral bo'lib qoladi. Reaksiyaning ana shu o'lchami **izoelektrik nuqta** (pI) nomi bilan yuritiladi. Ko'pchilik oqsillar uchun pH ko'rsatkichining 4 – 7 doirasida bo'ladi. Ammo ba'zi bir oqsillar uchun u kuchli kislotali (pepsin – pH=1) yoki kuchli ishqorli (giston – pH=10) bo'lishi mumkin. Oqsil molekularining ham vodorod, ham gidroksil ionlarini bog'lab olish qobiliyati ular qon va har xil a'zolarining hujayralaridagi buferlik xususiyatini belgilaydi.

<sup>23</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 65)

Masalan, qonning asosiy buffer sistemasi bo'lib eritrotsitlardagi gemoglobin oqsili xizmat qiladi.

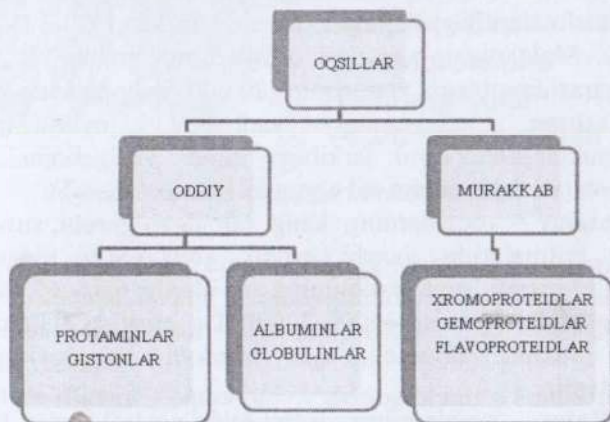
Oqsillar yuqori molekulyar birikmalarga kiradi. Ularning molekulyar massalari 5000 dan to 1 000 000 daltongacha va undan ham ko'proq bo'ladi.

Oqsillar molekulari katta bo'lishi sababli suvda kolloid eritmalarni hosil qiladi. Ularning turg'unligi oqsil molekulasida o'ziga xos suv qobig'ini (pardasini) va ma'lum elektr zaryadini bo'lishiga bog'liq. Suv qobig'i buzilganda oqsilning eruvchanligi kamayadi va ular cho'kmaga tushadi. Suvda erigan oqsillar yuqori harorat ta'sirida, og'ir metallarning ta'sirida cho'kmaga tushadi. Bu cho'kmalar qaytadan erish qobiliyatiga ega emas.

Denaturatsiya deb atalgan orqaga qaytmaydigan hodisani asosida oqsil molekulari ustki (sirtqi) qatlamining tuzilishini o'zgarishi, ularning ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalarini o'zgarishi yotadi. Agar denaturatsiya qaytar bo'lsa, uni **renaturatsiya** deb ataladi.

#### 4.7. Oqsillarning klassifikatsiyasi

Oqsillar o'zlarining kimyoviy tarkibi bo'yicha - oddiy (proteinlar) va **murakkab** (proteidlar) oqsillarga bo'linadi(25-rasm).



25-rasm/Oqsillarning klassifikatsiyasi

Barcha oqsillar sodda va murakkab tuzilishiga bo'yicha ikki katta guruhga: oddiy oqsillar, bular bir komponentli bo'lib, ular gidroliz qilinganda faqat aminokislotalar hosil bo'ladi. Ikkinchisi esa murakkab oqsillar bo'lib, tarkibida aminokislota va qo'shimcha guruhlar bo'ladi.



Qo'shimcha modda protsetik guruhlardan iborat bo'lib, ular lipid, uglevod, nuklein kislotalar birlishi mumkin.

Murakkab oqsillarni protsetik guruhiga ko'ra lipoprotein, glikoprotein, xromoprotein va nukleoproteinlar deb ataladi.

#### 4.8. Oddiy oqsillar

Oddiy oqsillar o'zining tarkibida faqat aminokislotalar qoldiqlarini tutadi. Ularga protaminlar, gistonlar, albuminlar, globulinlar, prolaminlar va glyutelinlar kiradi.

**Protaminlar va gistonlar**- yadroda joylashgan, kuchli ishqorli, molekulyar massalari uncha katta emas (5000 - 20 000 DA) va bajaradigan funksiyalari bo'yicha nuklein kislotalari bilan bog'langan. Protaminlar - kuchli ishqorlik hususiyatiga ega, chunki ularning tarkibini 60-85 %ni arginin tashkil qiladi. Protaminlar hozirgi zamon tushunchasi bo'yicha oqsil emas, balki peptidlardir, chunki ularning molekulyar massalari 5000 daltondan oshmaydi. Ular tarkibida DNK tutgan murakkab oqsillar - dezoksiribonukleoproteidlarni strukturasi oqsil komponentini tashkil qiladi.

Gistonlar ham ishqorlik xarakteriga ega, ularning tarkibiga arginin va lizin aminokislotalari kiradi, lekin ularning miqdori 20-30% ni tashkil qiladi holos. Molekulyar massalari oqsillarning molekulyar massalarini pastki chegarasidan biroz yuqoriroq (20 000 daltongacha boradi). Bu oqsillar asosan hujayraning yadrosida joylashgan bo'lib dezoksiribonukleoproteinlarni tarkibiga kiradi va genomni metabolik faolligini boshqarishda muhim rol o'ynaydi.

**Albuminlar** – oqsillarning keng tarqalgan guruhi, suvda va NaCl va NaSO<sub>4</sub> eritmalarida yaxshi eriydi, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning to'yingan eritmalarida erimaydi, qon zardobining oqsillarini 65 – 62 % ni tashkil qiladi. Molekulyar massasi 35000-70000 Da atrofida. Ularning asosiy vakillari - tuxum albumini, qon zardobi va sut albuminlari, mioalbuminlardir.

**Globulinlar** – suvda erimaydigan, lekin neytral tuzlar, ishqorlar va kislotalarda eriydigan oqsillar. Molekulyar massalari 90000-150000 Da atrofida bo'ladi. Ular barcha hayvon va o'simlik to'qimalarida (qon plazmasi, sut zardobi, muskullarda (aktin) bo'ladi.

**Prolaminlar va glyutelinlar** – o'simlik oqsillari guruhi, etanolning 60-80% li suvli eritmasida eriydi (barcha boshqa oqsillar bunday sharoitda cho'kmaga tushadi). Ularning miqdori ayniqsa boshqodoshlarning va

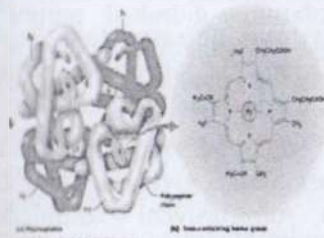


makkajo'horining donlari (urug'lari)da ko'p. Ulardan yaxshi o'rganilganlari - glyutenin va gliadin (bug'doydan), gordein (arpadan), orizenin (guruchdan), zein (makkajuhoridan), bularning hammasi ozuqa mahsulotlari tarkibiga kiradi.

#### 4.9. Murakkab oqsillar

Murakkab oqsillarning molekulari oqsil qismdan (aminokislotalardan) va oqsil bo'lmagan (boshqa birikmalardan) - prostetik guruhdan tuzilgan. Prostetik guruhlarining kimyoviy tabiatiga ko'ra murakkab oqsillarni bir necha sinfchalarga bo'linadi: jumladan xromoproteidlar, nukleoproteidlar, lipoproteidlar, glikoproteidlar, fosfoproteidlar, metalloproteidlar kiradi (26-rasm).

#### Murakkab oqsillar klassifikatsiyasi (prostetic- oqsilsiz qismi)



Glikoproteidlar  
Nukleoproteidlar  
Lipoproteidlar  
Hromoproteidlar  
Fosfoproteidlar  
Vitaminoproteidlar

26-rasm. Murakkab oqsillar klassifikatsiyasi.

**Xromoproteidlar** –bo'yalgan oqsillar, ularga rangli oqsil qismga birikkan turli organik birikmalar beradi. Xromoproteidlar prostetik guruhi sifatida temirli birikma porfirinni (gemoproteidlar) va izoallaksazinni (flavoproteidlar) tutadi.

**Gemoproteidlarga** qonning gemoglobini, muskul tolasi hujayrasidagi - mioglobin, o'simliklardagi xlorofil (magniy-porfirin) va boshqalar kiradi. Gemoglobin – o'pkadan to'qimalarga kislorodni, to'qimalardan o'pkaga esa karbonat anhidrid ( $CO_2$ ) ni tashuvchisi hisoblanadi. U eritrotsitlar joylashgan (bitta eritrotsitda 280 million molekula atrofida gemoglobin bo'ladi) globin oqsilidan va oqsil bo'lmagan qism - gemdan tuzilgan. Globin 4 polipeptid zanjiridan - ikkita

b-zanjirdan va ikkita (-zanjirdan tuzilgan. Globinning molekulasi 574 aminokislota qoldig'idan tuzilgan. Molekulyar massasi 64500 Da ga teng. Gem - qizil rang va kislorodni biriktirib olish qobiliyatini beradi. U odam va har xil hayvonlarda bir xil tuzilishga ega. Gem metin guruhleri orqali birikkan 4 pirol qalqasi va ikki valentli temir atomidan tuzilgan.

**Flavoproteidlar** - prostetik guruh sifatida B<sub>2</sub> vitaminining hosilalari FMN va FADni tutadi. Nafas olish zanjiri fermentlarining tarkibiga kiradigan flavoproteidlar organizmda muhim vazifalarni bajaradi.

**Nukleoproteidlar** - tarkibida nuklein kislotalarni - RNK (ribonukleoproteidlar) va DNK (dezoksiribonukleoproteidlar)ni tutadi. Bularga xromosomalar, ribosomalar, viruslar misol bo'la oladi.

**Lipoproteidlar** - murakkab oqsillar, prostetik guruhi sifatida lipidlarni tutadi. Ularning tarkibida neytral yog'lar, yog' kislotalari, fosfolipidlar, xolesterinning efirlari bo'ladi. Lipoproteidlar hujayra membranalari va organoidlari hamda nerv qobiqlari tarkibiga kiradi. Qon zardobida ular lipidlarni tashish vazifasini bajaradi.

**Fosfoproteidlar** - aminokislotalardan tashqari fosfor kislotasini ham tutadi ( $\approx$  1% gacha, serin va treoninlarning gidroksil guruhi bilan bog'langan bo'ladi. Ular yosh o'sayotgan organizmlar uchun to'yimli ozuqa hisoblanadi va sutda (kazein), tuxumda (ovalbumin, vitellin) ko'p miqdorda bo'ladi.

**Glikoproteidlar** - tarkiblarida uglevodlarni yoki ularning hosilalarini - mannoza, galaktoza, geksozaminlar, glyukuron kislotasi va boshqalarni tutadi. Glikoproteidlarga biriktiruvchi to'qimalarning ko'pchilik oqsillari, qonni ivishiga qarshi agenti (geparin), so'lakning shilimshiq moddasi (mutsin) tarkibiga kiradi. qonning glikoproteidlari immunobiologik reaksiyalarda qatnashadi, ba'zi birlari gormonlar (gonadotrop, follikula faollashtiradigan) yoki ferment hisoblanadi. Glikoproteidlar - odamlarda qonning guruhlarini belgilaydi, buni bilish qon quyushda og'ir asoratlarni oldini olish uchun kerak.

**Metalproteidlar** - tarkiblarida bir yoki bir necha metal ionlarini tutadi. Bunday oqsillarga gemi yo'q temir tutgan oqsillar (ferritin), hamda tarkibida metal atomi bo'lgan murakkab oqsillar - fermentlar kiradi. Bularda ko'pincha kalsiy, magniy, marganets, rux, mis va boshqa metallarning ionlari bo'ladi. Ularning ko'pchiligi fermentlarni tarkibiga kiradi.



## Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari

**Oqsillar**-20 xil aminokislota qoldiqlaridan tuzilgan geteropolimerlardir.

**Aminokislotalar** - oqsil molekulasiining struktura (qurilish) bloklaridir.

**Oqsil molekulasiining birlamchi strukturasini**- bu oqsilning tarkibiga kirgan aminokislotalarning miqdori (soni) va ularning pelipeptid zanjirida ketma-ket joylashish tartibidir.

**Oqsil molekulasiining ikkilamchi strukturasini**- polipeptid zanjiri bitta ekislikda joylashmaydi, balki u fazoda ma'lum konfiguratsiyani – ikkilamchi strukturani hosil qiladi: polipeptid zanjiri fazoda spiral ko'rinishda ( $\alpha$ -struktura yoki burchak hosil qilib plastinkasimon ( $\beta$ -struktura kompakt joylashishi mumkin.

**Oqsil molekulasiining uchlamchi strukturasini**-oqsil molekulasini fazoda yana ham kompaktroq joylashib , konfiguratsiyasi globula (sharsimon yoki tuxumsimon) yoki fibrilla (ipsimon) shaklida bo'lishi mumkin.

**Oqsil molekulasiining to'rtlamchi strukturasini** -bu faqat 2 va undan ortiq polipeptid zanjirlaridan tuzilgan oqsillarga xos. Bunda o'zlarining birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturalariga ega bo'lgan polipeptid zanjirlari fazoda kompakt strukturani hosil qilib, yagona bitta funksiyani bajaradi.

**Oqsillarning izoelektrik nuqtasini**-muhitning qat'iy ma'lum reaksiyasida oqsil molekulasiining kislotalik va ishqoriy radikallari neytrallashadi va molekula neytral bo'lib qoladi. Reaksiya (pH)ning ana shu qiymati izoelektrik nuqta nomi bilan yuritiladi.

**Prostetik guruhi**- murakkab oqsillarning oqsil (aminokislota) bo'lmagan qismidir.

**Denaturatsiya**-oqsil molekulasini tashqi qavatini strukturasini o'zgarishi va ularning ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalarning buzilishidir.

**Renaturatsiya**- orqaga, ya'ni o'zining nativ holatiga qaytishi mumkin bo'lgan denaturatsiya .

## Mavzuga oid test topshiriqlari

1.Oqsillar barcha tirik hujayralarning asosiy tarkibiy qismi bo'lib, ular hujayrada quyidagi vazifalarni bajaradi:

a. katalitik va energetik;

- b. transport, himoya va qisqar-tiruvchi;
- c. regulyatorlik, struktura va toksik;
- d. keltirilganning barchasi.

**2. Aminokislotalar o'zaro bir-biridan ..... bilan farqlanadi.**

- a. amino guruhlari;
- b. karboksil guruhlari;
- c. amino- va karboksil guruhlari;
- d. radikallarining kimyoviy tabiati.

**3. Aminokislotalarni qaysi xususiyatlariga qarab turli sinflarga bo'linadi?**

- a. funktsional guruxlari soniga;
- b. odam organizmida sintezlanish qobiliyatiga;
- c. radikallarining kimyoviy tabiatiga va molekulasining qutbligiga;
- d. barcha javoblar to'g'ri.

**4. Oqsil molekulasini hosil bo'lishida qanday kimyoviy bog'lar ishtirok etadi?**

- a. vodorod; c. Efir
- b. peptid; d. disulfid.

**5. Oqsil molekulasida peptid bog'larini hosil bo'lishida qatnashadi:**

- a. birinchi aminokislotalaning karboksil guruxi bilan ikkinchi, aminokislotalaning amino guruxi;
- b. birinchi aminokislotalaning amino guruxi bilan ikkinchi aminokislotalaning karboksil guruxi;
- c. birinchi aminokislotalaning spirt va ikkinchisining aminoguruhlari;
- d. ikkita aminokislotalaning sulfidrigillari.

**6. Oqsil molekulasining strukturasi juda murakkab va o'ziga xos tuzilishga ega. Jumladan, oqsilning birlamchi strukturasi – bu:**

- a. polipeptid zanjiridagi aminokislotalarning soni;
- b. ikkita rolipeptid zanjirining disulfid bog'i bilan birikishi;
- c. oqsil molekulasini fazoda joylashishi;
- d. polipeptid zanjirida aminokislota qoldiqlarining ketma-ket joylashish tartibi va ularning soni.

**7. Oddiy oqsillar murakkab oqsillardan ..... bilan farqlanadi:**

- a. suvda eruvchanligi;
- b. aminokislota tarkibi;
- c. fazoviy konfiguratsiyasi;



d. oqsil bo'lmagan qismini yo'qligi.

**8. Murakkab oqsillarning oqsil bo'lmagan qismi..... deb ataladi.**

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| a. prostetik guruhi; | c. kofermenti;   |
| b. apofermenti;      | d. faol markazi. |

**9. Gemoglobin va mioglobin murakkab oqsillarning..... sinfiga kiradi:**

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| a. fosfoproteidlar; | c. nukleopro-teidlar; |
| b. lipoproteidlar;  | d. xromoproteidlar.   |

**10. Aminokislotalar (I) va oqsillar (II) uchun asosiy sifat (rangli) reaksiyalar – bular:**

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| a. trommer reaksiyasi; | c. selivanov reaksiyasi; |
| b. biuret reaksiyasi;  | d. ningidrin reaksiyasi. |

### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Oqsillarning tarkibiga qaysi kimyoviy elementlar kiradi va ular o'zaro qanday nisbatda (%) bo'ladi.

2. Oqsil molekularining qurilish bloklari bo'lib qanday birikmalar hizmat qiladi?

3. Aminokislotalar o'zlarining qaysi bir hususiyatlariga qarab klassifikatsiya qilinadi va qanday sinflarga bo'linadi?

4. Aminokislotalar o'zlarining qaysi qismlari bilan bir-biridan farq qiladi?

5. Aminokislotalarning amfoterlik hususiyatlari deganda nimani tushunasiz? Aminokislotaning dissotsiatsiyalanish reak-tsiyasini yozing.

6. Oqsil molekulasida aminokislotalar bir-birlari bilan qanday kimyoviy bog'lar bilan bog'lanadi va bu bog'larni hosil bo'lishida aminokislotalarning qaysi funktsional guruhlari qatnashadi?

7. Oqsil molekularining birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalari deganda nimalarni tushunasiz?

8. Murakkab oqsillarning molekularining oqsil bo'lmagan qismi nima deb ataladi va ular qanday biologik funktsiyalarni bajarishda qatnashadi?

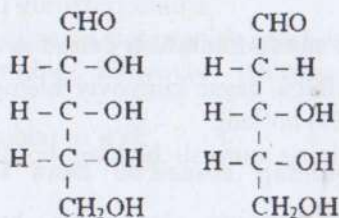
9. Eritmalarda oqsillarni qanday reagentlar bilan cho'ktiriladi va ularning qaysi birlari oqsillarni nativ holda tozalab olishda ishlatiladi?

10. O'rganilayotgan eritmalarda oqsillar va turli aminokislotalarni aniqlash uchun ularning qanday spetsifik (xarakterli) rangli reaksiyalarini bilasiz.

## V BOB. NUKLEIN KISLOTALAR: TUZILISHI XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI

### 5.1. Nuklein kislotalarning umumiy xarakteristikasi

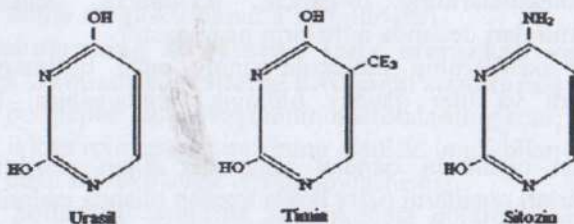
Nuklein kislotalar barcha tirik hujayralarda bir xil funksiyani bajaradi, ya'ni genetik informatsiyani saqlash, nasldan – naslga uzatish va uni amalga oshirishni ta'minlaydi. DNK molekulasi genetik informatsiyani nukleotidlarning ketma-ketligi shaklida saqlaydi, RNKning turli xillari uni oqsillar biosintezi jarayonida amalga oshiradi.



Riboza                      Dezoksiriboza

Nuklein kislotalar tarkibidagi uglevod turalri

Nuklein kislotalarning yuqori molekularli makro biopolimerlar bo'lib, ularning molekulari 4 xil nukleotidlardan tuzilgan bo'lib, ular o'z navbatida tarkiblarida 3 xil komponentni – azot asoslari, uglevod komponenti – pentoza va fosfor kislotasining qoldig'ini tutadi.



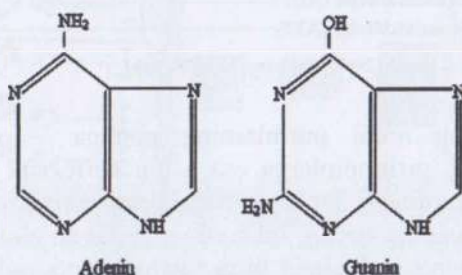
NK tarkibiga kiruvchi pirimidin asoslari

Nukleotidlarning tarkibiga qaysi bir uglevodni bo'lishiga ko'ra nuklein kislotalar ikki katta guruhga bo'linadi: **dezoksiribonuklein kislotalar (DNK)** va **ribonuklein kislotalar (RNK)**. DNK tarkibida



uglevod komponenti sifatida – dezoksiriboza, RNKda esa – riboza hizmat qiladi. Ribonuklein kislotalar o‘z navbatida bajaradigan funksiyalariga qarab 3 guruhga –transport RNK (tRNK), information RNK (iRNK) va ribosomal (rRNK)larga bo‘linadi. DNK va RNK nukleotidlarning tarkibiga kirgan uglevodlar – dezoksiriboza va riboza  $\beta$ -D-ribofuranosa shaklida bo‘ladi.

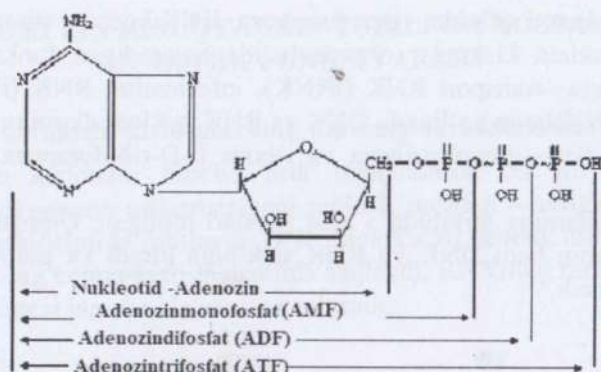
Nukleotidlarning tarkibida 5 azot asoslari topilgan. Ulardan ikkitasi adenin va guanin ham DNK va RNK tarkibiga kiradi va purin asoslari bo‘lib hisoblanadi.



**NK tarkibidagi purin asoslari**

Uchta azot asosi – uratsil, sitozin va timin pirimidin asoslari hisoblanadi. Sitozin ham DNK ham RNK tarkibiga kiradi, uratsil – faqat RNK va timin – faqat DNK tarkibiga kiradi. Nuklein kislotalar tarkibida ba’zi bir boshqa purin va pirimidin asoslari (digidrouratsil, psevdouridin, inozin, metilsitozin va h.k.) ham topilgan. Ular ko‘proq RNK tarkibida uchraydi. Purin yoki pirimidin asoslari riboza yoki dezoksiribozani biriktirib olib, **n u k l e o z i d** deb ataladigan birikmani hosil qiladi. Nukleozid tarkibidagi riboza (dezoksiribozaning gidroksil guruhiga fosfor kislotasining qoldig‘ini biriktirib n u k l e o t i d ga aylanadi.<sup>24</sup>

<sup>24</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 73)



27-rasm. Nukleotidning hosil bo'lishi

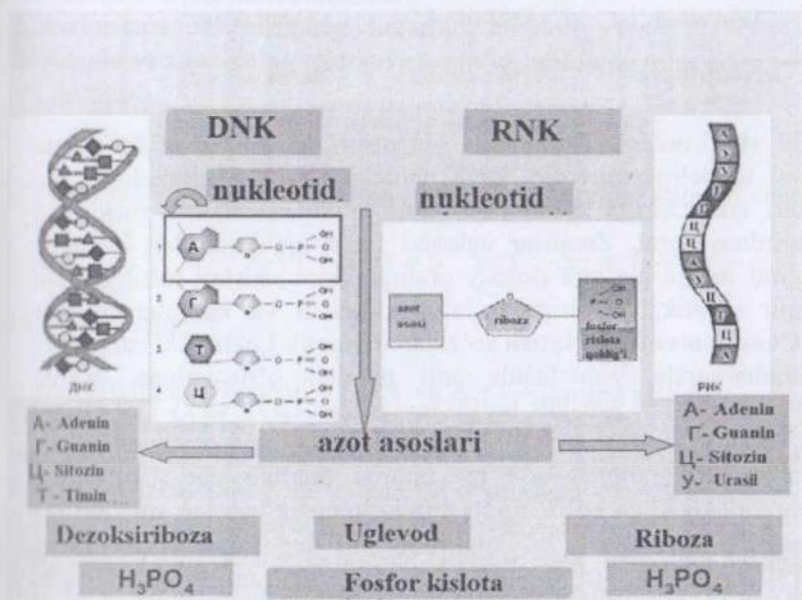
Nukleozidlarning nomi purinlarning nomiga – ozin suffeksini (adenozin, guanozin), pirimidinlarga esa – din suffeksini (uridin, timin, sitidin) qo'shish bilan olinadi. Nukleotidlarning nomi nukleozidlar nomini ohiriga fosfor kislotasining qoldig'ini soni va fosfat so'zini qo'shish bilan hosil qilinadi. Jumladan, nukleozid bitta fosfor kislotaga qoldig'ini saqlasa nukleozid monofosfat ikkita fosfor kislotaga qoldig'ini, nukleoziddifosfat esa uchta qoldiq bo'lsa – nukleozidtrifosfat deb ataladi (27-rasm).

Nukleozidning nomini, fosfor kislotasining soni va o'zining nomini birinchi xarflari bilan qisqartirib belgilanadi. Masalan, adenozinmonofosfat – AMF, adenozindifosfat – ADF, adenozintrifosfat – ATF va h.k.

## 5.2. Nuklein kislotalarning struktura komponentlari

Nukleozid – 5- monofosfatlar nuklein kislotalar (RNK, DNK)ning asosiy struktura komponentlari (qurilish bloklari) bo'lib xizmat qiladi. DNK va RNK molekulari o'zaro bir-birlaridan kimyoviy tarkibi bilan farq qiladi, ya'ni: Nuklein kislotalarning hujayralarda joylashishi va miqdori bo'yicha DNK barcha tirik hujayralarni asosan yadrolarida (prokariotlarda, sitoplazmada xromosomalar) ning tarkibida, qisman mitoxondriya va xloroplastlarda joylashgan (28-rasm). Bitta organizmning hujayralarida DNKning miqdori doimiy va pikogrammlarni tashkil qiladi, har xil tur organizmlarda esa ancha farq qiladi. DNKning molekulyar massasi juda katta va bir necha milliard daltonni ( $\sim 10^{10}$ - $10^{11}$ DA) tashkil qiladi. Masalan, hisoblashlar bo'yicha hujayrada DNKning zanjiri 5 nm atrofida joyini egallasa, agar u o'zaytirilsa, 8 sm uzunlikkacha boradi.

RNK miqdori haqida aniq ma'lumotlar mavjud emas, chunki uning miqdori asosan hujayradagi oqsillar biosintezining intensivligi bilan aniqlanadi.



28-rasm. DNK va RNK tuzilishi

Umuman olganda, RNKning hissasiga hujayra umumiy massasining taxminan 5-10 % i to'g'ri keladi. Shu jumladan, informatsion RNK hissasiga RNKning umumiy massasi 2%, transport RNKga – 16% va ribosomal RNKga – 82% to'g'ri keladi. Bundan tashqari har uchala tip RNK (informatsion, ribosomal va transport) bir-birlaridan molekulyar massalari, nukleotidlarning soni va tarkibi, struktura tuzilishi va hujayrada bajaradigan funksiyalari bilan farq qiladi.

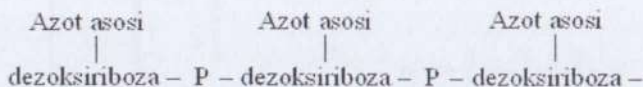
Nuklein kislotalari bir-birlaridan ularning tarkibiga kiradigan nukleotidlarning tuzilishi, soni va ketma-ket joylashishi tartibi bilan farqlanadi. Nuklein kislotalarda birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturalarini farqlaydi.

### 5.3. DNK va RNK ning struktura tuzilishi

**Birlamchi strukturasi.** DNKning molekulasida dezoksiribonukleotidlar bir-birlari bilan fosfor kislotasining qoldig'i va dezoksiriboza orqali birikib polinukleotid zanjirini hosil qiladi.



Polinukleotid zanjirida dezoksinukleotidlarning ma'lum tartibda ketma-ket joylashishi DNK molekulasining birlamchi strukturasi tashkil qiladi.



**Ikkilamchi strukturasi.** 1953 yilda D.Uotson va F.Krik taklif qilgan qo'sh spiral modeliga muvofiq, DNK molekulasi faraz qilinadigan o'q atrofida biri ikkinchisiga spiral hosil qilib o'ralgan burama shaklidagi ikkita zanjirdan iborat. Zanjirlar uglevod fosfat qoldiqlaridan tuzilgan, ulardan spiral ichiga ma'lum doimiy oraliqda azot asoslari tortilgan. Bu ikkita zanjir identik, bir-biriga to'la mos keladi va komplementardir (lotincha **Complement** – to'latish so'zidan olingan). Lekin ikki zanjir bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda anti parallel o'rin olgan. Ikkala zanjirning azot asoslari juft-juft bo'lib joylashgan (A-T va G-Ts). Ularni oralig'ida vodorod bog'lari bo'ladi, ya'ni adenin va timin oraligida – 2 ta, guanin va sitozin oraligida – 3 ta vodorod bog'lari bor. Uotson va Kriklarning aniqlaganiga ko'ra, ikkita zanjirning azot asoslari ma'lum bir tamoyil asosida joylashadi: bir zanjirning ma'lum bir azot asosining qarshisida ikkinchi zanjirning qat'iy ravishda ma'lum bir azot asosi joylashadi. Shunday qilib, A qarshisida T va G qarshisida S yoki T qarshisida A va S qarshisida G joylashadi. Bundan boshqacha joylashish mumkin emas. Chunki purinlarning (A va G) molekulasi 2 ta geterotsiklik qalqadan tuzilgan va o'lchami (razmeri) katta, pirimidinlarning (T va S) molekulasi 1 ta geterotsiklik halqadan tuzilib, o'lchami kichik bo'ladi.

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

Ikkita parallel uglevod – fosfat zanjirlarining oralig'i 1,8 nm bo'lib, bu masofaga 1 ta purin va 1 ta pirimidin asoslari joylashadi xolos. Lekin ikkita pirimidin – T va S mumkin emas, chunki bunday xolda asoslar orasida ancha joy bo'sh qolib vodorod bog'lari hosil bo'lmaydi. Ikkita purin (A va G) bo'lishi mumkin emas, chunki ularning molekulalar bu oralig'ida sig'maydi. Bulardan tashqari A – S yoki G – S jufti bo'lishi ham mumkin emas. Chunki bunday xollarda ularning o'rtasida vodorod bog'lari hosil bo'lmaydi. DNK uchun xarakterli bo'lgan belgi – bu uning tarkibiga kirgan nukleotidlar o'zaro ma'lum nisbatda bo'lishidir. Bunday

bo'lishini birinchi marta 1949 yil **ervich Chargaff** aniqlab bergan bo'lib, **Chargaff** qoidasi nomi bilan yuritiladi. Ana shu qoidaga asosan barcha o'rganilgan DNK molekulalarida:

1. Purinlarning miqdori pirimidinlarning miqdoriga teng;
2. Adenin va sitozinning miqdori guanin va timinning miqdoriga teng:

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

3. Adenin miqdori timin miqdoriga va guanin miqdori sitozin

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

miqdoriga teng:

4. Spetsifiklik koeffitsienti – G + S va A + T – larning nisbati:

DNK molekulalarida G+S va A+T – larning miqdori hech qachon teng bo'lmaydi. Shuning uchun ularning o'zaro nisbati, ya'ni spetsifiklik koeffitsienti hayvonlar va ko'pchilik o'simliklar DNKlari uchun – 0,54-0,94, mikro organizmlarning DNK lari uchun – 0,45-2,57 ga teng.

Hujayrada DNK **uchlamchi strukturaga** ham ega bo'lgan, shu tufayli molekulasida juda icham (kompakt) joylashgan. DNK deyarlik hamma hujayraning mag'izida (yadrosid) joylashgan bo'lib, juda kam miqdorda mitoxondriya va xloroplastlarda bo'ladi. Hajm hisoblashlari bo'yicha DNK zanjirining uzunligi 8 sm atrofida bo'lsada, tirik hujayrada u 5 nm joyni egallaydi.

Bitta zanjirdan tuzilgan DNKni FX174 bakteriofagida (1), bitta zanjirdan tuzilgan halqasimon DNKni mitoxondriya va viruslarda (3), ikkita zanjirli halqasimon DNKni infeksiyon viruslarda (4) uchratish mumkin.

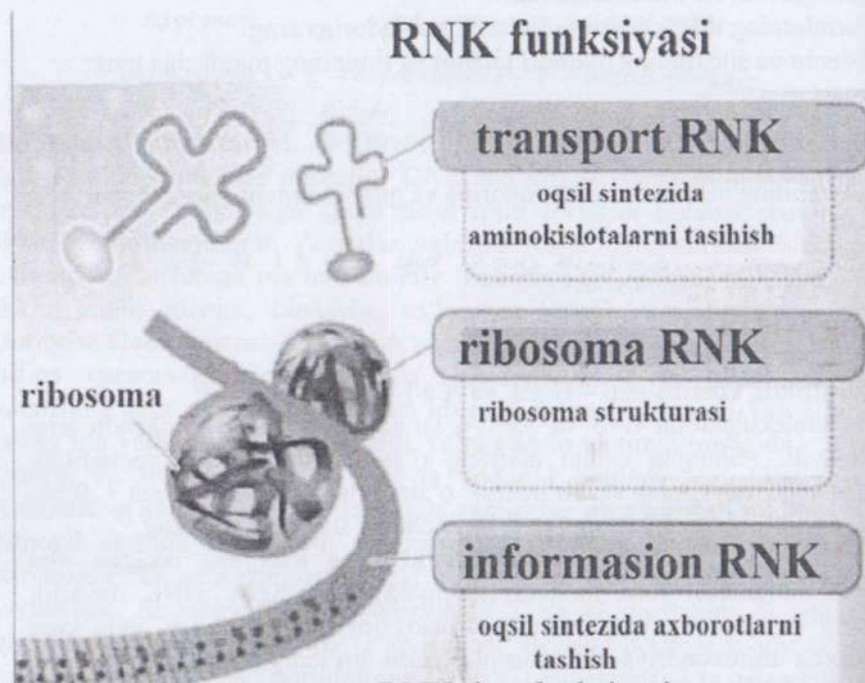
#### **RNKning tuzilishi va strukturasi.**

Birlamchi strukturasi. RNKning molekulasida ribonukleotidlar (AMF, GMF, SMF, va UMF) bir-birlari bilan fosfor kislatasi qoldig'i va riboza orqali birikib, ribopolinukleotid zanjirini hosil qiladi. Polinukleotid zanjirida ribonukleotidlarning ma'lum izchilikda ketma – ket joylashishi RNK molekulasining **birlamchi strukturasi**ni tashkil qiladi.

RNK ikkilamchi strukturasi RNKning turi ham hujayraning funksional xolatiga bog'liq bo'ladi. RNKning molekulalari bitta zanjirdan



iborat bo'lib, uning ba'zi qismlari zanjir ichidagi vodorod bog'lari hisobiga spirallashgan va qat-qat bo'lishi mumkin.



29-rasm. RNKning funksiyasi.

Transport RNKlarning ikkilamchi strukturasi yaxshi o'rganilgan bo'lib, u "beda bargining" shakliga o'xshaydi. Bajaradigan funksiyalariga bo'yicha RNKlar uch turga: ya'ni informatsion, ribosomal va transport RNKlar ajratiladi (29-rasm).

**Informatsion RNK (iRNK)** – hujayraning taxminan RNK sini tashkil qiladi, tarkibida 75 – 3000 nukleotid tutadi. Molekulyar massasi –  $2,5 \cdot 10^4$  -  $1 \cdot 10^6$  Da. hujayraning yadrosi va sitoplazmada uchraydi. Oqsil sintezi jarayonida matritsa vazifasini bajaradi.

**Ribosomal RNK (rRNK)** – hujayraning 80 – 90% ni RNK tashkil qiladi, tarkibida 100 – 3100 nukleotid tutadi va molekulyar massasi –  $3,5 \cdot 10^4$  –  $1,1 \cdot 10^6$  Da. Ribosomalarning asosiy strukturasi tashkil qiladi.

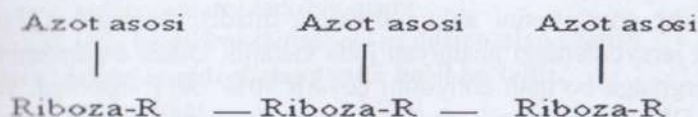
**Transport RNK (tRNK)** – hujayraning 10 – 15 % RNKsini tashkil qiladi, tarkibida 75 – 90 nukleotid tutadi. Molekulyar massasi –  $2,5 \cdot 10^4$  -  $3 \cdot 10^4$  Da. Asosan sitoplazmada uchraydi. Ularning formasi o'ziga xos va



“beda bargining” shakliga o‘xshaydi. Sitoplazmada aminokislotalarni oqsillarning sintezlanish joyiga – iRNK ga tashish vazifasini bajaradi.

#### 5.4. Nukleotidlarning moddalar va energiya almashinuvidagi ahamiyati

Nukleozid monofosfatlar hamma tip nuklein kislotalarning tarkibiga kiradi. Nukleozidtrifosfatlar DNK va RNKlarning biosintezi jarayonida qurilish bloklari bo‘lib ishlatiladi. Bulardan tashqari nukleozidtrifosfatlar energiya almashinuvida makroerg birikmalar bo‘lib, (biologik oksidlanishning energiyasini akkumulyatsiya qiladi), energiya almashinuvida muhim ahamiyatga ega. ATFning bioenergetik jarayonlardagi roli juda kattadir. Siklik adenozinmonofosfat ( $s=3''5''$  - AMF) moddalar almashinuv jarayoniga ta‘sir qiladi va regulyatorlik funksiyasini bajaradi. Nukleotedlarning bog‘larini hosil bo‘lishida fosfor kislotasi qoldog‘i orqali ribozaning 3-va 5 – holatdagi gidroksil (-OH) guruhlari ishtirok etadi.



Hozirgi vaqtda deyarli barcha transport RNKlar, soli bakteriyasining 5S va 16S va ribosomal RNK va bir qator viruslarning RNKlarini birlamchi strukturasi aniqlangan. Hujayrada barcha RNKlarning hammasi bitta polinukleotid zanjiridan tashkil topgan.

Informatsion va ribosomal RNKlarning ikkilamchi strukturalari kamroq o‘rganilgan. Ularning polinukleotid zanjirlari ko‘proq spiral hosil qilib, fazoda kompakt holda joylashadi. Asosan, transport RNKlarning ikkilamchi strukturalari to‘la o‘rganilgan bo‘lib, ularning barchasini fazoviy konfiguratsiyasi beda bargi shakliga o‘xshaydi. Bu strukturalarni solishtirganda so‘zsiiz ma‘lum biologik ahamiyatga ega bo‘lgan qonuniyatlar kelib chiqadi. Hamma tRNKlarda akseptor shaxobchasi – 3ta ketma – ketlikda tugallangan 3-oxiri (aminakislota qoldig‘i adenina birlashadi), antikodon shaxobchasi – 3ta ketma (Alanin- tRNKning tarkibida odatdagi to‘rtta nukleotiddan tashqari yana psevdouridin, metal – dimetilguanin, digidrouirin, metilgipoksantin (Mel), ribotimidin (T), va inozin (I)lar topilgan.

Ketma – ket joylashgan nukleotidlar – antikodon (iRNK molekulasidagi kodon bilan komplementar bog‘lanadigan), digidrouratsil (diNU) va psevdouridin shaxobchalari bo‘ladi. Bundan tashqari ko‘pchilik tRNKning polinukleotid zanjirining 5 –oxirida guanil kislotasi (GK) joylashgan.

Transport RNKlarning uchlamchi strukturasi uchta shaxobchalar (digidrouratsil, psevdouridin va antikodon) taxlanib, bir- biriga yaqinlashib “beda bargning” shaklini emas, balki lotincha L harfini to‘ntarib, pastini tepa qilib qo‘yganga o‘xshaydi. Bir zanjirli matritsali (information) va ribosomal RNKlarga kelsak, muhitning pH, ion kuchi va haroratining ma‘lum fiziologik ahamiyatli ko‘rsatkichlarida polipeptid zanjirining ko‘p qismlari qo‘sh spiral hosil qilib, fazoda kompakt tayoqcha yoki kompakt o‘ram (koptok) shaklida joylashishi mumkin.

Nukleozid-5-monofosfatlar barcha tip nuklein kislotalarning tarkibiga kiradi. Nukleozid-5-trifosfatlar DNK va RNKlarning biosintezi jarayonlarida qurilish bloklari bo‘lib xizmat qiladi. Bulardan tashqari nukleozidtrifosfatlar – makroerg birikmalar bo‘lib, organizmlarning moddalar va energiya almashinuvida muhim rol o‘ynaydi (biologik oksidlanishning energiyasini akkumulyatsiya qiladi). Ayniqsa ATFning bioenergetik jarayonlardagi ahamiyati juda kattadir. Odam organizmining sutkalik energiyaga bo‘lgan ehtiyojini deyarli 90% ATF hisobiga, ya‘ni ATFning ADF va anorganik fosfatga parchalanganda ajralib chiqqan energiya hisobiga ta‘minlanadi.

Bulardan tashqari, organizmda siklik nukleotidlar – sAMF (yoki S – 3, 5-AMF) bo‘ladi. Ular moddalar va energiya almashinuvi jarayonlarida muhim ahamiyatga ega. Masalan, ko‘pchilik gormonlar va biologik faolmoddalar o‘zlarining ta’sirlarini adenilatsiklaza sistemasi orqali amalga oshiradi.

### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

**Nukleozid-** purin va pirimidin azot asoslarini uglevod (riboza yoki dezoksiriboza bilan birikib hosil qilgan kompleks birikmasidan tashkil topgan.

**Nukleotid-** nukleozidlar hamma tip nuklein kislotalarining tarkibiga kiradi. Nukleozidtrifosfatlar DNK va RNKlarning biosintezi jarayonida qurilish bloklari bo‘lib ishlatiladi.

**Komplementarlik tamoyili-** bir zanjirning ma‘lum bir azot asosi qarshisida ikkinchi zanjirning qat‘iy ravishda ma‘lum bir tartib asosida



azot asosining joylashishi, ya'ni A qarshisida T va G qarshisida S yoki, aksincha T qarshisida A va S qarshisida G joylashgan holatidir.

**Chargaff qoidasi-** DNK molekulasida:

- 1) purinlar miqdori pirimidinlar miqdoriga teng;
- 2) adenin va sitozinning miqdori guanine va timin miqdoriga teng;
- 3) A G ga va G S ga teng yani  $A=T$  va  $G=S$ ; 4)  $G+S$ ning  $A+T$ ga nisbati spetsifiklik koeffitsienti deb ataladi va har xil bo'ladi.

### Mavzuga oid test topshiriqlari

**1. Nuklein kislotalar barcha tirik hujayralarning ..... tarkibiga kiradi**

- a. ribosomalar
- b. mag'izi (yadrosini)
- c. golji apparatini
- d. lizosomalar

**2. Nuklein kislotalarning asosiy biologik funksiyasi – bu:**

- a. Energiya manbai
- b. transport
- c. kofermentlarni tarkibiy qismi
- d. irsiy belgilarni saqlash va nasldan naslga uzatish

**3. Nuklein kislotalar gidrolizlanganda hosil bo'ladi:**

- a. nukleotidlar
- b. nukleozidlar
- c. aminokislotalar
- d. murakkab efirlar

**4. Nukleotidlarning tarkibiga kiradi:**

- a. azot asosi
- b. pentoza
- c. fosfat kislota qoldig'i
- d. barchasi to'g'ri

**5. Azot asoslari ikki xil bo'lib – purinlar (I) va pirimidinlar (II), ularning vakillari quyidagilardir:**

- a. urasil, sitozin, timin
- b. timin, adenin
- c. adenin, guanin
- d. guanine, timin

**6. Nuklein kislotalarning uglevod komponenti bo'lib xizmat qiladi:**

- a. glyukoza va fruktoza
- b. Eritroza va galaktoza



- c. ribuloza va saxaroza
- d. riboza va dezoksiriboza

7. DNK (I) va RNK (II)ning tarkibida azot asoslaridan bo'lmaydi:

- a. adenin
- b. timin
- c. guanin
- d. urasil

8. Azot asosi bilan riboza (dezoksiriboza. o'zaro birikib ..... hosil qiladi:

- a. nukleotidni
- b. murakkab efirni
- c. nukleozidni
- d. fosfolipidni

9. Nukleozidlar fosfor kislotasining qoldig'ini biriktirib olib ..... aylanadi

- a. nukleoidga
- b. oddiy efirga
- c. fosfolipidga
- d. polinukleotidga

10. Mononukleotidlar (nukleozidmonofosfatlar) o'zaro birikib nuklein kislotalarning ..... zanjirini hosil qiladi

- a. polipeptid
- b. polinukleotid
- c. polinukleozid
- d. nukleoproteid

#### Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Nuklein kislotalar tirik organizmlarda qanday biologik funksiyalarni bajaradi?
2. Nuklein kislotalarni qisman va to'la gidroliz qilganda qanday moddalar hosil bo'ladi?
3. Qaysi azot asoslari purinlarga, qaysi birlari pirimidinlarga kiradi?
4. DNK va RNK molekularining tarkibida azot asoslaridan qaysi birlari bo'lmaydi?
5. DNK va RNKlarning birlamchi strukturasi deganda nimani tushunasiz?
6. Watson va Kriklarning taklif qilgan modeliga binoan DNK molekulasi ikkilamchi strukturasi qanday ko'rinishga ega?
7. Komplementarlik prinsipiga asosan DNKning qo'sh zanjirida azot asoslari qanday tartibda joylashadi?
8. Ribosomal RNK, informasion RNK va transport RNK bir-birlaridan qaysi xususiyatlari bilan farqlanadi?

9. Nuklein kislotalarning polinukleotid zanjirini hosil qilishda (sintezlanishida) asosiy qurilish materiali bo'lib qanday modda xizmat qiladi?

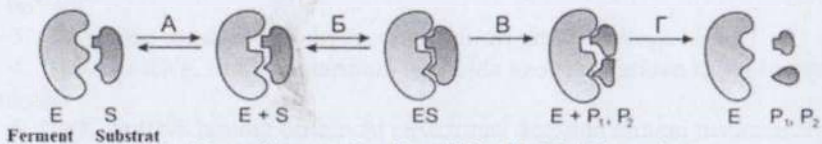
10. Nukleozidtrifosfatlar makroerg birikmalar bo'lib, ular hujayrani qanday jarayonida muhim ro'l o'ynaydi?

## VI BOB. FERMENTLAR

### 6.1. Fermentlarga umumiy xarakteristika

Tirik organizmlar doimo juda ko'p turli-tuman kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lib turadi. Bu reaksiyalar o'lik tabiatdagi shunday reaksiyalarning tezligidan millionlar marta yuqori tezlikda boradi. SHu bilan birga organizmda bularning hammasi nisbatan past harorat va bosimda hamda muhitning pH-ni chegaralangan diapazonida sodir bo'ladi. Masalan, ovqat hazm qilish tizimida oqsillarni aminokislotalarga parchalanishi 37<sup>0</sup>S da 2-3 soat davomida sodir bo'lsa, laboratoriya sharoitida esa 105 S, 0,6 n HCl eritmasida 24-72 soatda o'tkazish mumkin. Tirik organizmlarda kimyoviy reaksiyalarning juda katta tezligi ularda fermentlarning bo'lishiga bog'liq.

Fermentlar – biokatalizatorlar bo'lib, hujayrada hosil bo'ladi va kimyoviy tabiati bo'yicha yoki oddiy oqsillar yoki murakkab – aminokislota bo'lmagan komponentlarni tutgan oqsillardir. Fermentlar oddiy kimyoviy katalizatorlardan farq qilib, ular qat'iy spetsifik, ya'ni faqat bitta reaksiyani tanlab katalizlaydi. Bunday yuqori darajadagi spetsifiklik, ularning molekularini oqsil tabiati aniqlanadi. Barcha kimyoviy reaksiyalar reaksiyani boshlash uchun boshlang'ich intensiv energiyani, ya'ni faollanish energiyasini talab qiladi. Siz analog sifatida buni katta tog' uchidan toshni qo'yib yuborish (ya'ni boshlang'ich energiya toshni muvofiq yo'nalishda burish uchun talab qilinadi) kabi tasavvur qilishingiz mumkin. Boshqacha aytganda, faollanish energiyasi reaktivlarni (toshni) zaruriy joyga (tog' uchiga qo'yish va reaksiyani boshlash (toshni tog'ning yuqorisidan pastga surish) uchun zarur bo'lgan boshlang'ich energiyadir.



Fermentlar talab qilingan faollanish energiyasini pasaytirish orqali kimyoviy reaksiyalar tezligini oshirishi mumkin. Bu orqali reaksiyani boshlash tezroq kechadi. Fermentativ faoliyatsiz reaksiya reaktivlar orasida ularni kerakli yo'nalishda birlashtirish uchun tasodifiy urilishlarga bog'liq bo'lib qoladi (30-rasm).



Fermentlar reaktiv substratlarga ferment substrat kompleksi shaklida qaytar bog'lanishi orqali faollanish energiyasini pasaytiradi. Bog'lanish sodir bo'lganidan so'ng fermentning maxsus qismi reaksiyani boshlash uchun zaruriy o'zgarishlarni chaqiradi (ya'ni reaksiya tezligini oshirish uchun substratlarni yaqinlashtiradi yoki substrat molekulasini shaklini o'zgartiradi). Bu jihatdan fermentlar maxsus aminokislotalar qoldig'iga ega bo'lib, u bog'lanish uchastkasi va katalitik uchastka vazifasini bajaradi. Faol markazi atamasi oqsillarning ham bog'lanish maydoni va katalitik maydonlarini birgalikda atash uchun ishlatiladi. Faol markaz o'ziga xos shakl va zaryadga ega bo'lib, u fermentning yuqori substratlarga bog'lanishga imkon beradi. Bu o'ziga xos xususiyatiga mos kelishi kabi misollarni keltirilishi mumkin. Alternativ ravishda, ferment va substrat yuzalari ta'sirlashganida ular muvofiqdantiruvchi o'zgarishlarga uchraydi va ular bir-biriga muammosiz to'g'ri qiladi.<sup>25</sup>

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi va unga ta'sir qiladigan omillar haqidagi ma'lumot kimyoviy kinetika deb ataladi. Kimyoviy kinetikada reaksiyaning tezligi – ma'lum vaqt birligida (mol/l.sek) reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasini o'zgarishi bilan aniqlanadi.

Reaksiyaning tezligi – reaksiyaga kirishayotgan moddalar molekularining tuzilishi, ularning konsentratsiyalari, bosim, harorat, katalizatorlarning bor bo'lishi va hokazolarga bo'ladi. Masalan, haroratni har 10°S ko'tarilishi bilan reaksiya tezligi o'rtacha 2-3 marta ortadi. A+V S+D reaksiyasida reaksiyaning tezligi (V)  $VqK \cdot [A] \cdot [B]$  formulasi bilan aniqlanadi.

Hujayraning fermentativ reaksiya tezligini oshirish yoki pasaytirish xususiyati muhimdir. Chunki hujayra unga qo'yilgan talabga muvofiq energiya chiqarish yoki energiya yutib olish yo'llari orqali biomolekulalar oqimini boshqarib turadi (masalan mashqlarni bajarish). Fermentativ reaksiya tezligiga ta'sir qiluvchi bir qator muhim faktorlar mavjud bo'lib, ular keyingi bo'limlarda tavsifi berilgan.

**Substrat konsentratsiyasi.** Ferment konsentratsiyasini doimiy bo'lganda substrat konsentratsiyasini ortishi bilan reaksiya tezligi ham ortadi. Chunki berilgan vaqt ichida ko'proq substrat molekulari ferment molekulariga bog'lanishi mumkin. Ammo shuni e'tiborga olingi, ferment bilan substrat bilan bog'liqlik faqat reaksiyaning boshlang'ich davrida chiziqli bo'ladi. Vaqt o'tgani bilan jarayon giperbola ko'rinishida

<sup>25</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. ( page 67)

bo'ladi. Natijada bu reaksiyaning giperbola ko'rinishida bir nuqtaga keladiki, substrat kontsentratsiyani oshirish bilan reaksiya tezligi umuman oshmaydi. Bu jarayonda ferment to'yingan deyiladi va o'zining maksimal tezligiga ( $V_{max}$ ) etgan bo'ladi. Bunda ferment substratni mahsulotga aylantira oladigan eng yuqori tezligida ishlaydi. SHuningdek Mixaelis doimiysi ( $K_m$ ) ham ko'rsatilgan bo'lib, u ferment kontsentratsiyasining maksimal tezligi yarmiga erishish uchun talab qilingan substrat kontsentratsiyasini ifodalaydi. Mixaelis doimiysi ( $K_m$ ) qiymati qancha qichiq bo'lsa, ferment substrat bilan o'zaro ta'siri shuncha yuqori bo'ladi. Ferment substratning kontsentratsiyasi hatto past bo'lganida ham faol bo'ladi. Hujayralar ichida ko'pchilik substratlar odatda Mixaelis doimiysi ( $K_m$ ) ko'rsatkichga teng yoki pastroq kontsentratsiyalarda mavjud bo'ladi. Bu foydalidir, chunki ferment hali ham substratlarning kontsentratsiyalariga yuqori tezlikda ta'sir etishda davom etadi, chunki u hali ham egri chiziqning yuqoriga ortishiga olib keladi.

**pH ko'rsatkich.** Hujayradagi pH o'zgarishi fermentning substrat bilan ta'sirini o'zgartirishi mumkin. Chunki fermentning ionlangan markazida o'zgarishlar (ya'ni protonlarning olinishi yoqi chiqarilishi) ferment oqsilning bog'lanish uchastkasi strukturasi va zaryadini o'zgartirishi mumkin. pH dagi o'zgarishlar shuningdek substratning o'zini ham bevosita o'zgartiradi. Bu ham o'z navbatida reaksiya tezligiga ta'sir qiladi.

Fermentlar odatda hujayraning fiziologik pH ko'rsatkichiga yaqin bo'lgan pH intervalida optimal holatda bo'ladi. Misol uchun, oshqozondagi fermentlar odatda  $pH=2$  ga teng sharoitlarda optimal ishlaydi, Chunki oshqozonda kislotali muhit baland bo'ladi. Aksincha, mushaklarimizdagi fermentlar odatda  $pH=7$  ga teng sharoitlarda optimal ishlaydi.<sup>26</sup>

Masalan hujayralardagi pH ko'rsatkichi o'zgarishlari katta bo'lmagan bir vaqtda, skelet mushaklari, ayniqsa yuqori intensiv mashqlarda eng yuqori pH o'zgarishlarini ko'rsatadi va  $pH=7,1$  dan  $6,6$  gacha o'zgaradi. Shu sababli, yuqori intensiv mashg'ulotlarda glikolitik yo'lda qatnashadigan metabolik fermentlarning atsidoz-chaqirilgan ingibitsiyasi odatda charchash bilan bog'lanadi.

**Harorat.** Fermentativ reaksiya tezligiga eng kuchli ta'sir qiluvchi faktorlardan biri hujayra uchun harorat hisoblanadi. Harorat reaksiyalarning kinetik energiyasini ko'taradi va bu orqali parchalanish

<sup>26</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 65-68)



ehtimolini oshiradi. Reaksiya tezligi taxminan 50°C haroratgacha chiziqli oshadi. Keyingi haroratlarda ferment oqsili parchalanadi (ya'ni uch fazoli strukturasi yo'qotadi) va funksiyalarini yo'qotadi.

Haroratga bo'lgan bunday sezgirlik jismoniy mashg'ulotlardan oldin mushaklar haroratini oshiradi. Mushaklardagi fermentativ jarayonlar faoliyatni oshirish uchun qisqa muddatli mashqlarni bajarishda yaqqol ko'rsatiladi. Albatta, intensiv mashqlar vaqtida mushaklar harorati 35°C dan 41°C gacha oshishi mumkin. Buni sport foyiati misolida qo'radigan bo'lsak, professional futbol o'yinchilari ikkinchi taymning ilk besh daqiqasida birinchi taymning oxirgi besh daqiqasiga nisbatan kamroq masofani yugurib o'tishadi, va bu taymlar orasida dam olish vaqtida mushak harorati tushib ketganligi bilan izohlanadi. Bu sharoitlarda shu tadqiqotchilarning o'zlari shuni aniqlashdiki, taymlar orasida dam olish vaqtida mushaklar haroratini (va mos ravishda fermentlar faoliyatini) ushlab turish maqsadida engil harakatlarni bajarib turish ushbu kamchiliklarni bartaraf etishi mumkin.

**Ferment kontsentratsiyasi.** Ferment substrat bilan to'yinganida va maksimal reaksiyaning tezligi ( $V_{max}$ ) darajaga etganida, fermentning o'zini kontsentratsiyasini oshirish reaksiya tezligini oshirishga olib keladi. Substratlarni bog'lash uchun ko'proq bog'lanish markazlari paydo bo'ladi. Ferment kontsentratsiyasini oshirish maksimal reaksiyaning tezligining ( $V_{max}$ ) oshishiga olib kelsa ham bunda Mixaelis doimiysi ( $K_m$ ) o'zgarishi kuzatilmaydi.

Mushaklarning chidamlilik mashg'ulotlariga moslashishining asosiy mexanizmlardan biri bo'lib, hujayralarning reaksiya tezligini oshirish da fermentiv reaksiya tezliklarini xususiyati moslashtirish hisoblanadi. Og'ir jismoniy mashqlarni takrorlashda mushak hujayralari oqsillar sintezi jarayoni orqali amalga oshadi. Bu orqali fermentlar reaksiya tezligining oshirish natijasida metabolik reaksiyalarning yuqoriroq tezlikda borishini ta'minlanadi. Natijada mashqlarning ta'siri ushbu absolyut intensivlik sababli pasayadi. Reaksiyalarini fermentlar tezlashtiradigan moddalar substratlar deb ataladi va  $[S]$  simvoli bilan belgilanadi. Biroq, fermentativ reaksiyalarning kinetikasi kimyoviy reaksiyalarning kinetikasidan farq qiladi.<sup>27</sup>

## 6.2. Fermentativ reaksiyalarning kinetikasi

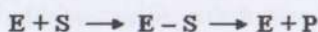
Fermentativ reaksiyalarda tezlikning substrat kontsentratsiyasi grafik bo'yicha bog'liq bo'lishi giperbola chizig'i bilan ifodalanadi, ya'ni

<sup>27</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 68-70)



substratning past konsentratsiyasida reaksiya birinchi tartibga ega bo'ladi (substratning konsentratsiyasini ortishi bilan reaksiya tezligi ko'payadi). Substratning yuqori konsentratsiyasida – reaksiya nol tartibiga ega bo'ladi (reaksiyaning tezligi substrat konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmaydi).

Mana shu fakt 1913 yili Mixaelis va Menten tomonidan fermentativ kinetikaning fundamental nazariyasini yaratilgan. Bu nazariyaning asosida shunday taxmin yotadi, ya'ni fermentativ reaksiyalar jarayonida ferment-substrat kompleksi (E-S) hosil bo'ladi va u kimyoviy reaksiyaga duchor bo'lib, so'ngra erkin ferment va reaksiya mahsulotiga parchalanadi.



Fermentativ reaksiyaning tezligini substratning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lishi quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:

$$V = V_{\max} \frac{[S]}{[S] + K_m} \quad \text{yoki} \quad V = \frac{V_{\max}}{1 + \frac{K_m}{[S]}}$$

Mixaelis konstantasi ( $K_m$ ) ferment va substrat o'rtasidagi kimyoviy o'xshashlik me'yori, ularning ferment – substrat kompleksini hosil qilish imkoniyatining me'yori bo'lib hizmat qiladi. U reaksiyaning tezligi ( $V$ ) maksimal tezlikning ( $V_{\max}$ ) yarmisiga teng bo'lgan vaqtidagi substratning konsentratsiyasiga teng.

Yuqorida ko'rsatilganidek, fermentlar o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha oddiy oqsillar yoki murakkab, tarkibida aminokislota bo'lmagan komponentlarni tutadigan oqsillardir. Murakkab oqsillar – oqsil va oqsil bo'lmagan qism – prostetik guruhdan tuzilgan. Ferment murakkab oqsildan tashkil topgan bo'lsa prostetik guruhi – koferment, oqsil qismi – apoferment deb ataladi. Kofermentlarning o'ziga xos muhim hususiyatlaridan biri shundan iboratki, ularni odam vahayvon organizmlari sintezlay olmaydi va shu sababli kofermentlar organizmga ozuqa tarkibida kirishi kerak.

### 6.3. Fermentlarning tuzilishi va strukturasi

Fermentlar xuddi oqsillar singari murakkab fazoviy strukturaga ega. Ularning molekularining barcha qismlari bir xil funksiyani bajarmaydi. Ayrim aminokislotalarning ba'zi-bir funksional guruhlari substratni bog'lab olishda va uni reaksiyaning oxirgi mahsulotiga aylantirishda

qatnashadi. Ana shu funksional guruhlar majmuasi fermentning faol markazi deb ataladi. Oddiy oqsillardan tashkil topgan fermentlarda faol markaz bo'lib ma'lum aminokislotalarning fazoda yaqinlashib joylashishi xizmat qiladi (ko'pchilik hollarda faol markazni tashkil qilishda serin, gistidin, sistein, arginin, triptofanlar qatnashadi). Murakkab oqsildan tashkil topgan fermentlarning faol markaziga yana albatta koferment qismi ham kiradi.

Shunday qilib ferment faol markazi uning spetsifikligi va katalitik faolligini ta'minlaydi. Bir qator fermentlar ikki va undan ortiq faol markazini tutadi, ya'ni allosteriklik xususiyatiga ega yoki allosterik (boshqarish) markazini tutadi. Masalan, Na, K-ATFazasi, Ca<sub>2</sub>, K-ATFazasi, fosfolipazalar va h.k.

Fermentning faol markazini fazoviy strukturasi uning spetsifiklik ta'sirini, ya'ni faqat bitta substratning yoki tuzilishi bo'yicha o'xshash substratlar guruhining reaksiyalarini tezlashtirish imkoniyatini belgilaydi. Absolyut (mutlaq) va nisbiy (guruhga oid spetsifiklikni ajratishadi).

Absolyut (mutlaq) spetsifiklik. Bunday spetsifiklikka ega bo'lgan ferment – faqat yolg'iz bitta substratning ma'lum tip reaksiyasi tezlashtiradi. Jumladan, arginaza – arginning ornitin va siydikchilga parchalanish reaksiyasini, laktaza – laktozani glyukoza va galaktozaga parchalanish reaksiyasini katalizlaydi. Stereospetsifiklik absolyut spetsifiklikning alohida turi bo'lib, moddaning faqat bitta izomerini o'zgarishini tezlashtiradi.

Nisbiy (guruhga oid spetsifiklik. Bunday spetsifiklikka ega bo'lgan fermentlar – bitta sinfga kiradigan turli moddalarning molekularidagi ma'lum tip kimyoviy bog'lar uchun xarakterli bo'lgan reaksiyalarni tezlashtiradi. Masalan, gidrolazalar: proteinkinazalar – peptid bog'larini, glikozidazalar – glikozid-glikozid bog'larini, lipazalar – murakkab efir bog'larini uzish reaksiyalarini tezlashtiradi.

Fermentning spetsifiklik ta'siri uning faol markazini fazoviy konfiguratsiyasi substratning fazoviy konfiguratsiyasiga komplementar (mos) bo'lganda ro'yobga chiqadi. Biroq, faol markaz o'zgaraydigan, turg'un sistema emas. Substrat faol markazga bog'lanayotib, uning funksional guruhlarining fazoviy holatini o'zgartiradi. SHunday qilib, ferment va substratning yanada to'laroq fazoviy mos kelishiga erishiladi.

Ko'pchilik fermentlarning molekulari bir necha polipeptid zanjirlaridan – subbirlıklardan tuzilgan. Ba'zi hollarda har bir subbirlilik katalitik faollikka ega, boshqa hollarda esa – faol markaz bir necha



subbirlklarning o'zaro bog'liqligida hosil bo'ladi va ular parchalanganida katalitik faollik yo'qoladi. SHunday qilib, tuzilishlari bo'yicha har xil, lekin bir xil tipdagi reaksiyani katalizlaydigan fermentlar izofermentlar deb ataladi. Masalan, laktatdegidrogenaza fermenti ikkita har xil tipga (M va H) kiradigan 4 ta subbirlkdan tuzilgan bo'lib, 5 ta izofermentga ega –  $M_4$ ,  $M_3H$ ,  $M_2H_2$ ,  $MH_3$ ,  $H_4$ . har bir subbirlk o'zi alohida faollikka ega emas, birgalikda esa faol fermentni hosil qiladi.

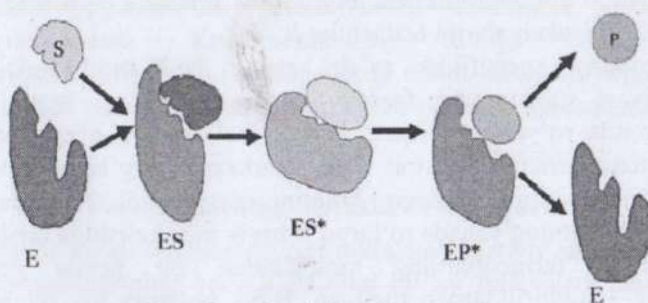
#### 6.4. Fermentlarning ta'sir qilish mexanizmi

Fermentlarning ta'sir mexanizmi shundan iboratki, substrat fermentning faol markazi bilan bir necha nuqtalar orqali bog'lanib, ferment-substrat  $[E - S]$  kompleksini hosil qiladi va u kimyoviy reaksiya sodir bo'lgandan so'ng erkin ferment va reaksiya mahsulotlariga parchalanadi (31-rasm).

Fermentlar katalizlaydigan reaksiyalar har xil tezlikda sodir bo'ladi va reaksiyalarning tezligi quyidagi omillarga bog'liq bo'ladi:

- fermentning o'zini miqdori va faolligiga;
- substratning konsentratsiyasiga;
- muhitning pH va tarkibiga;
- muhit haroratiga;
- aktivator va ingibitorlarni ishtirok qilishiga.

Tirik hujayrada fermentlarning konsentratsiyasini aniqlash juda qiyin bo'lganligi sababli, fermentning miqdorini shartli xalqaro birlikda  $[XB]$  ifodalash qabul qilingan. Ferment faolligining shunday birligi sifatida normal sharoitda bir minutda 1 mikromol substratni o'zgarishini katalizlaydigan fermentning miqdori qabul qilingan.



31-rasm. Fermentlarni substratlar bilan ta'sir mexanizmi.



Substratning past (kichik) konsentratsiyasida fermentativ reaksiya birinchi tartibli reaksiyaning kinetikasiga mos ravishda sodir bo'ladi. YA'ni uning tezligi substratning konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi. Substratning yuqori konsentratsiyasida esa reaksiya nol tartibiga ega bo'ladi, ya'ni ferment o'zining substrati bilan to'yingan bo'lib reaksiyaning tezligi substratning konsentratsiyasiga bog'liq emas. Har bir fermentativ reaksiya uchun muhitning rN qiymatini optimal diapazoni bo'ladi. Ko'pchilik fermentlar uchun rN-optimum muhit rN qiymatining neytral zonasida bo'ladi. Lekin shunday fermentlar borki, ularning maksimal faolligi kuchli kislotalik (oshqozon shirasidagi pepsin, rN=2) yoki kuchli ishqoriy (jigarning arginazasi, rN=10 yoki ba'zi bir fosfolipaza A<sub>2</sub>-lar) muhitda namoyon qiladi.

Har bir ferment o'zining maksimal faolligini ma'lum bir harorat diapazonida namoyon qiladi. Boshqacha qilib aytganda har bir fermentativ reaksiya o'zining optimum temperaturasiga ega. Ko'pchilik fermentlar uchun bu qiymat 35-40°S orasida o'zgarib turadi. Biroq, shunday fermentlar ham borki, ularning optimal temperaturalari 60°C va undan ortiqroqni tashkil qiladi. Ba'zi bir ilon zaxaridan ajratib olingan A<sub>2</sub>-fosfolipazalar kuchsiz kislotalik muhitda 10-15 min. qaynatishga ham bardosh bera oladi. Bizlar hozirgacha fermentativ reaksiya tezligi hujayra harorati va pH, shuningdek substrat konsentratsiyasi va ferment konsentratsiyasi o'zgarishi orqali o'zgarishini ko'rib chiqdik. Kofaktorlar va kofermentlar shaklida qo'shimcha reaktiv guruhlarining ta'minlanishi ham reaksiya tezligini o'zgartirishi mumkin. Ammo boshqa ikkita asosiy hujayra mexanizmlari mavjud bo'lib, ularda ferment faoliyati keyinchalik o'zgartirilishi mumkin.

Fermentativ faoliyatni o'zgartirishning eng tez yo'li ATF bilan ta'minlanadigan fosfat guruhini serin, treonin yoki trioizin qoldiqlarining gidroksil guruhiga kiritish yoki yo'qotish hisoblanadi. Bu jarayonlar fermentning muvofiqligini o'zgartiradi, va fosforlanish (fosfat guruhining qo'shilishi) va fosforsizlanish (fosfat guruhining olinishi) deyiladi.

Fermentlarning bu kovalent o'zgarishi o'z navbatida oqsil kinaza (fosforlanish uchun javob beradi) va oqsilfosfataza (fosforsizlanish uchun javob beradi) fermentlari orqali boshqariladi.

Fosforlanish va fosforsizlanish yoritgichni yoqib o'chirish kabi bo'ladi, chunki u fermentativ faoliyatni tezda o'zgartiradi va "barchasi yoki hech nima" effektga ega – ferment yoki faol yoki faolsiz bo'ladi. Odatda ferment uning fosforlangan holatida faol bo'ladi, ammo fermentlarning fosforsizlangan holatida ham faol

bo'ladigan boshqamisollari ham mavjud. Misol uchun, glikogen sintezi uchun javobgar glikogensintetaza fermenti fosforlangan holatida faolsiz bo'ladi, va faol bo'lishi uchun oqsil fosfatga bilan fosforsizlanishini talab qiladi.

Fermentativ faoliyatni fosforlanish va fosforsizlanish orqali nazorat qilishning umumiy mexanizmi sport va mashg'ulotlar metabolizmi uchun juda muhimdir, va keyingi qismlarda ushbu jarayonning ko'plab misollari keltiriladi.

Fermentativ faoliyatni fosforlanish va fosforsizlanish orqali nazorat qilishdan tashqari fermentlar faoliyati allosterik boshqarish bilan ma'lum darajada ham o'zgartirilishi mumkin. Ushbu jarayonda **allosterik effektorlar** deyiladigan kichik molekular boshqaruvchi nohiyalarga faolsiz uchastka tomonidan bog'lanadi. Bu o'z navbatida faol uchastkaning shakli yoki zaryadiga signal beradi. Bu orqali ferment substratlarga yaqinligini musbat yoki manfiy allosterik effektorlarning bog'liqligiga ko'ra muvofiq ravishda oshirishi yoki pasaytirishi mumkin. Agar fosforlanish va fosforsizlanish chiroqni o'chirib yoqish kabi bo'lsa, allosterik boshqaruv faralar chirog'i o'zgartiruvchi sifatida ko'rilishi mumkin bo'lib, fermentativ faoliyat faoliyatning kontinuumi bo'yicha moslashtirilishi mumkin. Kovalent boshqaruv kabi, fermentlarning allosterik boshqaruv mashqlarning intensivligi va davomiyligiga muvofiq energiya ta'minoti tezligini nazorat qilish maqsadida sport va mashg'ulotlar metabolizmi uchun muhimdir. Bu sharoitlarda ADF, AMF, Pi va NK kabi energiya ishlab chiqaradigan reaksiyalar mahsulotlari mashqlar davomida fermentativ reaksiyalarning tezligini moslashtirish uchun qaytar jarayoni mexanizmi sifatida harakat qilishi mumkin. Bu ma'lumotlarni keyingi sport biokimyosi qismlarda batafsilroq ko'rib utamiz. U bo'limlarda bizlar turli xil jismoniy mashqlar davomida metabolizmi boshqarishni o'rganamiz. Fermentativ reaksiyalarning aktivatorlari reaksiya tezligini oshiradi va ingibitorlari – sekinlashtiradi.

Aktivatorlar ferment faol markazi yoki ferment-substrat kompleksini hosil bo'lishiga imkoniyat yaratib fermentativ reaksiyalarning tezligini oshiradi. Ko'pchilik bu vazifani metallarning ionlari:  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Mo^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  va boshqalar bajaradi. Allosterik fermentlarning faollanishi ularning har xil organik birikmalar bilan o'zaro ta'siri natijasida amalga oshadi. Allosterik effektor ko'pchilik hollarda kichik molekularli modda bo'lib, regulyator-ferment qatnashadigan biokimyoviy jarayonning oraliq yoki oxirgi mahsuloti hisoblanadi.



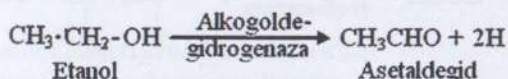
Fermentlarning ingibitorlari bir necha xil bo'lib, ularning orasida konkurent va nokonkurent ingibitorlar muhim rol o'ynaydi. Konkurent ingibitorlarning substratning strukturasi juda o'xshash, shuning uchun ham u substrat bilan fermentning faol markazidagi bog'lanish joyiga konkurentlik qiladi. Bunday ingibitorlar substratning ortiqcha miqdori bilan siqib chiqariladi.

Nokonkurent ingibitorlar fermentning faol markazi bilan emas, balki ferment molekulasi boshqa bir muhim qismi (masalan, Sh-guruhi) bilan ya'ni oqsil molekulasi nativ konformatsiyasini ushlab turishga asosiy qismi bilan bog'lanadi.<sup>28</sup>

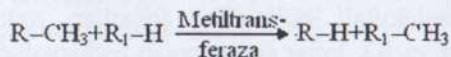
### 6.5. Fermentlarning klassifikatsiyasi

Fermentlarning nomi ularning katalizlayotgan reaksiyasi yoki substratning nomi – aza suffiksini qo'shish bilan olinadi. Odatda fermentlarning ham sistematik, trivial nomlaridan ham foydalaniladi. Barcha fermentlar katalizlaydigan reaksiyalarning tipiga qarab 6 ta katta sinfga bo'linadi: oksidoreduktazalar, transferazalar, gidrolazalar, liazalar, izomerazalar va ligazalar (yoki sintetazalar). Har bir sinf o'z navbatida tarkibiga individual fermentlar kiradigan sinflargacha bo'linadi.

**Oksidoreduktazalar** – oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tezlashtiradi. Reaksiyalarning borish tarziga qarab quyidagi sinfchalarga farqlanadi: dehidrogenazalar, oksidazalar, gidrosilaz va oksigenazalar .

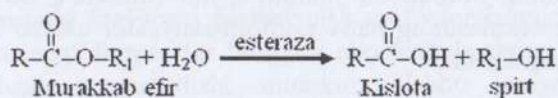


**Transferazalar** – bir molekuladan boshqasiga har xil atom guruhlarini o'tkazish (tashish)ni tezlashtiradi. O'tkazayotgan (tashiyotgan) atom guruhlariga qarab ular quyidagi sinfchalarga bo'linadi: metiltransferazalar(-SN<sub>3</sub>), atsiltransferazalar(-COOH), fosfotran-sferazalar (-H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), aminotransferazalar(-NH<sub>2</sub>) va h.k.

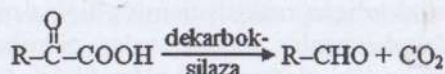


<sup>28</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. ( page 72)

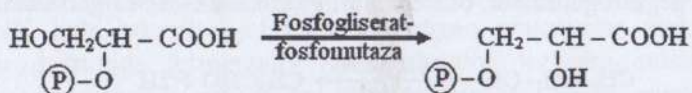
**Gidrolazalar** – oqsillar, lipidlar, uglevodlar, nuklein kislotalar va boshqalarni gidrolitik (suv ishtirokida) parchalanish reaksiyalarini katalizlaydi. Hidrolazalarga barcha ovqat hazm qilish fermentlari kiradi. Substratlarning kimyoviy strukturasi va uzayotgan kimyoviy bog'larning xarakteriga qarab gidrolazalar – esterazalar, fosfatazalar, glyukozidazalar, peptidgidrolazalar sinfchalariga bo'linadi. Jumladan, esterazalar murakkab efilarni kislotaga va spirtga parchalanishini tezlashtiradi



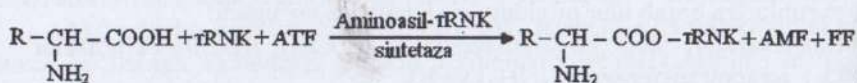
**Liazalar** – organik moddalarni S-S, S-N, C-O bog'lari bo'yicha nogidrolitik (suv ishtirokisiz) parchalanishini katalizlaydi. Ular SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O, NN<sub>3</sub> va boshqa murakkab guruhlarni uzib olishi mumkin.



**Izomerazalar** – organik moddalarning molekulari ichidagi o'zgarishlarni, ya'ni bir izomerni boshqa izomerga aylanish jarayonlarini katalizlaydi.



**Ligazalar yoki sintetazalar** – ATF yoki boshqa makroerg birikmalar ishtirokida faollashgan mon



merlardan yuqori molekulari polimerlar (oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar, polisaxaridlar va h.k.)ning sintezlanish reaksiyalarini katalizlaydi. Bularga aminoatsil – RNK-sintetazalar, RNK va DNK-polimerazalar, atsetil-KoA-karboksilazalar, glutaminsintetaza va boshqalar kiradi.



## Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari

**Fermentlar-tirik** organizmlarda kimyoviy reaksiyalarning juda katta tezligi ularda fermentlar bo'lishiga bog'liq.

**Kofermen-ferment** proteidlarda fermentning prostetik guruhi ya'ni oqsil bo'lmagan qismini tashkil qiladi.

**Fermentning faol markazi-** fermentning polipeptid zanjiri tarkibiga kirgan ma'lum aminokislotalar qoldiqlarining unikal kombinatsiyasi bo'lib, u substratni bog'lab olish va uni reaksiyaning oxirgi mahsulotiga aylantirishda bevosita qatnashadi.

**Substrat markazi** - fermentning o'z substratini spetsifik bog'lab oladigan qismi hisoblanadi.

**Oksidoreduktazalar**-oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini katalizlaydigan (tezlashtiradigan) fermentlar sinfi.

**Gidrolazalar-** organik moddalarning turli kimyoviy bog'larini suv ishtirokida parchalanish (ayrim hollarda sintezlanish) reaksiyalarini tezlashtiradigan fermentlar sinfi.

**Ligazalar-** ATF yoki boshqa makroerg birikmalar ishtirokida faollashgan monomerlardan yuqori molekulari polimerlar (oqsillar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar va h.k.) ning sintezlanish reaksiyalarini tezlashtiradigan fermentlar sinfi.

## Mavzuga oid test topshiriqlari

1. Fermentlar biokatalizatorlar bo'lib, o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha

- aminokislotalarning hosilalaridir;
- oddiy va murakkab oqsillardir;
- lipoproteidlardir;
- polinukleotidlardir.

2. Fermentlar kimyoviy katalizatorlardan yuqori darajadagi ..... bilan farqlanadi.

- amfoterligi;
- spetsifikligi (tanlab ta'sir qilishi);
- suvda eruvchanligi;
- temperaturaga chidamliligi.

3. Fermentlar reaksiyalarni tezlashtiradigan ..... deb ataladi.

- aktivatorlar;
- metabolitlar;
- ingibitorlar;
- substratlar.

4. Fermentlarning ta'sir mexanizmi quyidagilardan iborat:

a. fermentativ reaksiya jarayonida ferment – substrat (e-s) kompleksi hosil bo'ladi va so'ngra reaksiya sodir bo'lib, kompleks ferment va oxirgi mahsulotga parchalanadi;

b. ferment substrat bilan birikib, uni reaksiyasini tezlashtiradi;

c. ferment o'zi reaksiyaga kirishmasdan fermentativ reaksiya tezliini tezlash-tiradi;

d. b va c.

**5. Fermentlarning faolligi muhitining..... ko'rsatgichlariga bog'liq:**

a. aktivatorlar va ingibitorlarga;

b. rn va temperaturaga;

c. substrat va fermentning konsentratsiyasiga;

d. keltirilganlarning barchasi.

**6. Koferment fermentlarning faol markaziga kirib, quyidagi vazifalarni bajaradi:**

a. substratni oxirgi mahsulotga aylantiradi;

b. substratni bog'lab oladi;

c. fermentni spetsifikligini ta'minlaydi;

d. substratni bog'lab olish va uni reaksiyaning oxirgi mahsulotiga aylantirishda qatnashadi.

**7. Izofermentlar – bu:**

a. bir sinfga oid har xil moddalarning ma'lum tipdagi kimyoviy reaksiyalarini tezlashtiradigan fermentlar;

b. har xil tuzilishga ega bo'lib, lekin faqat bitta tipdagi reaksiyani katalizlaydigan fermentlar;

c. faqat yolg'iz bitta o'zini reaksiyasini katalizlaydigan fermentlar;

d. tuzilishlari bir xil, lekin har xil reaksiyalarni katalizlaydigan fermentlar.

**8. Fermentlarning faol markazi – bu:**

a. murakkab fermentlarning koferment qismlari;

b. ayrim aminokislota qoldiqlarining funksional guruhlarining majmuasi bo'lib, substratni bog'lab olish va uni reaksiyaning oxirgi mahsulotiga aylantirishda ishtirok etadi;

c. oddiy ferment-larning polipeptid zanjirlarini spirallashtirgan qismi;

d. murakkab oqsildan tuzilgan fermentlarni apoferment qismi.

**9. Fermentlarning klassifikatsiyasi asosida .....yotadi.**

a. ferment molekulasining struktura tuzilishi;

b. sub-stratning struktura tuzilishi;



- c. substratning kimyoviy tabiati;
- d. katalizlanayotgan kimyoviy reaksiyalarning (kimyoviy bog'larning) tipi.

**10. Fermentlar 6 ta sinfga bo'linadi, ya'ni:**

- a. oksidoreduktazalar, gidrolazalar, izomerazalar;
- b. degidrogenazalar, oksidazalar, ligazalar;
- c. transferazalar, liazalar, ligazalar;
- d. a va c.

**Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Fermentlarning o'zi nima va ular organizmlarning hayot faoliyatida qanday ro'l o'ynaydi?
2. Fermentlar oddiy kimyoviy katalizatorlardan qanday hususiyatlari bilan farq qiladi?
3. Fermentlarning molekulari qanday kimyoviy tabiatga ega? Uni qanday tajriba bilan tasdiqlash mumkin?
4. Ferment molekulasining qaysi qismi uning faol markazi deb ataladi?
5. Koferment va apoferment deganda nimani tushunasiz? Ular fermentlarning qaysi bir hususiyatlariga javob beradi?
6. Izoferment nima?
7. Fermentlarning ta'sir mexanizmini sxematik ifodalab bering.
8. Fermentlarning tanlab ta'sir qilishi (spetsifikligi) nima bilan aniqlanadi?
9. Fermentlarning absolyut va nisbiy spetsifikligi deganda nimani tushunasiz?
10. Fermentlarning klassifikatsiyasi ularning qanday hususiyatlariga asoslangan va qanday sinflarga bo'linadi?
11. Fermentning temperatura optimumi deganda nimani tushunasiz?
12. Ko'pchilik fermentlar o'zlarining eng yuqori faolligini haroratning qaysi diapazonida namoyon qiladi?
13. Fermentni pH-optimumi nima? Misol keltiring, qaysi bir ferment o'zining maksimal faolligini muhitning kuchli kislotalik sharoitida ( $\text{pH}=1,5-2,5$ ) va qaysi biri – kuchli ishqoriy sharoitda ( $\text{pH}=9,5-10$ ) namoyon qiladi?

a. fermentativ reaksiya jarayonida ferment – substrat (e-s) kompleksi hosil bo'ladi va so'ngra reaksiya sodir bo'lib, kompleks ferment va oxirgi mahsulotga parchalanadi;

b. ferment substrat bilan birikib, uni reaksiyasini tezlashtiradi;

c. ferment o'zi reaksiyaga kirishmasdan fermentativ reaksiya tezliini tezlash-tiradi;

d. b va c.

**5. Fermentlarning faolligi muhitining..... ko'rsatgichlariga bog'liq:**

a. aktivatorlar va ingibitorlarga;

b. rn va temperaturaga;

c. substrat va fermentning konsentratsiyasiga;

d. keltirilganlarning barchasi.

**6. Koferment fermentlarning faol markaziga kirib, quyidagi vazifalarni bajaradi:**

a. substratni oxirgi mahsulotga aylantiradi;

b. substratni bog'lab oladi;

c. fermentni spetsifikligini ta'minlaydi;

d. substratni bog'lab olish va uni reaksiyaning oxirgi mahsulotiga aylantirishda qatnashadi.

**7. Izofermentlar – bu:**

a. bir sinfga oid har xil moddalarning ma'lum tipdagi kimyoviy reaksiyalarini tezlashtiradigan fermentlar;

b. har xil tuzilishga ega bo'lib, lekin faqat bitta tipdagi reaksiyani katalizlaydigan fermentlar;

c. faqat yolg'iz bitta o'zini reaksiyasini katalizlaydigan fermentlar;

d. tuzilishlari bir xil, lekin har xil reaksiyalarni katalizlaydigan fermentlar.

**8. Fermentlarning faol markazi – bu:**

a. murakkab fermentlarning koferment qismlari;

b. ayrim aminokislota qoldiqlarining funksional guruhlarining majmuasi bo'lib, substratni bog'lab olish va uni reaksiyaning oxirgi mahsulotiga aylantirishda ishtirok etadi;

c. oddiy ferment-larning polipeptid zanjirlarini spirallashtirish qismi;

d. murakkab oqsildan tuzilgan fermentlarni apoferment qismi.

**9. Fermentlarning klassifikatsiyasi asosida .....yotadi.**

a. ferment molekulasining struktura tuzilishi;

b. sub-stratning struktura tuzilishi;



- c. substratning kimyoviy tabiati;
- d. katalizlanayotgan kimyoviy reaksiyalarning (kimyoviy bog'larning) tipi.

**10. Fermentlar 6 ta sinfga bo'linadi, ya'ni:**

- a. oksidoreduktazalar, gidrolazalar, izomerazalar;
- b. degidrogenazalar, oksidazalar, ligazalar;
- c. transferazalar, liazalar, ligazalar;
- d. a va c.

**Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Fermentlarning o'zi nima va ular organizmlarning hayot faoliyatida qanday ro'l o'ynaydi?
2. Fermentlar oddiy kimyoviy katalizatorlardan qanday hususiyatlari bilan farq qiladi?
3. Fermentlarning molekulari qanday kimyoviy tabiatga ega? Uni qanday tajriba bilan tasdiqlash mumkin?
4. Ferment molekulasining qaysi qismi uning faol markazi deb ataladi?
5. Koferment va apoferment deganda nimani tushunasiz? Ular fermentlarning qaysi bir hususiyatlariga javob beradi?
6. Izoferment nima?
7. Fermentlarning ta'sir mexanizmini sxematik ifodalab bering.
8. Fermentlarning tanlab ta'sir qilishi (spetsifikligi) nima bilan aniqlanadi?
9. Fermentlarning absolyut va nisbiy spetsifikligi deganda nimani tushunasiz?
10. Fermentlarning klassifikatsiyasi ularning qanday hususiyatlariga asoslangan va qanday sinflarga bo'linadi?
11. Fermentning temperatura optimumi deganda nimani tushunasiz?
12. Ko'pchilik fermentlar o'zlarining eng yuqori faolligini haroratning qaysi diapazonida namoyon qiladi?
13. Fermentni pH-optimumi nima? Misol keltiring, qaysi bir ferment o'zining maksimal faolligini muhitning kuchli kislotalik sharoitida ( $\text{pH}=1,5-2,5$ ) va qaysi biri – kuchli ishqoriy sharoitda ( $\text{pH} = 9,5-10$ ) namoyon qiladi?

## VII BOB. VITAMINLAR

### 7.1. Vitaminlarga umumiy xarakteristika.

Vitaminlar – organizmning o'sishi, hayot faoliyati va ko'payishi uchun zarur bo'lgan kimyoviy tabiati bo'yicha har xil kichik molekullari moddalar guruhidir. Ular quyidagi belgilari bilan xarakterlanadi:

- odam va hayvonlar organizmida sintezlanmaydi, shu sababli ular organizmga ozuqa bilan kirishi kerak;

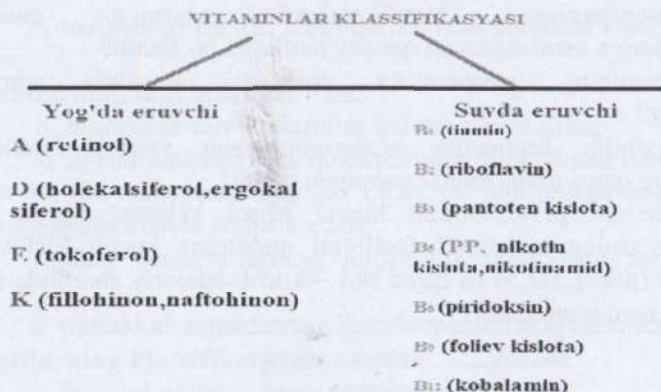
- hujayraning energiya manbasi yoki plastik materiali bo'lib hizmat qilmaydi. Demak, organizmning ularga bo'lgan ehtiyoji katta emas va kuniga grammning juda oz qismini tashkil qiladi (C – 0,07g, B<sub>1</sub> – 0,002g, B<sub>12</sub> – 0,000003gr. va h.k.);

- ozuqa bilan juda kam miqdorda kirib, organizmdagi biokimyoviy jarayonlarga ta'sir ko'rsatadi. Ko'pchilik vitaminlar fermentlarning faol guruhi (kofermenti)ning tarkibiga kiradi va ularning ta'sirini spetsifikligini belgilaydi;

- vitaminlarning yo'qligi, etishmasligi yoki normadan ortiqcha bo'lishi moddalar almashinuvi va fiziologik funksiyalarni spetsifik buzilishiga va hatto kasalliklarni (avitaminoz, gipavitaminoz, gipervitaminoz) rivojlanishiga olib keladi.

### 7.2. Vitaminlarning klassifikatsiyasi

Vitaminlar ikkita guruhga: suvda eriydigan va yog'da eriydigan vitaminlar bo'linadi. 32-rasmda vitaminlarning kimyoviy tuzilishi



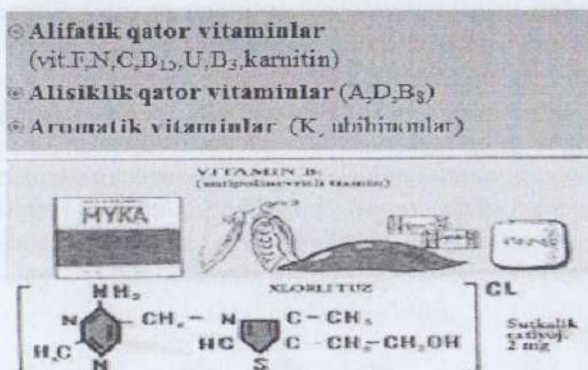
32-rasm. Vitaminlar klassifikatsiyasi.



bo'yicha sinflanishi keltirib o'tilgan. Suvda eriydigan vitaminlarga kiradi: tiamin (vitamin B<sub>1</sub>), nikotin kislotasi (RR), pirodoksin (B<sub>6</sub>), riboflavin (B<sub>2</sub>), pantoten kislotasi (B<sub>3</sub>), siankobalamin (B<sub>12</sub>), fol kislotasi (B<sub>5</sub>), askorbin kislotasi (C), biotin (N), bioflavonoidlar (R). YOg'da eriydigan vitaminlarga: retinol (A), kaltsiferollar (D), tokoferollar (E), filloxinonlar (K) kiradi. Bulardan tashqari vitaminlarga o'xshash (vitaminsimon) moddalar ham mavjud. Ularga kiradi: xolin, lipoykislotasi, pangam kislotasi (V<sub>15</sub>), orotkislotasi, inozit, paraaminobeyzoy kislotasi, karnitin, to'yinmagan yog' kislotalari (F) va h.k.

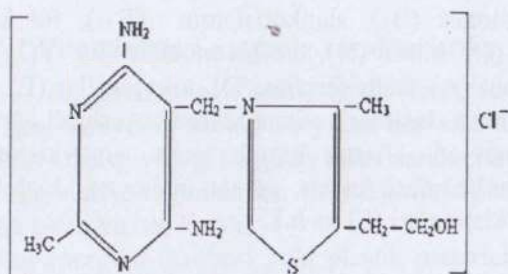
### 7.3. Suvda va yogda eriydigan vitaminlar

**Suvda eriydigan vitaminlar.** Vitamin B<sub>1</sub> (tiamin) – tozaxolda ajratib olingan vitaminlardan birinchisi bo'lib, molekulasi pirimidin va tiazol xalqalaridan hamda oksietil radikalidan tuzilgan. Organizmda vitamin B<sub>1</sub> barcha organ va to'qimalarda (eng ko'pi jigarda, buyraklarda, yurakda, miyada, muskullarda) tiamin pirofosfat shaklida bo'ladi (33-rasm).



33-rasm. Kimyoviy tuzilishi bo'yicha vitaminlarning sinflanishi

B<sub>1</sub> – vitaminning ta'sir qilish mexanizmi yaxshi o'rganilgan. Odam va hayvonlar organizmida ozuqa bilan olinayotgan tiamin tiaminpirofosfatga aylanadi. Tiaminpirofosfat (kokarboksilaza ketokislotalar – pirouzum, b-ketoglutar, glioksil va g-oksi b-ketoglutar kislotalarining oksidlanishli dekarboksillanishida) degidrogenazalarning kofermenti sifatida qatnashadi.



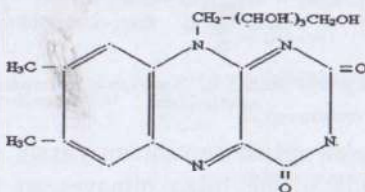
Vitamin B<sub>1</sub> (tiaminchlorid)

Bundan tashqari, tiaminpirofosfat uglevodlar almashinuvining pentoza siklida qatnashadigan fermentlar – transketolazalarning kofermenti bo‘lib ham xizmat qiladi. Vitamin B<sub>1</sub> etishmaganda organizmda uglevodlarning normal almashinuvi buziladi, ketokislotalar ko‘p miqdorda yig‘ila boshlaydi, polinevrit (beri-beri) kasalligi rivojlanadi.

Vitamin B<sub>1</sub>-ning mansabi bo‘lib sirtqi qismlari va qobig‘idan ajratilmagan don mahsulotlari, yirik tortilgan un va boshqa o‘simlik va hayvon mahsulotlari xizmat qiladi. Organizmning vitamin B<sub>1</sub>ga bo‘lgan kunlik ehtiyoji – 1,3-2,6 g tashkil etadi.

**Vitamin B<sub>2</sub>** (riboflavin) – kimyoviy tabiati bo‘yicha izoalloksazinning hosilasi bo‘lib, unga besh atomli spirt – ribitol birikkan.

Riboflavin flavinmononukleotid (FMN) va flavinadenindinukleotid (FAD) shakllarida nafas olish zanjiri bo‘ylab vodorodni tashishni amalga oshiradigan oksidlanish-qaytarilish fermentlari– flavinga bog‘liq degidrogenazalarning kofermenti bo‘lib xizmat qiladi.



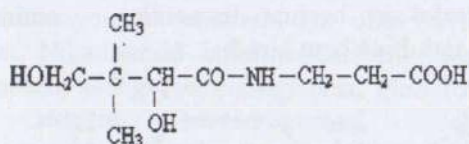
Riboflavinning kimyoviy tuzilishi

Bir qator flavoproteinlar (flavinga bog‘liq degidrogenazalar) Krebs siklida, oksidlanishli fosforlanish jarayonida, yog‘ kislotalarining β-



oksidlanish jarayonida purin nukleotidlarining biosintez reaksiyalarida va bevosita oqsillar sintezida ishtirok qiladi. Riboflavin (B<sub>1</sub>) boshqoli o'simliklarning donlarida (yirik tortilgan unA., yangi chiqqan sabzavotlarda, tuxumda, sutda va go'shtda bo'ladi. B<sub>1</sub> ni kundalik ehtiyoji 1,5-3 mg.ni tashkil etadi.

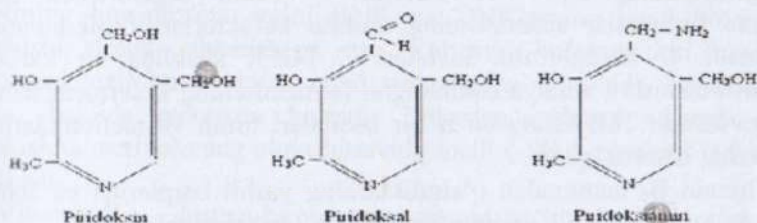
**Vitamin B<sub>3</sub>** (pantoten kislotalari) – o'zaro peptid bog'i bilan bog'langan β, γ-dioksi-γ, β-dimetilmoy kislotalari va β-alaninlarning qoldiqlaridan tuzilgan.



β – alanin

Dioksidimetilmoy  
kislotalari

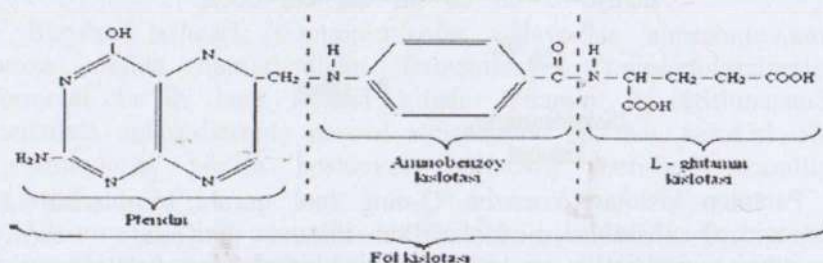
Pantoten kislotalari koenzim Q-ning faol guruhi hisoblanadi. U koferment Q shaklida moddalar almashinuvi jarayonida asosiy ahamiyatga ega bo'lib, ya'ni moy kislotalarining oksidlanish va biosintezida, ketokislotalarning oksidlanishli dekarboksillanishida, Krebs siklida, sterin, steroid va steroidlar, neytral yog'lar, fosfotidlar, porfirinlarning biosintezida, neyromediator atsetilxolinning sintezida, aromatik aminlarning atsillanish va boshqa biokimyoviy jarayonlarda qatnashib, ularni amalga oshiradi. SHuning uchun ham pantoten kislotalari hayvon va o'simliklar dunyosida keng tarqalgan. Odam uchun B<sub>3</sub> vitaminining asosiy oziq-ovqat manbaalari – jigar, tuxumning sarig'i, achitqi (zamburug'lar) va o'simliklarning yashil qismlari hisoblanadi. Kundalik ehtiyoj – 3-5 mg. ni tashkil etadi (34-rasm).



34-rasm. Ayrim vitaminlarni kimyoviy tuzilishi

**Vitamin B<sub>6</sub>** (piridoksin) – piridinning hosilasi hisoblanadi (39-rasmga qarang). Piridindan tashqari yana ikkita hosila – piridoksal va piridoksiamin vitaminlik faolligiga ega. Uchchala moddalarning hammasi (3-oksipiridinning hosilalari) vitamin “B<sub>6</sub>” degan umumiy nomni olishgan. Ular biologik sistemalarda bir-biriga oson aylanishaoladi.

Vitamin B<sub>6</sub>-ning faol shakli – piridoksalfosfat yoki uning aminoshakli – piridoksaminfosfat oqsillar almashinuvining boshqarilishini amalga oshiradigan qator muhim fermentlarning kofermentlari bo‘lib xizmat qiladi. U fermentlardan eng muhimlari – aminotransferazalar va transaminazalar. Piridoksin boshqa fermentlar – aminokislotalarning dekarboksilazalarini tarkibiga ham kiradi.



35-rasm Fol kislotasining kimyoviy tarkibi va hosil bo‘lishi

Piridoksin yana glikogeni parchalaydigan fosforilaza fermentlarining tarkibiga kirib, uglevodlarning almashinuvida ham ishtirok etadi.

Odam uchun piridoksinning asosiy manbasi bo‘lib non, no‘hat, loviya, kartofel, go‘sht, buyrak, jigar xizmat qiladi. B<sub>6</sub> kundalik norma – 1,5-3 mg.ni tashkil etadi (35-rasm).

**Vitamin B<sub>6</sub> (fol kislotasi)** – uchta struktura birligidan – pteridin, paraaminobenzoyl va L-glutamin kislotalari qoldiqlaridan tuzilgan va quyidagi strukturaga ega. Fol kislotasi – odam organizmida qator murakkab fermentlar sistemasining muhim kofaktorlari (kofermentlari) hisoblanadi. U tetragidrofol kislotasi – TGFK shaklida bir karbonli guruhlarni tashishni amalga oshiradigan fermentlarning kofermentlarining tarkibiga kiradi. TGFKning ba’zi bir hosilalari timin va metioninlarning biosintezida ishtirok qiladi.

Vitamin B<sub>6</sub> hammadan o‘simliklarning yashil barglarida va achitqi zamburug‘larda bo‘ladi. Kundalik ehtiyoj – 0,2 mg.ni tashkil etadi.



**Vitamin B<sub>5</sub>** (nikotin kislotasi yoki uning amidi – nikotinamid, ularni vitamin RR deb ham yuritiladi) kimyoviy tuzilishi bo'yicha  $\beta$ -piridinkarbon kislotasi, nikotinamid esa -  $\beta$ -piridinkarbon kislotasining amidi hisoblanadi (41-rasm).

Vitamin B<sub>5</sub> ning ta'sir mexanizmi aniq. Nikotin kislotasining amidi – nikotinamid shaklida NAD (nikotinamidadenindinukleotid va NADF (nikotinamidadenindinukleotidfosfat) kofermentlarining tarkibiga kirib, nikotinamid kofermentlarning eng muhim biologik funksiyasi – to'qimalarning nafas olishida nafas olish zanjirida vodorodning elektron va protonlarini oksidlanayotgan substratlardan olib flavin kofermentlariga uzatishdan iborat. Nikotinamid kofermentlari eng muhim fermentlar – alkogoldegidrogenaza, aldegid degidrogenaza, glutamate degidrogenaza, fosfoglitserin aldegid degidrogenaza, laktatdegidrogenaza, malatdegidrogenaza va boshqalarning tarkibiga kirib, B<sub>5</sub> vitamin moddalar almashinuvini ta'minlaydi. B<sub>5</sub>-vitamini: guruch, non, kartofel, go'sht, jigar, buyrak va sabzi asosiy manbalari bo'lib hizmat qiladi. Kundalik ehtiyoj – 15-25 mg.ni tashkil etadi.

**Vitamin B<sub>12</sub>** (siankobalamin) – antianemik vitamin. Siankobalamin – gemoglobinning porfiriniga o'xshash ancha murakkab modda, lekin unda porfirin halqasining markaziy temir ioni emas, balki kobalt (Co) va siano guruh joylashgan. Vitamin B<sub>12</sub> kobamid kofermenti shaklida ikki tipdagi kimyoviy reaksiyalarda: koferment – metilkobalamin shaklida – transmetilirlanish reaksiyalarida va koferment- dezoksiadenozil kobalamin shaklida – izomerlanish reaksiyalarida vodorodni tashishda qatnashadi.

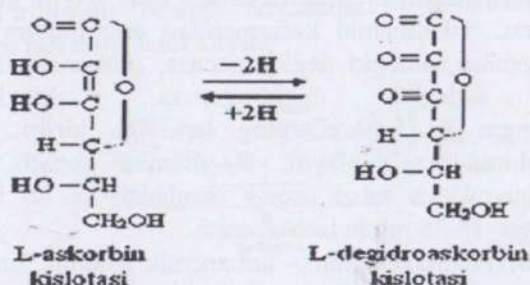
B<sub>12</sub> vitaminining biologik roli ko'p qirrali. U kobamid kofermentini tarkibiga kiradi. Tarkibida kobamid kofermentini tutgan fermentlar atsetilirlanish reaksiyalariga ta'sir qiladi (atsetil-koenzim A ni hosil bo'lishiga va natijada sirka va pirouzum kislotalarini biologik oksidlanish jarayonlari tezlashadi. Vitamin B<sub>12</sub> ning purin va pirimidin azot asoslarining biosintezida, ya'ni RNK va DNKlarning hosil bo'lishida qatnashishi alohida ahamiyatga ega. Kobamid kofermentlari ularning biosintezini tezlashtirish bilan oqsil sinteziga ta'sir qiladi, bu anabolik samara shaklida namoyon bo'ladi. Bulardan tashqari vitamin B<sub>12</sub> aminokislota-metioninning almashinuvida metil (-SN<sub>3</sub>) guruhini tashishda qatnashadi.

Vitamin B<sub>12</sub> – birdan-bir yagona vitamin bo'lib, uning biosintezini faqat mikroorganizmlar amalga oshiradi.



Vitamin B<sub>12</sub> ning asosiy manbaalariga – jigar (asosan molniki), go'sht, baliq, buyrak, sut, tuxum oziqa mahsulotlari kiradi. Katta yoshdagi odamning B<sub>12</sub> vitaminiga bo'lgan kunlik ehtiyoji – 3 mkg tashkil etadi.

**Vitamin C** (askorbin kislotasi) – o'zining tuzilishi bo'yicha uglevodlarning (geksozalarning) hosilasi hisoblanadi. To'rtta optik izomeri bo'lib, ulardan tabiiy biologik faol askorbin kislotasi L-konfiguratsiyaga ega. D-askorbin kislotasi esa vitamin C ning ontogonisti hisoblanadi (36-rasm).



36-rasm. Vitamin C ning hosil bo'lishi

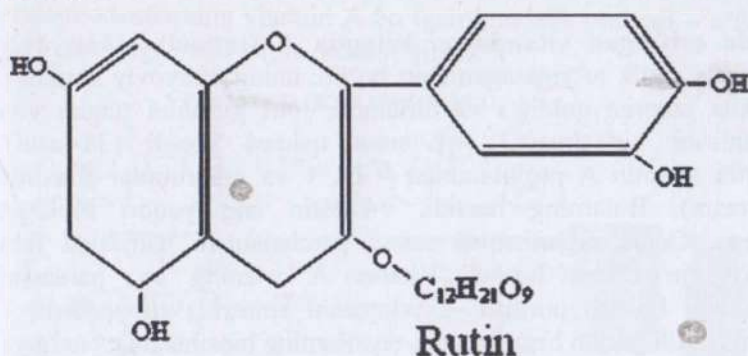
Askorbin kislotasi qaytadan oksidlanish (degidririlanish) va qaytarilish (gidririlanish) qobiliyatiga ega. Ana shu qobiliyati (xususiyati) uni oksidlanish qaytarilish reaksiyalarida vodorodni qo'shimcha tashuvchi sifatida qatnashishiga imkoniyat berishi mumkin. Biroq, hozirgacha prostetik (kofent) guruhlarini tarkibida vitamin C bo'lgan fermentlar ajratib olingan emas. Taxmin qilishlaricha, vitamin C muskullarda oqsillar almashinuvining holatiga (kollagenning biosinteziga ta'sir qiladi; u birlashtiruvchi to'qimalarning oqsillarini, buyrak usti bezi po'stloq qismining gormonlarini hosil bo'lishida ba'zi bir aminokislotalarning (tirozin) almashinuvini boshqarishda qatnashadi.

Odamlarda C vitaminini etishmasligi natijasida spetsifik kasallik – singa (skorbut) rivojlanadi. Kasallik oldin qon kapillyarining mo'rtligini oshishi, quvvatsizlik, tez charchab (toliqib qolishlik, ishtahani kamayishi, o'sishning to'xtab qolishi, tishlarni tozalaganda milklarning qonashi, karies, infeksiyalarga beriluvchanlikni oshishi va boshqalar bilan ro'yobga chiqadi. Keyin milklarni yaranalishi, tishlarni qimirlashi va tushishi kuzatiladi.

**Vitamin C** tabiatda keng tarqalgan vitaminlarga kiradi. Odam uchun uning muhimroq manbaalari bo'lib o'simlik mahsulotlari – sabzavotlar va mevalar xizmat qiladi. Odam uchun uning muhimroq manbalari bo'lib o'simlik mahsulotlari – sabzavotlar va mevalar xizmat qiladi. C vitaminiga boy – qalampir, salat, karam, xren (erqalampiri), kashnich va chetan, qoraqat va sitruslarning (limon) mevasi. Oziq-ovqat bo'lmagan manbalardan – qoraqatning barglari va ayniqsa na'matakning mevasida vitamin C juda ko'p bo'ladi. Jumladan, namatakning quruq mevasini 100 grammida 1,2g vitamin S bo'ladi.

Sport bilan shug'ullanmagan odamlar uchun kundalik ehtiyoji-100-200mg.ni tashkil etadi. Vitamin H (biotin) – o'zining kimyoviy tabiati bo'yicha geterotsiklik tuzilishga ega bo'lgan monokarbon kislotasi hisoblanadi. Molekulaning geterotsik qismi imidazol (A. tiofen (B sikllardan tashkil topgan, yon zanjiri esa valian kislotasining qoldig'idan iborat.

Biotin karboksilaza fermentlarining kofermentlarini tarkibiga kirib karboksillanish va transkarboksillanish reaksiyalarini boshqarishda muhim ro'l o'ynaydi. Shuning uchun ham biotin oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar va ularning metabolitlarini metabolizmiga, yog' kislotalarning sinteziga, Krebs siklining substratlari – dikarbon kislotalarni hosil bo'lishiga, siydikchilni hosil bo'lishi, purinlarning sintezi va boshqalarga jalb qilinadi. Odamlarda biotin etishmaganda terining yallig'lanishi (dermatitlar) kuzatilib, yog' bezlarining faoliyatini kuchayishi, sochning to'kilishi, tirnoqlarning shikastlanishi, muskullarda og'riq paydo bo'lishi, charchash, uyqusirash, depressiya, hamda anemiya bilan birga sodir bo'ladi.



37-rasm.Rutingning kimyoviy tuzilishi

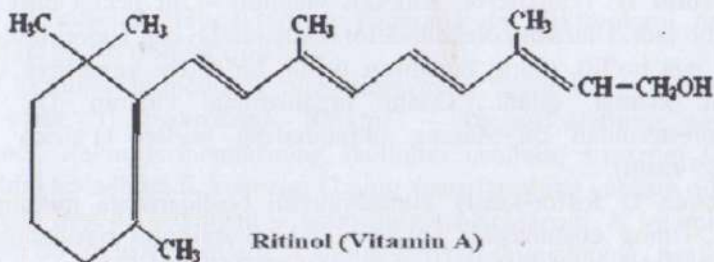


Biotin deyarlik barcha hayvon va o'simlik mahsulotlarining tarkibida bo'ladi. Bu vitamanga eng boy hisoblanadi – jigar, buyrak, sut, tuxumning sarig'i. O'simlik mahsulotlaridan esa kartofel, piyoz, pomidor, rezavor ismaloq. Odam va hayvonlar uchun ichakning mikroflorasi sintezlayotgan biotini muhim manbaa hisoblanadi. Katta yoshli odamning biotinga bo'lgan kundalik ehtiyoji taxminan 0,25 mg bo'ladi.

**Vitamin B<sub>2</sub>** (bioflavonoidlar, rutin, polifenollar, sitrin, kapillyarlarni mustahkamlaydigan, o'tkazuvchanlik vitamini) – kimyoviy tabiati bo'yicha birikmalarning umumiy guruhini tashkil qilmaydi, lekin ularning hammasi ham difenilpropan karbon skeletiga ega va asosan xromon yoki flavanning hosilalari hisoblanadi (-rasm). Bu moddalarning hammasi B vitamin faolligiga ega.

Bioflavonoidlar etishmaganda yoki oziqa tarkibida ular bo'lmaganida qon tomirlarni rezistentligi pasayadi va o'tkazuvchanligi oshadi, natijada qon quyilishlar, qon ketishlar kuzatiladi. Bundan tashqari, odamlarda quvvatsizlik, tez charchab qolish va qo'l-oyoqlarda og'riq paydo bo'lishlari kuzatiladi. Bioflavonoidlarning qon tomirlarini devorlariga fiziologik ta'siri ba'zi bir ferment sistemalariga (jumladan, gialuronidazalar, pirolinoksidazalar) ta'sir qilish qobiliyati orqali ular to'qimalarning nafas olishida qatnashishi bilan bog'langan. R-vitaminli preparatlar huddi askorbin kislotasidek singa, revmatizm kasalliklarini oldini olish va davolashda qo'llaniladi. B va C vitaminlarning ta'siri o'zaro bog'langan. Ular oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida tegishli sistemalarda juft zveno hosil qilib, birgalikda faoliyat ko'rsatadi. Katta odamlar uchun B vitaminining manbasi bo'lib, C vitaminiga boy bo'lgan o'simlik ozuqa mahsulotlari (jumladan, sabzavotlar, mevalar) hizmat qiladi.

**Yog'da eriydigan vitaminlar. Vitamin A (retinol)** – kimyoviy tabiati bo'yicha siklik to'yinmagan spirt bo'lib, uning kimyoviy struktura asosida ikkita izopren qoldig'i va birlamchi spirt guruhini tutgan yon alifatik zanjirini biriktirgan  $\beta$ -ionon qalqasi yotadi (38-rasm). O'simliklarda vitamin A provitaminlar – b-, v va g-karotinlar shaklida bo'ladi(38-rasm). Bularning orasida v-karotin eng yuqori biologik faollikka ega. Odam organizmida uning parchalanishi natijasida ikki molekula vitamin A hosil bo'ladi. Vitamin A ko'zning to'r pardasini tayoqchalaridagi ko'rish purpuri – rodopsinni sintezida (lipoprotein – opsinning prostetik guruhi hisoblanadi), oqsillarning biosintezida, energiya almashinuvida, glyukozaning hosil bo'lishini boshqarishda, kortikosteroidlarning biosintezida ishtirok etadi.

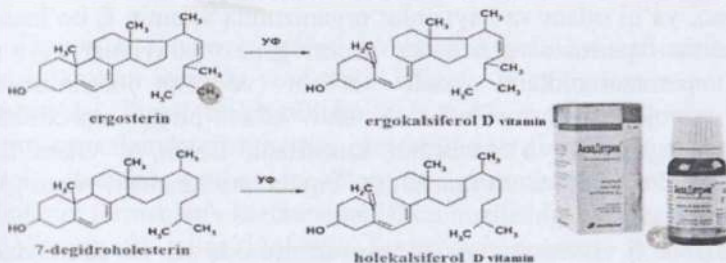


38-rasm. Ritinolning rimyoviy tarkibi.

Bulardan tashqari retinolning hujayra membranalarining o'tkazuvchanligi boshqaradigan ta'siri hamda uning antioksidantlik ta'siri muhim ahamiyatga ega.

Vitamin A etishmaganda odamlarda kseroftalmiya ("quruq ko'zlar") kasalligi rivojlana boshlaydi. Bu kasallikni boshlang'ich stadiyalarida "shapko'rlik" (qorong'uda ko'rmaslik) shaklida namoyon bo'ladi. Bu kasallik ko'rish purpuri (pigmenti) – rodopsinning etishmasligi natijasida paydo bo'ladi. Vitamin A keng tarqalgan. A vitaminiga boy hayvon mahsulotlariga – yirik shoxli mollar va cho'chqalarning jigari, tuxumning sarig'i, qaymog'i olinmagan sut, qaymoq, smetanalar kiradi. Ayniqsa erkin holdagi vitamin A dengiz okuni, treska, paltus baliqlari jigarlari yog'ida juda ko'p bo'ladi. Odam uchun vitamin A manbasi bo'lib yana qizil etli sabzavotlar (sabzi, pomidor, qalampir va boshqalar) hizmat qiladi. O'simliklarda vitamin A provitamin – karotin shaklida bo'ladi. Katta yoshdagi odamlarning vitamin A bo'lgan kundalik ehtiyoji – o'rtacha 2,7 mg, v-karotinga – 2-5 mg.ni tashkil qiladi.

#### VITAMIN D (KALSIFEROL)



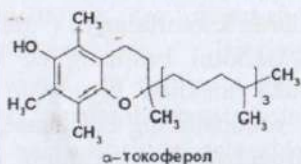
39-rasm. D vitaminining hosil bo'lishi



**Vitamin D<sub>3</sub>** (kaltsiferol, antiraxit vitamin) – bir necha birikmalar shaklida bo‘ladi. Ulardan xolekaltsiferol – vitamin D<sub>3</sub> eng yuqori biologik faollikka ega bo‘lib, uning biosintezi uchun birlamchi xomashyo bo‘lib xolesterin xizmat qiladi. Odam organizmida vitamin D<sub>3</sub>, 7-degidroxolesterindan quyoshning ultrabinafsha nurlari ta‘sirida hosil bo‘ladi (39-rasm).

Vitamin D fosfor-kalsiy almashinuvini boshqarishda muhim ro‘l o‘ynaydi. Uning etishmasligi bolalarda raxit kasalligini rivojlantirishga olib keladi. Bolalar uchun kundalik me‘yori 10-25 mkg.ni, katta yoshdagi odamlar uchun esa – 2,5 mkg.ni tashkil qiladi.

**Vitamin E** (tokoferollar) – bir necha vitaminlar ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - va h.k.) shaklida bo‘ladi.  $\beta$ -Tokoferol va uning kimyoviy analoglari tokolning hosilalari hisoblanadi (40-rasm).



40 -rasm.Vitamin E (Токoferол)ning kimyoviy tuzilishi.

$\beta$ -tokoferol kimyoviy tabiati bo‘yicha 5, 7, 8-trimetilmol hisoblanadi va uning kimyoviy strukturasi benzopiron va geksoidekan qoldiqlaridan farqlash mumkin.

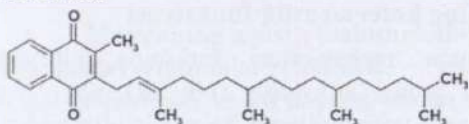
Vitamin E – tokoferolning nomi yunoncha “tokos” – “ablog”, “fero” – “tashiyman” ma‘nolarini bildiradi. Uzoq vaqtlar davomida Evitaminining ahamiyati uning ko‘payish jarayoniga ta‘sir qilishi bilan chegaranilgan, ya‘ni odam va hayvonlar organizmida vitamin E bo‘lmasa yoki etishmasa spermato genez va embriogenez jarayonlari (ya‘ni erkaklarda spermatozoidlarni hosil bo‘lishi va ona organizmida homilaning rivojlanishi) buziladi va shu bilan birga reproduktiv organlarning degenerativ o‘zgarishlari kuzatiladi. Lekin, e vitaminini chuqurroq har tomonlama o‘rganishlar bunda tushunchani noto‘g‘ri ekanligini ko‘rsatdi.

Organizmda E vitaminining ta‘sir mexanizmi ikki xil. Bir tomondan, u yog‘lar va boshqa oson oksidlanadigan birikmalarni oksidlanishdan

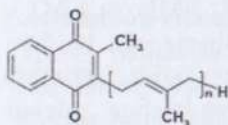
saqlaydigan hujayraning agenti hisoblanadi. Boshqa tomondan esa, vitamin E oksidlanishli-qaytarilish jarayonlarida elektronlarni bevosita tashuvchisi bo'lib ishtirok qiladi.

Muskul to'qimasida moddalar almashinuvida e vitaminining roli ayniqsa ancha katta. U makroergik birikma – kreatinfosfatning sintezida qatnashadi, flavin fermentlarining faolligini oshiradi, sitoxrom C ning tiklanishini tezlashtiradi, koenzim Q ning sintezlanishiga yordam qiladi va eng yaxshi yog'da eriydigan – antioksidant hisoblanadi. E vitaminining manbalari bo'lib hizmat qiladi: o'simlik moylari (kungaboqar, paxta, soya makkajo'huri va boshqalarning moylari), salat, karam, boshqodoshlarning donlari, go'sht, saryog', tuxumning sarig'i. Kundalik ehtiyoji – 5-30 mg atrofida bo'ladi.

**Vitamin K (filloxinon, antigemorragik vitamin)** – bir necha vitaminlari bor.



**vitamin K<sub>1</sub> (filloxinon)**



**vitamin K<sub>2</sub> (menaxinon n-4,6,7)**



#### 41-rasm. Vitamin K ning kimyoviy tarkibi.

Vitamin K kimyoviy tabiati bo'yicha 2-metil-1,4-naftoxinon bo'lib, uchinchi karbon atomida yon zanjir sifatida 20 ta karbon atomi va bitta qo'shbog'dan iborat fitil radikalini tutadi (42-rasm). Fillaxinon (vitamin K<sub>1</sub>)ning organizmda etishmasligi protrombin va qonning iyish sistemasida ishtirok etadigan boshqa oqsillarning glutamin kislotalarni ma'lum qoldiqlarini fermentativ karboksillanishini buzilishiga olib keladi.

Vitamin K ning biologik funksiyasi qonning iyish jarayonini boshqarishdan iborat. U protrombin va boshqa oqsillarning glutamin



qoldiqlarini karboksillash reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlarning kofermenti bo'lib xizmat qiladi. Kashtan, gazanda (qichitqi) o't va bedalarning yashil barglari K vitaminiga juda boy bo'ladi. Vitamin K ning manbalari bo'lgan o'simlik mahsulotlariga – karam, ismaloq, oshqovoq, yashil pomidor, araxis moyi, ryabina (chetan)ning mevasi, hayvon mahsulotlariga esa faqat cho'chqaning jigari kiradi.

Odam organizmi uchun uning kundalik ehtiyoji qancha bo'lishi aniqlanmagan, chunki ichakning mikroflorasi bu vitaminni etarli darajada sintezlab turadi. Shuning uchun uning etarli miqdori 1 mg hisoblanadi. Ana shu yuqorida keltirilgan asosiy vitaminlardan tashqari vitamininga o'xshash moddalar ham bor, ularga kirishi mumkin: paraaminobenzoy kislotasi, pangam kislotasi, inozit, lipoy kislotasi, karnitin, xolin, vitamin F va hokazolar.

#### **7.4. Vitaminlarning kofermentlik funksiyasi**

Odam organizmiga ozuqa mahsulotlari tarkibida kirayotgan vitaminlar ko'pchilik hollarda aynan o'xshash (bir xil) yoki ularga strukturasi bo'yicha juda yaqin. Ayrim hollarda ba'zi bir vitaminlar bir qator fermentlarning kofermentlari bo'lib xizmat qiladi yoki ularning tarkibiga kiradi (piridoksalfofat – V<sub>6</sub>, tiaminpirofosfat – V<sub>1</sub>, koferment A – pantotenovaya kislotasi, NAD va NAD•F – RR, FMN va FAD – V<sub>2</sub> va h.k.). Ko'plab fermentlar to'liq katalitik funksiyaga ega bo'lishi uchun kofaktorlar deb ataladigan qo'shimcha reaktiv guruh ishtirokini talab qiladi. Kofaktorlar ruh, mis, marganes, magniy va boshqa. Metall ionlari kabi anorganik molekullarni saqlashi mumkin. Bu holatda ushbu kofaktorlar fermentlarning zaryad taqsimlanishi va aktiv uchastkasi shaklini o'zgartirish orqali fermentning bog'larning faoliyatini o'zgartiradi. Agar kofaktorlar fermentga doimo mahkam bog'langan bo'lsa, prostetik guruh deyiladi, masalan mis, marganes, ruh, biotin, vitamin B<sub>6</sub> va boshqa kiradi.

Alternativ ravishda, kofaktorlar koferment deyiladigan organik birikmalar ham bo'lishi mumkin. Anorganik kofaktorlardan farqli ravishda kofermentlar fermentning bog'lanish uchastkasini o'zgartirmaydi, balki reaksiyada bevosita ishtirok etuvchi muhim komponent sifatida harakat qiladi. Kofermentlar bunda reaksiyaning ikkilamchi substratlari yoki mahsulotlari sifatida qatnashishi mumkin. Misol uchun, laktatning LDG fermenti orqali piruvatga oqsidlanishi reaksiyasida nikotinamid adenin

dinukleotid (NADH) reaksiyani amalga oshirish uchun zarur bo'lgan koferment sifatida ishtirok etadi.

Ko'pchilik suvda eriydigan vitaminlar, xususan B<sub>6</sub> vitamini kofermentlar uchun prekursor, ya'ni bazaviy komponentlar shakli bo'ladi, va shu sababli ratsionimizda B<sub>6</sub> vitaminining kerakli miqdorini qabul qilish muhimdir. B vitamini etishmasligi sababli ko'plab kasalliklar paydo bo'ladi, chunki zaruriy kofermentlarning yo'qligida ma'lum bir fermentlar muvofiq ishlay olmaydi. B vitamini oilasi vakillari va ular hosil qiladigan kofermentlar 19-30 yoshli erkaklar uchun Milliy fanlar Akademiyasining Oziq-ovqat va Ratsion Kengashi tomonidan tavsiya qilingan kunlik ratsion ruxsatlaridan iborat. NADH va FAD kofermentlari oqsidlanish-kaytarilish reaksiyalarida juda muhim. Chunki ular uzoq muddatli chidamlilik mashqlarida oksidlovchi fosforlanish, energiya osil buqilishida ustunlik qiladi.<sup>29</sup>

### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

**Vitaminlar**-vitaminlar (lotincha – “vita” – hayot) – organizmining o'sishi, hayot faoliyati va ko'payishi uchun zarur bo'lgan turli kimyoviy tabiatga ega bo'lgan kichik molekularli moddalar guruhi.

**Gipovitaminoz**- oziqa bilan kirayotgan vitaminlarning etishmasligi yoki ularning yomon hazm bo'lishi natijasida rivojlanadigan kasalliklar.

**Gipervitaminoz**-vitaminlarni organizmga haddan tashqari ko'p miqdorda kirishi natijasida rivojlanadigan kasalliklar. Ko'proq yog'da eriydigan vitaminlar (A,D,K va boshqalar)da uchraydi.

**Avitaminoz**-biron bir vitaminning oziqa moddalari tarkibida bo'lmasligi natijasida rivojlanadigan kasalliklar.

**Beri – beri**- beri – beri (polinevit) kasalligi – organizmda vitamin B<sub>1</sub> (tiamin) etishmaganda rivojlanadi.

### **Mavzuga oid test topshiriqlari**

**1.Vitaminlar – turli kimyoviy tabiatli, molekula massasi kichik bo'lgan moddalar bo'lib, albatta quyidagi xususiyatlarga ega bo'lishi kerak:**

- a. odam va hayvon organizmida sintezlanmaydi
- b. oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida organizmga juda kam miqdorda kirib, biokimyoviy jarayonlarga katta ta'sir ko'rsatadi
- c.ularni bo'lmasligi yoki etishmasligi moddalar almashinuvini maxsus buzilishlariga olib keladi
- d. keltirilgankarning barchasi to'g'ri

<sup>29</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 70)



2. Organizmda vitaminlarning asosiy biologik funksiyasi – bu:
- energetik
  - transport
  - koferment
  - himoya
3. Koenzim–A (I), koenzim–Q (II) va kobamid koferment (III)larining tarkibiga quyidagi vitaminlar kiradi
- ribofladin ( $b_2$ )
  - siankobalamin ( $b_{12}$ )
  - pantotenat ( $b_3$ )
  - ubixinonlar
5. Suvda eriydigan vitaminlar –  $B_1$  (I),  $B_2$  (II), PP (III) va  $B_c$  (IV)larga organizmning bir kecha-kunduzlik ehtiyoji quyidagicha bo‘ladi
- 200 mkg
  - 1,3-2,6 mg
  - 15-20 mg
  - 1,5-3,0 mg
6. Organizmning  $B_{12}$  (I) va D (II) vitaminlariga ehtiyoji nihoyatda kam bo‘lib ..... va ..... mikrogrammni tashkil etadi
- 3
  - 5-10
  - 20-30
  - 1,0-2,5
7. Odamlarda beri-beri (I) va pellagra (II) kasalliklari ..... va ..... vitaminlari etishmaganda rivojlanadi
- PP
  - C
  - D
  - $B_1$
8. Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida C vitamini bo‘lmasligi ..... (I) kasalligini va A vitamini kam bo‘lishi ..... (II) kasalligini rivojlanishiga olib keladi
- beri-beri
  - shapko‘rlik
  - singa
  - pellagra
9. Oqsillar almashinuvida qaysi vitaminlar muhim ro‘l o‘ynaydi?
- B,C
  - PP,D, $B_{12}$
  - $B_1$   $B_2$   $B_{12}$
  - C,K,E
10. Lipidlar almashinuvida qaysi vitaminlar muhim ahamiyatga ega bo‘ladi?
- B,C
  - $B_1$   $B_2$   $B_{12}$
  - PP,D, $B_{12}$
  - C,K,E

### Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Organizmlarning hayot faoliyati uchun zarur bo‘lgan turli kimyoviy tabiatli, molekular massasi kichik bo‘lgan moddalar nima deb ataladi?

2. Organizmda vitaminlarning asosiy biologik funksiyasi nimadan iborat?

3. Qaysi vitaminlar nafas olish zanjiridagi dehidrogenazalarning kofermentlarini tarkibiga kiradi?

4. Bolalar (chaqaloqlar) organizmda D vitamini etishmasa qanday biokimyoviy jarayon buziladi va uning natijasida qaysi kasallik rivojlanadi?

5. Odam organizmda qaysi vitaminlar etishmasa "beri-beri", "pelladra" va "shapko'rlik" kasalliklari rivojlanadi?

6. Na'matakning mevasini tarkibida qaysi vitamin eng ko'p miqdorda bo'ladi?

7. Organizmda C vitamining etishmasligi qanday kasalliklarni rivojlanishig olib keladi?

8. Vitamin e ning organizm uchun bir kecha-kunduzlik ehtiyoj qanchani tashkil etishi kerak?

9. Koferment- A va koferment-Q tarkibiga qaysi vitaminlar kiradi?

10. Suvda va yog'da eriydigan vitaminlarga qaysi guruh vitaminlari kiradi?



## VIII BOB. GORMONLAR: TUZILISHI XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI

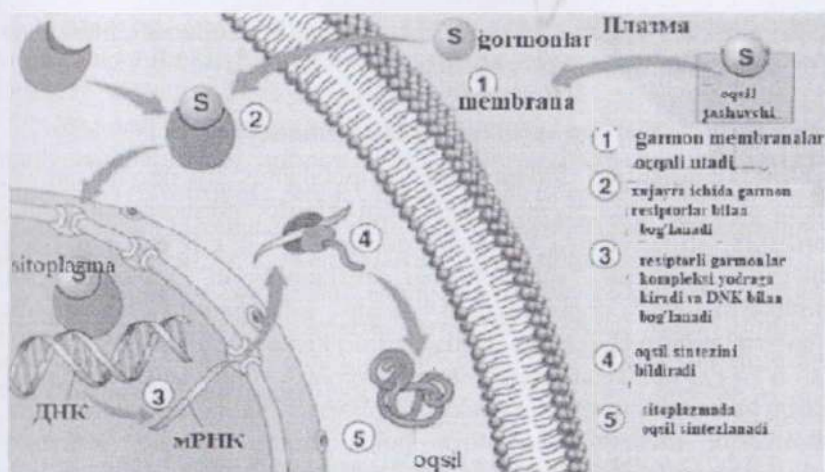
### 8.1. Gormonlarga umumiy xarakteristika

Hozirgi zamon tushunchasi bo'yicha **g o r m o n** – bu bir tipdagi to'qimalar juda kam miqdorda ishlab chiqaradigan va qon orqali boshqa to'qima – misha (nishon)ga etkazib beriladigan kimyoviy agent bo'lib, u o'zining spetsifik faolligini (biokimyoviy yoki fiziologik) namoyon qiladi. Bu moddalarni ichki sekretiya bezlari, ya'ni **e n d o k r i n** bezlari ishlab chiqaradi. qon oqimi bilan tananing boshqa qism va organlariga etkazib beriladi hamda ularning faolligini boshqaradi. Asosiy endokrin bezlariga: gipotalamus, gipofiz, qalqonsimon bez, buyrak usti bezlari, oshqozon osti bezi, ayol va erkaklarning jinsiy bezlari (tuxumdon va urug'don) kiradi.

Hozirgi vaqtda 50 dan ortiq gormonlar aniqlangan va ularning soni ko'payib bormoqda. Gormonlar faqat moddalar almashinuvini emas, balki organizmning ko'p boshqa funksiyalarini – hujayra va to'qimalarning o'sishi, yurakning ritmi, qon bosimi, buyraklarning ishi, ovqat hazm qilish fermentlari ajratib chiqarish, sut kelishini va reproduktiv organlarini ishini boshqaradi.

Endokrin bezlari ajratib chiqarayotgan suyuqliklar gormonal ta'sirga ega bo'lgan moddalar o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha turli-tumandir. Ularning ba'zi birlari – aminokislotalar yoki ularning hosilalari (tiroksin, adrenalina, noradrenalina, indolil sirka kislotasi), boshqalari purinlar (tsitokininlar), yog' kislotalarining hosilalari (prostoglandinlaryuvenil gormoni), qisqa peptidlar (vazopressin, oksitotsin), uzun polipeptidlar (insulin, glyukagon, AKTG); oqsillar (gonadotropin, o'sish gormoni), steroidlar (buyrak usti bezining po'stloq qismini gormonlari – kortizol, kortizon, gidrokortizon; jinsiy gormonlar – testosteron, estradiol, progesteron) va hokazolar. Gormonlarning ta'sir qilish mexanizmlari ularning kimyoviy tabiati singari nihoyatda xilma-xildir. Organizmda ko'pchilik gormonal ta'sirlar pirovardida fermentlar va boshqa oqsillarning induktsiyasini o'zgarishi yo'li bilan amalga oshadi.

**Fermentlarning induktsiyasi** deyilganda ferment – oqsillarning biosintezini ko'payishi tushuniladi. Fermentlarning biosintezi gormonlar bilan boshqarilishi transkripsiya (iRNK yoki RNKning har xil turlarini sintezi) yoki translyatsiya darajasida amalga oshiriladi. Gormonlarning ta'sirini muhim momenti – fermentlarning fazoviy strukturasi barqarorligi va parchalanishini tezligini o'zgarishidir (42-rasm).



42-rasm. Steroid gormoni ta'sir mehanizmi

Gormonal boshqarilishning ob'ekti bo'lib yana hujayra (plazmatik) membranasining o'tkazuvchanligi hisoblanadi. Masalan, insulin hujayra membranasining glyukoza,  $Ca^{2+}$  va aminokislotalarning ionlari uchun o'tkazuvchanligini oshiradi. Bulardan tashqari ko'pchilik gormonlar o'zlarining hujayra ichi jarayonlariga ta'sirini adenilat siklaza (AMF) sistemasi orqali amalga oshiradi.

Mashg'ulot davomida uglevod va lipid zahiralardan energiya ishlab chiqarishni boshqarilishi, hamda glikogen sintezi, ovqatlangandan keyingi alomatlar va muskul proteinining resintezi gormonlar orqali qisman boshqariladi. Energiya ishlab chiqarish hamda energiya zahirasi kontekstidan quyidagi gormonlarning ahamiyati kattadir. Katexolaminlar (adrenalin va noradrenalin), insulin, glyukagon, o'sish gormonlari (GH) va kortizol. Ammo, muskul massasining mustahkamlanishi va o'sishida muskul protein sintezi muhim bo'lganidek, unda insulin va testosteron muhim hisoblanadi.

Yuqorida aytib o'tilgan gormonlar va misha to'qimalari orqali asosiy jarayonlar tartibga solinadi. Energiya ishlab chiqarish va zahiraning dastlabki holatidan kelib chiqib, muskullar protein sintezini davom ettirish uchun to'qima bo'lib qolsa, asosiy to'qimalar muskul, jigar va yog' to'qimalarini o'z ichiga oladi. Mashg'ulot davomida katexolamin, glyukagon va kortizolning aylanishida orts, insulinning miqdori pasayadi.



Natijada, muskul va jigarda glikogenoliz va glikoliz rivojlanadi, muskul va yog' to'qimalarida sintezi sodir bo'ladi.<sup>30</sup>

## 8.2. Gormonlarning klassifikatsiyasi

**Gipotalamusning gormonlari.** Gipotalamus ta'sir mexanizmi bo'yicha ikki guruh gormonlarni, ya'ni gipofiz gormonlarini ajratib chiqarilishini stimulyatsiya qiladigan gormonlar – **l i b e r i n l a r** (tiroliberin, lyuliberin, somatoliberin, melanoliberin, prolaktoliberin, kortikoliberin) va qarama-qarshi ta'sir qiladigan ya'ni gipofiz gormonlarini ajratib chiqarishni (biosintezini) kamaytiradigan gormonlar – **s t a t i n l a r** (somatostatin, melanostatin, prolaktostatin) ishlab chiqaradi. Bu guruh gormonlarning beshta vakili (tiroliberin, lyuliberin, somatostatin, somatoliberin, melanoliberin) toza holda ajratib olingan, kimyoviy strukturasi rasshifrovka qilingan va keyingi yillarda laboratoriya sharoitida ularning sintezi amalga oshirilgan. Ularning hammasi strukturalari bo'yicha kichik molekulali peptidlar (oligopeptidlar)dir.

**Gipofizning gormonlari. G i p o f i z** – har xil embrional kelib chiqishga ega bo'lgan ikki qismdan oldingi va orqa bo'laklardan iborat. Oldingi bo'lakda ancha uzun polipeptid zanjiridan iborat bo'lgan bir necha gormonlarni ishlab chiqariladi. Ularni **t r o p g o r m o n l a r** yoki **t r o p i n l a r** deb ataladi, chunki ular keyingi darajadagi endokrin bezlarga yaqinligi (o'xshashligi) bor va ularga stimulyatsiya qilish ta'siriga ega. Jumladan, kortikotropin buyrak usti bezining po'stlog'ini, tiotropin – qalqonsimon bezni stimulyatsiya qiladi.

Tropinlarning asosiy vakillari hisoblanadi: **Melanotropin** (melanotsitlarni stimulyatsiya qiluvchi gormon) – sut emizuvchilarda melaninogenezni, reptilyalarning teri qoplamida pigmentli hujayralarni (melanotsitlarni) stimulyatsiya qiladi.

**Adrenokortikotrop gormon** (AKTG, kortikotropin) – buyrak usti bezining po'stloq qismini steroid gormonlarini ishlab chiqarishni stimulyatsiya qiladi.

**O'sish gormoni** (STG, somatotropin) – organizmning hammasini o'sish va rivojlanish jarayonlarini boshqaradi.

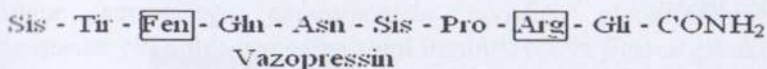
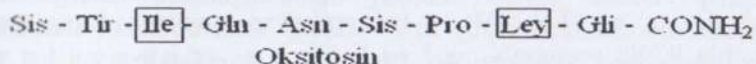
**Laktotrop gormon** (laktotropin, prolaktin) – sut bezlari rivojlanishi va sutni hosil bo'lishini stimulyatsiya qiladi.

<sup>30</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 130)

**Tireotrop gormon** (TTG, tirotropin) – qalqonsimon bezning rivojlanishi va funksiyalarini nazorat qilib turadi va tireoid gormonlarning biosintezi va qonga ajratib chiqarilishini boshqaradi.

**Gonadotrop gormonlar** (gonadotropinlar) – bularga follikulalarni stimulyatsiya qiluvchi gormon (FSG, follitropin) va lyuteinlashtiruvchi gormon (LT, lyutropin) kiradi. Ikkala gormon ham murakkab oqsil – glikoproteidlar hisoblanadi. Follitropin – ayollarning tuxumdonlarida follikulalarning etilishini va erkaklarda – spermatogenezni boshqaradi.

**Lyutropin** – ayollarda estrogenlarni va progesteronni ajratib chiqarishni, hamda follikulalarni sariq tanani hosil qilib yorilishini, erkaklarda esa – testosteronni ajratib chiqarish va interstial to‘qimani rivojlanishini stimulyatsiya qiladi.



**Lipotrop gormonlar** (LTG, lipotropinlar) – organizmda yog‘larni mobilizatsiya (safarbar) qilish jarayonlarini boshqaradi.

Gipofizning orqa bo‘lagida ikkita gormon – oksitotsin va vazopressin ishlab chiqariladi. har ikkala gormon ham qisqa peptid bo‘lib 9 ta aminokislota qoldiqlaridan tuzilgan.

**Oksitotsin**– bu garmoni tug‘ish vaqtida bachadonning silliq muskullarini qisqarishini va sutni ajratib chiqarilishini boshqaradi, sut bezlarining alveolalari atrofida joylashgan muskul tolalarining qisqarishini stimulyatsiya qiladi. Vazopressin ham kuchli vazopressor ta‘sir qilib, silliq muskulaturani qisqarishini stimulyatsiya qiladi, lekin uning asosiy funksiyasi – suv almashinuvini boshqarish hisoblanadi. U uncha katta bo‘lmagan konsentratsiyada (0,2ngG`kg tana massasig) kuchli antidiuretik ta‘sir ko‘rsatadi, ya‘ni buyrak kanalchalarining membranalari orqali suvni qaytadan shimilishini stimulyatsiya qiladi. Normada u qon plazmasining (zardobining) osmotik bosimini va odam organizmining suv balansini boshqarib turadi. Gipofizning orqa bo‘lagi atrofiya bo‘lgan vaqtda siydik bilan juda ko‘p miqdordagi suyuqlikni chiqib ketishi bilan xarakterlanadigan – **q a n d s i z d i a b e t** kasalligi rivojlanadi.

Gipotalamus va gipofizning gormonlari organizmni gormonal boshqarishda eng muhim o‘rinni egallaydi. Gipotalamusning gormonlari

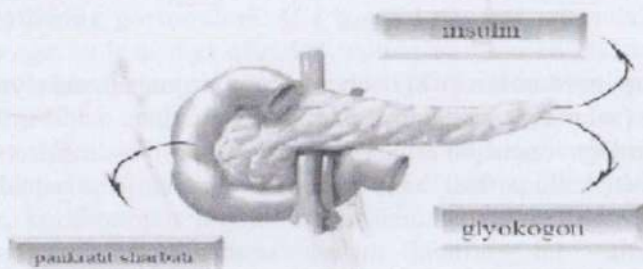


gipofizning faoliyatini boshqaradi. Gipotalamus gormonlari mahsus qon tomir yo'li – portal sistemasining kapillyarlari orqali gipofizga etib borib, gipofizning gormonlarini ajratib chiqarilishini stimulyatsiya qiladi (liberinlar) yoki keskin kamaytiradi (statinlar).

Gipofizning gormonlari esa o'z navbatida periferik endokrin bezlari deb ataladigan: buyrak usti bezi, qalqonsimon va jinsiy bezlar hamda ko'pchilik toqima va organlarning faoliyatini boshqaradi.

### **Oshqozon osti bezining gormonlari.**

Oshqozon osti bezi aralash sekretsiyali bezlarga kiradi. Uning tashqi sekretsiya funksiyasi ovqat hazm qilishning hal qiluvchi fermentlari, jumladan, amilazalar, lipazalar, tripsin, ximotripsin, karboksipeptidazalar va boshqa oshqozon osti bezi shirasi bilan ichakka quyilayotgan fermentlarni sintezidan iborat (43-rasm). Ichki sekretsiya funksiyasi esa – b- (yoki A. va v- (yoki V) – hujayralaridan tuzilgan Langergans orolchalarida ikkita gormon – **g l y u k a g o n** va **i n s u l i n n i** sintezidan iborat.



**43-rasm. Oshqozon osti bezi garmoni.**

**Insulin gormoni** – kimyoviy tabiati bo'yicha oqsil hisoblanadi. Uning molekulasi 16 ta har xil aminokislotalardan tuzilgan va 51 ta aminokislota qoldiqlarini tutadi. Bu qoldiqlar ikkita disulfid bog'i bilan bog'langan ikkita polipeptid zanjiri shaklida joylashgan. A-zanjir 21 ta, V-zanjir 30 ta aminokislota qoldig'idan tuzilgan. Insulinning birlamchi va ikkilamchi strukturalari o'rganilgan.

Organizmida insulinning almashinuv jarayonlariga ta'siri ko'p qirralidir. Insulin uglevodlar almashinuvini boshqarishda eng muhim ro'l o'ynaydi: sitoplazmatik membranalarning glyukoza uchun o'tkazuvchanligini oshirish bilan glyukozani qondan to'qimalarga tashilishini kuchaytiradi; uglevodlarning anaerob va aerob parchalanish

jarayonlarining hal qiluvchi fermentlari faolligini oshirib, ularning hujayrada parchalanishini tezlashtiradi va jigar hamda muskullarda glyukozadan glikogenning sintezini kuchaytiradi. Oshqozonosti bezining ichki sekretsia funksiyasini buzilishi, ya'ni insulin gormoni kam miqdorda ishlab chiqarilishi odamlarda **q a n d d i a b e t i** kasalligini rivojlanishiga olib keladi.

**Glyukagon** – kimyoviy tabiati bo'yicha – polipeptid, molekulasi 29 ta aminokislota qoldiqlaridan tuzilgan bitta polipeptid zanjiridan iborat. Molekulyar massasi – 3500 Da. Glyukagon insulinning antagonist gormoni bo'lib, aksincha qonda glyukozaning konsentratsiyasini oshiradi. Glyukagonning giperglikemik samarasi ikki yo'l bilan amalga oshadi: ulardan birinchisi shundan iboratki, glyukagon jigarning glikogenini glyukozagacha parchalanishiga yordam berib, qonda glyukozani konsentratsiyasini oshiradi. Bunday ta'sir qilish mexanizmi adrenalinning ta'sir qilish mexanizmiga o'xshaydi. Ikkinchi yo'l shundan iboratki, glyukagon adrenalina qarama-qarshi ravishda glyukozaning sut kislotasigacha glikolitik parchalanishini ingibirlaydi va jigarda glyukozani glyukoneogenez yo'li bilan sintezlanishini kuchaytiradi. Muskullarda glikogenning parchalanishi glyukagonni ishtirokisiz sodir bo'ladi. Mashqlardan so'ng tiklanish, shuningdek uglevodlarga boy taomni iste'mol qilgandan so'ng insulin konsentratsiyasi qondagi glyukoza darajasidan kelib chiqqan holda baholanadi. Adrenalin bilan bir qatorda insulin aniq hujayralardagi maxsus retseptorlarga birikadi va bu hujayralarda faollashadi. Ammo bunda vaziyat adrenalindagiga o'xshash bo'lmaydi. Membranaga bog'langan insulin retseptori to'rtta sub bo'limdan iborat oqsildir. Ikkita sub bo'lim hujayra yuzasidan chiqadi va insulinni bog'laydi va qolgan ikkita subbirikma membranani tortadiva sitoplazma ichiga kirib boradi. Buretseptorlar tanamizdagi ko'plab hujayralarda 100 tadan jigardagi ba'zi hujayralarda 100000 tagacha bo'ladi.

Insulinning retseptorning boshqa sub bo'limlarga bog'lanishi ferment (tirozinkinaza bo'lgan membrana-portal sub bo'limida o'zgarishlarni chaqiradi. Faollashgan subbirikmalar fosfat guruhlariga retseptorning sitoplazmatik domenini, shuningdek insulin retseptorlari substratlarini qo'shadi. Faollashgan insulin retseptorlari keyin I-insulin retseptorlari substratlarini va boshqa substratlarni fosforlaydi. Keyin I-insulin retseptorlari substratlari reaksiya orqali faollashadigan PI 3-kinaza uchun tashuvchi oqsil vazifasini bajaradi. Bu kaskad PI 3-K-bog'langan kinazalarni (PDK) va AKTni jalb etish orqali faollashadi. AKT signal



beruvchi modeli (shuningdek PKB deb nomlanadi) bir qator insulin-bogʻlangan harakatlarni jalb qiladi, yaʼni glikogen sintaza, GLUT4 ning vezikulalardan membranaga glyukoza tashishi uchun jalb qilish va oqsil sintezi.

Insulinning retseptorga birikishi va AKTning hujayra ichida oshishini chaqirganidan soʻng glikogen sintaza fermenti faoliyati oshadi. Bunga ferment fosforsizlanishi orqali erishilib, bu fosforilaza orqali amalga oshadigan fosforlanishga qarma-qarshi boʻladi. Glikogen sintaza kinaza-3 fermenti glikogen sintaza faoliyatini uni fosforlash orqali boshqaradi va uni faolsizlantiradi va oʻz navbatida u AKT orqali boshqariladi. Qoʻshimcha ravishda, AKT glyukoza tashuvchisi GLUT4 ning joy oʻzgarishini faollashtiradi, yaʼni uni sitoplazma ichidagi vezikulalardan membranaga uzatadi va bu orqali hujayraning glyukozani oʻzlashtirishini oshiradi. Muvofiq ravishda, glyukoza oshishi va glyukogen sintaza faollanishi koʻproq glikogen sintezlanishini chaqiradi. Insulin anabolik gormondir, yaʼni u parchalanishga koʻra koʻproq sintezga yordam beradi. Shu sababli insulin potensial antilipolitik boʻladi va lipidlarning parchalanishidan koʻra koʻproq ularni zahiralaydi. Bunda uAKTni faollantirish orqali erishib, u keyin oʻz navbatida sAMFni AMF ga oʻzgartiradigan ferment fosfodiesterazani faollashtiradi. Agar sAMF darajalari adipoz toʻqimalarda pasaysa, muvofiq ravishda HSL faollanmaydi, va lipoliz roʻy bermaydi. Bu insulinning taʼsirini koʻrsatadi. Shuning uchun, agar engil atletkachilar ozishini xohlasa, insulin konsentratsiyalarini past ushlab turishi uchun uglevodlarning mashgʻulotlardan oldin yoki davomida isteʼmol qilmasligi kerak. Qayt etish kerakki, insulin anabolik gormon boʻlganligi sababli yogʻ zahirasida (lipogenez) ham uglevod zahirasida (glikogenez) va insulin oqsil zahirasi (oqsil sintezi) vazifasini bajaradi. Insulinning oqsil sinteziga taʼsiri yoʻqolishi oʻsish toʻxtashi va vazn yoʻqotilishiga olib keladi.

Oqsil metabolizmining sintezi va parchalanishdagi oʻzgarishlarda insulin taʼsiri kompleks boʻlib xizmat qiladi. Baʼzi patologik holatlarda hujayralarni oqsil sintezi tezligi oshirish uchun bir necha daqiqa insulin bilan davolash mumkin. Insulin gormonlarning taʼsirlari faollashi bilan masalan glyukoza tashilishi va glikogen sintaza faollanishi maʼlum vaqt oraligʻida amalga oshidi. Insulinning oqsil sinteziga tezkor taʼsiri mRNK translyatsiyasi oshishini oʻz ichiga oladi. Translyatsiya ribosomalarda bir qator reaksiyalar orqali amalga oshib, ular uchta fazadan – boshlanish, uzayish va tugash fazalariga ajratilishi mumkin. Insulin mRNA translyatsiyasiga uglevod va lipid metabolizmiga nisbatan kamroq taʼsir

ko'rsatadi. Ba'zi translyatsiya faktorlarining harakatlari insulin tomonidan boshqarilishi aniqlandi. Yaqinda aniqlangan Ser/Tre oqsil kinazaga asoslangan signal sistemasi – rapamitsinning sut emizuvchi ob'ekti (mTOR) mRNK dagi asosiy vazifani bajarishi aniqlandi. Oqsil sintezi va boshqa ko'plab signal beruvchi elementlar insulin tomonidan o'zlashtirilib, oqsil sintezi nazoratida ishlatiladi. Bu ixtirolar bilan bir qatorda shunday taxmin vujudga keldiki, oqsil sintezida ishlatiladigan signal beruvchi molekulalar uglevodlar va yog'lar metabolizmi nazoratida ham muhim bo'lishi mumkin. Insulin garmoni ta'siri natijasida mRNK translyasiyasi oshib, oqsil sintezini tezlashtiradi. Ammo shu erda aytib o'tish kerakki, ba'zi atletlarga kuchli mashg'ulotlardan so'ng insulin sekreti yasini oshirish va shu orqali oqsil sintezini tezlashtirish uchun ma'lum miqdorda va ma'lum turdagi uglevodlarni qabul qilish tavsiya etiladi. Bundan tashqari bu oqsillarni hosil bo'lishi uchun kerak bo'lgan aminokislotalar bilan ta'minlanishi hamda oqsil iste'mol qilinishi lozim.<sup>31</sup>

### 8.3. Peptid tabiatdagi oqsili gormonlar

**Aminokislotalarning hosilalari bo'lgan – gormonlar.** Qalqonsimon bezning gormonlari (tireoid gormonlar) – tiroksin (T<sub>4</sub>) va **triyodtironin**

<b>1. Oqsil tabiyatli garmonlar</b>	
<b>oqsillar</b>	vazopressin, oksitosin, kortikotropin
<b>oddiy oqsillar</b>	insulin, somatotropin
<b>murakkab oqsil</b>	tireotropin, gonadotropin
<b>2. Aminokislotalardan xosil bo'lgan garmon</b>	yodli, adrenalin
<b>3. Yog'simon garmonlar</b>	
<b>steroidlar</b>	kortikoidlar, jinsiy garmonlar
<b>eykozanoidlar</b>	prostaglandinlar

44-rasm. Peptid tabiatdagi oqsili gormonlar



(T<sub>3</sub>)kimyoviy tuzilishi bo'yicha bir-biriga yaqin. Ular aminokislota – tirozinning hosilalari bo'lib, tarkiblarida 4 va 3 ta yod atomlarini tutadi.

Tireoid gormonlar uchun ko'pchilik metabolik jarayonlarga keng diapazonda ta'sir qilish xarakterlidir, ya'ni ular uglevodlar va lipidlar almashinuvining fermentlar sistemasi faolligiga, oqsil sinteziga, ionlar, substratlar va kofaktorlarning tashilishini intensivligiga, bioenergetik jarayonlarga ta'sir qiladi. Bu gormonlarni etishmasligi bo'lalarda – kreatinizm kasalligini (o'sishi, nerv sistemasi va jinsiy bezlarni rivojlanishi to'xtab qoladi, jismoniy va aqliy rivojlanishda orqada qoladi), katta yoshlilarda esa – miksidema kasalligini (shilimshiq pardada suv to'planib shishishi, patologik semirish, soch va tishlarni tushishi, miyada o'zgarishlar, asabiylashish va h.k.) rivojlanishiga olib keladi. Bu gormonlarni normadan ko'p miqdorda ishlab chiqarilishi (giperfunktsiya. tireotoksikoz (Bazedov) kasalligini chaqiradi (bu kasallikda bemorda ko'zning chaqchayishi, ko'p terlash, buqoq, ozish, uyqusizlik, asabiylashish, yurak qisqarishining soni keskin ko'payishi kuzatiladi).

**Buyrak usti bezining gormonlari.** Buyrak usti bezlari morfologik va funksional jihatdan ikkita individual qismdan – miya moddasi va postloqqavatidan iborat.

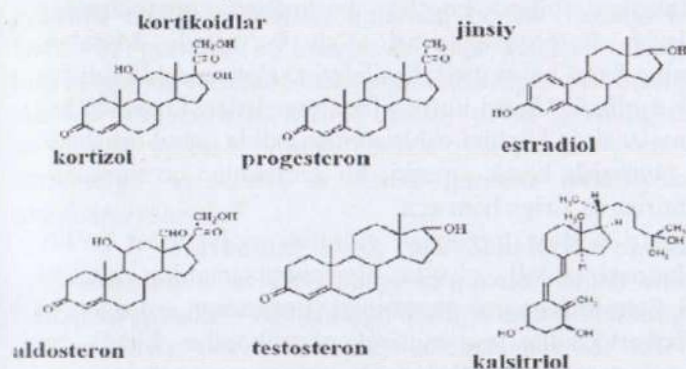
Miya moddasi katexolamin gormonlarini, po'stloqqavati esa – steroidgormonlarni ishlab chiqaradi. 31-rasmda buyrakusti bezi gormonlarining klassifikatsiyasi keltirilgan.

Katexolamin gormonlarga ikkita gormon – adrenalina va noradrenalina kiradi. Har ikkala gormon ham tirozin va fenilalaninning hosilalari hisoblanadi. Katexolamin gormonlarga ikkita gormon – adrenalina va noradrenalina kiradi. Har ikkala gormon ham tirozin va fenilalaninning hosilalari hisoblanadi. Ikkala gormon ham qon bosimini osishini chaqirib, kuchli tomirlarni toraytiradigan ta'sir ko'rsatadi. Adrenalinning asosiy ta'sir ko'rsatish organlari – jigar, skelet muskullari, yurak va yurak qon tomirlar sistemasi hisoblanadi. Bundan tashqari, ular uglevodlar almashinuviga katta ta'sir ko'rsatadi, ya'ni adrenalina, jigarning glikogenini parchalanishini stimulyatsiya qiladi va qonda glyukozaning miqdorini oshiradi. Natijada muskullarni anaerob sharoitda ishlash uchun kerak bo'lgan "yoqilgi" bilan ta'minlaydi va nihoyat, u skelet muskullarida glikoliz yo'li bilan glikogeni sut kislotasigacha anaerob parchalanishiga yordam berib, shu bilan ATFni glikolitik yo'l bilan hosil bo'lishini stimulyatsiya qiladi.

#### 8.4. Steroid gormonlar.

Buyrak usti bezlarining po'stloq qavatida 30 dan ortiq steroidlar sintezlanadi. Ularni kortikoidlar (kortikosteroidlar) deb ataladi va uchta asosiy sinflarga bo'linadi. **Glyukokortikoidlar** – ularning eng muhim vakili – kortizol (gidrokortizon) (45-rasm).

Glyukoneogenez jarayonini stimulyatsiya qiladi va jigarda glikogenni aminokislotalardan sintezlanish jarayoni – glyukoneogezni stimulyatsiya qiladi va glikogenni jamg'arilishiga yordam beradi, qonda glyukoza miqdorini oshiradi va periferik to'qimalarda glyukoza ishlatilishini kamaytiradi.



#### 45-rasm. Steroid gormonlari

Bundan tashqari, u yo'q kislotalarining ishlatilishini yaxshilaydi va keton tanachalarining hosil bo'lishini stimulyatsiya qiladi. Umuman, kortizol lipid va oqsillar almashinuviga – katabolizmga ta'sir ko'rsatadi. **Mineral kortikoidlar** – bu guruhning asosiy vakili – **aldosteron** bo'lib, uning funksiyasi buyrakda natriy ionlarini ushlab qolish va kaliy ionlarini organizmdan tashqi muhitga chiqarib tashlashdir.

Shu yo'l bilan bu guruh gormonlar organizmda suv-tuz balansini ushlab turadi. Aldosteron ham huddi kortizol kuchsiz mineralkortikoid faolligini namoyon qilganidek, kuchsiz glyukokortikoid faolligiga ega.

**Buyrak usti bezining** po'stloq qavatini steroidlari, uchinchi guruhga taalluqli bo'lib, glyukoza va mineralkortikoidlar o'rtasida o'zlarining hususiyatlari bo'yicha oraliqo'rinni egallaydi. Bu guruhning asosiy gormoni – kortikosteron hisoblanadi. Jinsiy gormonlarni – buyrak usti bezining po'stloq qavatini gormonlariga o'xshab, androgenlar (erkaklarning jinsiy gormoni) va estrogenlar (ayollarning jinsiy



gormonlari) steroidlardir. Buyrak usti bezining po'stloqqavati, urug'don va tuxumdonlar umumiy embrional kelib chiqishga ega. Shuning uchun ham androgenlar va estrogenlar faqat urug'don va tuxumdondagina emas, balki buyrak usti bezida ham sintezlanadi. Umuman olganda jinsiy belgilar ishlab chiqarilayotgan androgenlar va estrogenlarning nisbati bilan belgilanadi.

Androgenlar o'sish va etilishni stimulyatsiya qiladi, reproduktiv sistemalarni ishlab turishini va erkaklar organizmining ikkilamchi jinsiy belgilarini shakllanishini ta'minlaydi; estrogenlar ayollar reproduktiv sistemasining faolligini boshqaradi. Shu bilan birga, ham androgenlar, ham estrogenlar reproduksiya bilan bog'liq bo'lmagan organizmning ko'pchilik to'qimalariga ko'proqva har xil ta'sir ko'rsatadi. Masalan, androgenlar va ularning ba'zi bir sintetik hosilalari skelet muskullarini tez o'sishini stimulyatsiya qiladi. Ularni ko'pchilik shtangistlar, kurashchilar, futbolistlar muskul massasi va kuchini oshirish maqsadida qabul qilishadi. Shu narsani esdan chiqarish kerak emaski, bu gormonlar qo'shimcha-muskulinizatsiyalashtirish ta'siriga ham ega.

Steroid gormonlari boshqa tomondan gidrofob molekular bo'lib, ular hujayra membranasi orqali o'ta divatsitoplazmaning maxsus retseptoriga birikadi. Steroidlarga jins gormonlari (testosteron, estrogen va progesteron), glyukokortikoidlar va mineral okortikoidlar kiradi, va ularning barchasi xolesteroldan sintezlanadi. testosteron, estrogen va progesteron jins gormonlari bo'lib, jinsiy bezlardan ishlab chiqariladi. Kortikoidlar (masalan kortisol) buyrak usti po'stloqda ishlab chiqariladi va o'z ichiga glyukokortikoidlarni (glyukoza ishlab chiqarishni faallashtiradigan bir qator hujayralarga ta'sir ko'rsatadi) va mineral okortikoidlarni (buyrakda tuz va suv miqdorini muvozanatlay) oladi.

Tiroid gormoni, D<sub>3</sub> vitamini va retinoik kislota strukturaviy va funksional jihatdan steroidlarda farq qilsa ham, ularni hujayrada bir xil harakat mexanizmlarini bajaradi. Tiroid gormoni metabolizm rivojlanishi va boshqarilishida muhim ro'l o'ynaydi, D<sub>3</sub> vitamini esa Ca<sup>+2</sup> metabolizmi va suyaklar o'sishini boshqaradi, va retinoikkislota (A vitaminidan sintezlanadi) o'sish uchun muhimdir. Lipofilik xarakteri tufaayli steroid gormonlar, tiroidgormoni, D<sub>3</sub> vitamini va retinoik kislota plazma membranasi bo'ylab tarqalish orqali hujayraga kirish xususiyatiga ega bo'ladi. Hujayra ichiga kirganidan so'ng ular hujayra ichi retseptorlariga bog'lanadi. Steroid retseptorlar super oilasidab nomlanadigan guruhga kiruvchi buretseptorlar transkripsiya faktorlari bo'lib, DNK tuzish va transkripsiya faoliyati uchun muvofiq domenlarni saqlaydi. Steroid

gormonlari va muvofiq molekularlar bu orqali genlar ekspressiyasini bevosita boshqaradi. Bu jarayon yangi oqsil ishlab chiqarilishidan oldin transkripsiya va keyin translyatsiya jarayonlarini o'z ichiga olganligi sababli, fermentlar (yoki strukturaviy oqsillar) uchun energiya ishlab chiqarish yoki saqlash tezkor samara beradigan peptid gormonlarga nisbatan ko'proq vaqt oladi.

Steroid retseptorlar sinifning ba'zi vakillari, masalan estrogen va glyukokortikoid retseptorlar gormonlar bo'lmaganida DNK ni bog'lash imkoniga ega bo'lmaydi. Gormonlar bog'lanishi retseptorlarda o'zgarishlarni keltirib chaqiradi. Ularga DNK zanjirini bog'lash va aniq genlarni transkripsiyalash imkonini beradi. Boshqa hollarda, retseptor DNK ni gormon bo'lmaganida ham bog'lay oladi, ammo gormon bog'langanida retseptor faoliyatini transkripsional boshqaruvchi molekula sifatida o'zgartiradi. Misol uchun, tiroid gormon retseptori gormon yo'qligida repressor sifatida harakat qiladi, ammo gormon bog'lanishi uni aktivatorga aylantirib, u tiroid gormon indutsiyalaydigan genlarni transkripsiyalaydi.<sup>32</sup>

#### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

**Gormon** - bu bir tipdagi to'qimalar ishlab chiqarib, qon orqali boshqa to'qimalar – nishonlarga borib, u erda o'zlarining spetsifik ta'sirini (biokim-yoviy yoki fiziologik) korsatadigan har xil kimyoviy tabiatli organik moddalar hisoblanadi.

**Endokrin bezlari**- yoki ichki sekretsia bezlari – odam va hayvon organizmlarda gormonlardan ishlab chiqaradigan bezlardir.

**Prostoglandinlar**-ko'p to'yinmagan yog' kislotalari, jumladan, araxidon kislotasining hosilalari. Ko'pincha "mahalliy gormonlar" nomi bilan ham yuritiladi.

#### **Mavzuga oid test topshiriqlari**

##### **1.Odam organizmida gormonlar..... ishlab chiqaradi?**

- a. Ekzo- va endokrin bezlari
- b. tashqi sekretsia bezlari
- c. jigarda va buyrakda
- d. jinsiy bezlar

##### **2. Gormonlarning asosiy biologik funksiyasi – bu:**

- a. qonda glyukozaning miqdorini boshqarish
- b. asosiy plastik material bo'lib hizmat qilish

<sup>32</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012 ( page 138)



c. moddalar almashinuvi jarayonlarini va fiziologik funktsiya-larni boshqarishda (regulyatsiya qilishda ishtirok etish

d. asosiy energiya manbai bo'lib xizmat qilish

**3. Gormonlar o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha bo'lishi mumkin:**

a. aminokislotalarning hosilalari

b. oddiy yoki murakkab oqsillar

c. steroidlar yoki kichik peptidlar

d. keltirilganlarning barchasi to'g'ri

**4. Har xil gormonlar moddalar almashinuvining turli zvenolarini boshqarishda qatnashadi, jumladan, adrenalin (I) va insulin (II) gormonlari:**

a. lipidlar almashinuvini tezlashtiradi

b. jigardagi glikogenning parchalanishini kuchaytirib, qondagi glyukoza miqdorini oshiradi

c. hujayralarning sitoplazmatik membranasining glyukoza uchun o'tkazuvchanligini oshirib, hujayrada glyukoza oksidlanishini va undan glikogen sintezini kuchaytiradi

d. jigarda glyukoneogenez jarayonini tezlashtiradi

**5. Erkaklarning asosiy jinsiy gormoni testosteron o'zining androgen ta'siridan tashqari yana mushaklarda ..... keskin oshiradi**

a. uglevodlarni biostezini

b. fosfolipidlarni sintezini

c. nuklein kislotalarning parchalanishini

d. oqsillar biosintezini

**6. Testosteronning sintetik analoglarini va ularning hosilalarini sportda qo'llash qat'iy man qilingan. chunki ular ..... guruhiga kiradi**

a. stimulyatsiya qiluvchi moddalar

b. tiklanish jarayonini tezlashtiradigan moddalar

c. charchashni kamaytiradigan moddalar

d. dopinglar

**7. Gipofizning orqa qismida ikkita gormon ishlab chiqaradi?**

a. troiksin, glyukogon

b. adrenalin, noadrenalin

c. vazosperin, oksitotsin

d. kartizol, girokartizon

**8. Steroid gormonlar qaysi kiradi?**

a. testostriion

c. kartizol

b.gidrokartizon      d. barchasi to'g'ri

**9.Oqsil tabiatli garmonga qaysilari kiradi?**

a.insulin              c. androgen

b.istrogen            d. testasteron

**10.Garmonlar deb.....aytiladi?**

a. moddalar almashinuvida ishtirok etadigan turli birikmalar

b.maxsus organlarda ishlab chiqarilib, qonga o'tadigan, ta'sir doirasi keng,kimyoviy tabiati bo'yicha organik moddalar

d. steroidlar

c. murakkab oqsillar

**Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1.Qanday birikmalar gormonlar deb ataladi?

2. Gormonlarning odam organizmida bajaradigan vazifalari nimalardan iborat?

3. Odam organizmida gormonlarni qanday organlar yoki to'qimalar ishlab chiqaradi va ularning nomlarini keltiring.

4. Gormonlar molekularining kimyoviy tabiati bo'yicha qanday guruhlarga bo'linadi?

5. Tiroksin va triyodtironin gormonlarini qaysi endokrin bezi ishlab chiqadi va ular gormonlarning qaysi guruhiga kiradi?

6. Qondagi glyukozaning miqdorini qaysi gormonlar boshqarib (regulyatsiya qilib turadi)?

7. Erkaklarning asosiy jinsiy gormoni – testosteron va uning sintetik analoglari sportda qanday maqsadlarda ishlatiladi?

8.Steroid gormonlar qaysi garmonlar kiradi?

9. Pentid va oqsil – gormonlar, aminokislotalarning hosilasi bo'lgan gormonlar qaysi guruh gormonlar kiradi?

10.Endokrin bezlari (ichki sekripsiya bezlari) va ularning ishlab chiqaradigan gormonlariga qaysi guruh gormonlar kiradi?



## IX BOB. MODDALAR ALMASHINUVINING UMUMIY QONUNIYATLARI

### 9.1. Organizmda moddalar almashinuvi haqida umumiy tushuncha.

Tirik organizmlar doimo tashqi muhit bilan chambarchas bog'langan bo'lib, undan o'zlarining hayot faoliyatiga kerak bo'lgan moddalarni o'zlashtirib, o'zining spetsifik moddalariga aylantiradi va parchalanish reaksiyalarining oxirgi mahsulotlarini ana shu tashqi muhitga chiqarib turadi. Boshqacha aytganda, tirik organizmlarda doimo bir vaqtning o'zida juda ko'p turli-tuman kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lib turadi.

Ana shunday kimyoviy reaksiyalar majmuasini (yig'indisini) **moddalar almashinuvi** yoki **metabolizm** nomi bilan yuritiladi. Metabolizm bu ko'pgina o'zaro bog'langan multiferment tizimlari ishtirokida ta'minlanadigan yuqori darajada muvofiqlashtirilgan va ma'lum maqsadga yo'naltirilgan hujayra faolligidir.

Tanamizda minglab kimyoviy reaksiyalar o'tib, ular organizmdagi barcha jarayonlarini boshqaradi. Atomlar orasidagi bog'lar uzilganida yoki ular orasida yangi bog'lar hosil bo'lganida kimyoviy jarayoni yuzaga keladi.

Atomlarning valent qobig'idagi elektronlarning o'zaro ta'siri barcha kimyoviy reaksiyalarning asosini tashkil qiladi. Kimyoviy reaksiya kimyoviy reaktiv deb ataladigan modda yoki moddalarning ta'siridan iborat bo'lib, ular natijasida birikma yoki mahsulotlar hosil bo'ladi.

Vodorod va kislorod molekularining reaksiyasidan suv hosil bo'lishi keltirilgan tenglamadagi chiziq bu reaksiyaning yo'nalishini ko'rsatadi. ammo ba'zi reaksiyalar qaytar bo'lishi, ya'ni ikkala yo'nalishda ham borishi mumkin. Ushbu reaksiyada ikkita vodorod molekulasi kerakligiga e'tibor bering. Bu massa saqlanishi qonuniga asoslangan bo'lib, bu qonun reaksiyaga kirishuvchi moddalar massasi reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar massasiga teng bo'lishini ko'rsatadi (ya'ni boshlanishida har bir atomlarning soni oxiridagi atomlarning soniga teng bo'ladi).

Atomlarning umumiy soni bir xil bo'lganligi bilan atomlarning struktura joylashuvi o'zgaradi, va shu sababli hosil bo'lgan yangi moddalar turli xil kimyoviy xususiyatlarga ega bo'ladi.

Metabolizm iborasi tanamizda sodir bo'ladigan barcha kimyoviy reaksiyalarga aytiladi. Sport va jismoniy mashg'ulotlarda metabolizmi

bilan ko'proq ahamiyatga bo'lib, ular mushaklarimiz uchun asosiy energiya ta'minlovchi kimyoviy reaksiyalar bilan bog'langan.<sup>33</sup>

**Hujayrada metabolizm quyidagi to'rtta spetsifik (maxsus) funksiyani bajaradi:**

1. Energiyaga boy ozuqa moddalarni parchalash yo'li yoki quyosh yorug'lik energiyasini tutib o'zgartirish yo'li orqali kimyoviy energiya bilan ta'minlash.

2. Ozuqa moddalarining molekulari (aminokislotalar, nukleotidlar, monosaxaridlar)ni qurilish bloklariga aylantirish; shu qurilish bloklaridan oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar, polisaxaridlar va boshqa hujayra komponentlarini yig'ish.

3. Qurilish bloklari bo'lib xizmat qiladigan oddiy moddalardan yuqori molekulari moddalari: ya'ni oqsillar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar, lipidlar va organizmga xos bo'lgan boshqa hujayra komponentlarini yig'ish.

4. Hujayraning xar xil maxsus funksiyalari bajarish uchun kerak bo'lgan biomolekulalarni sentizlash va parchalash. Metabolizmda assimilyatsiya, dissimilyatsiya jarayonlarni ajratish qabul qilingan.

## 9.2. Assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlari

**Assimilyatsiya** – tashqi muhit moddalarini o'zlashtirish va ularni organizm moddalariga aylantirishni o'z ichiga oladi. Odam va hayvon organizmlarida assimilyatsiya – tashqi muhitdan organizmga kirayotgan organik va anorganik moddalarni shu organizmga spetsifik bo'lgan oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar, uglevodlar va boshqa moddalarni hosil qilish (sintezlash)ga olib keladigan juda katta sonli kimyoviy reaksiyalarni o'z ichiga oladi. Assimilyatsiya jarayoni organizmning o'sishi, rivojlanishi, yangilanib turishi va energiya manbasi sifatida foydalaniladigan moddalarni jamg'arishni ta'minlaydi.

**Dissimilyatsiya** – moddalar almashinuvining qarama-qarshi tomoni: organik birikmalarni parchalanishi, ya'ni oqsillar, nuklein kislotalar, yog'lar, uglevodlar (shu jumladan organizmga ozuqa tarkibida kirayotgan)ni oddiy moddalarga aylantirish jarayonidir. Barcha organizmlarda dissimilyatsiyaning asosiy oxirgi mahsuloti – suv ( $H_2O$ ), karbonat angidridi ( $CO_2$ ), ammiak (siydikchil) hisoblanadi. Assimilyatsiya va dissimilyatsiyani ikkita o'ziga mustaqil jarayonlar deb qarash mumkin

<sup>33</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 40)



emas. Bu o'sha bitta jarayonning bir-biridan ajratib bo'lmaydigan, o'zaro chambarchas bog'langan ikkita tomonidir. Masalan, assimilyatsiyaga oid bo'lgan organizm uchun spetsifik moddalarni sintezlash energiya sarflashni talab qiladi, organizm bu energiyani biologik oksidlanish jarayonidan, ya'ni dissimilyatsiya jarayonidan oladi. Odam organizmida assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarining o'zaro nisbati va ularning borish tezligi bir qator omillarga bog'liq: yoshiga, muskul faolligiga, adaptatsiyaga, ovqatlanishning sifati va miqdoriga, muhit haroratiga va h.k.

Yosh o'sayotgan organizm assimilyatsiyani dissimilyatsiya ustidan ustunlik qilishi bilan ifodalanadi. Organizmning moddalarini (qurilish oqsillari, ferment-oqsillar) sintezlanish tezligi ularning parchalanish tezligidan yuqori bo'ladi. Bu organizmning o'sishi, to'qima va organlarning hajmlarini kattalashishini ta'minlaydi.

Assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarining tezliklarini farqi endi tug'ilgan chaqaloqlarda juda katta bo'ladi. Keyin ular sekin – asta tekislanib (tenglashib) ketadi. 17-19 yoshlardan boshlab organizmida metabolizmning bu ikkita tomoni o'rtasida muvozanat o'rnatila boshlanadi. SHu vaqtdan boshlab organizmning o'sishi deyarli to'xtaydi. Bu muvozanat odamni to 40 yoshlarigacha davom etadi. Qarilikka qarab dissimilyatsiya jarayoni ustunlik qila boshlaydi. Bu o'z navbatida organizmning hayot faoliyati uchun muhim bo'lgan bir qator moddalarning miqdorini kamayishga olib keladi.

Intensiv muskul ishini bajarayotganda muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlayotgan dissimilyatsiya jarayoni keskin kuchayadi. Ancha energiya sarflashni talab qiladigan assimilyatsiya jarayoni energenik moddalarning etishmasligi (defitsiti) sababli juda sekinlashadi yoki deyarli to'xtab qoladi. Ishni tugatgandan so'ng energiya almashinuvining yo'nalishi o'zgaradi, ya'ni u asosan turli assimilyatsiya jarayonlarini energiya bilan ta'minlashga qaratiladi. Zo'riqish darajasidagi muskul mashqlanishi organizmida bir qator moddalar assimilyatsiyasini ularning dissimilyatsiyasidan bir oz ustunlik qilishini ta'minlaydi. Bu ishni bajarish uchun muhim bo'lgan qisqartiruvchi oqsillar, energetik substratlar, ferment-oqsillar va boshqa struktura moddalarni jamg'arilishiga olib keladi. Ozuqa moddalarning tarkibi, sifati, miqdori va ovqatlanish rejimi assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarini boshqarishi (regulyatsiya qilishi) mumkin. To'g'ri ovqatlanish organizmida lipidlarning sintezi va jamg'arilishini ularning parchalanishidan ustunlik qilishga olib keladi. Sifat tarkibi nuqtayi nazardan etarli va to'la qiymatga ega

bo'lmagan ovqatlanish organizmda moddalar almashinuvining umumiy intensivligini pasayishiga va dissimilyatsiyani assimilyatsiya ustidan ustunlik qilishiga olib keladi. Tashqi muhitning harorati pasayganda organizmda dissimilyatsiya jarayoni kuchayadi, ya'ni issiqlikni hosil bo'lishini ko'payishi organizmni sovib ketishidan saqlaydi. Tashqi muhitning ko'pgina omillari almashinuv jarayonlarining ayrim tomonlariga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Jumladan, quyosh nuri ta'sirida bo'lish organizmni ultrabinafsha nurlaridan saqlaydigan teri qatlamidagi pigmentlarni sentizlash va jamg'arish reaksiyalarini kuchaytiradi. Tashqi muhit omillari ta'sirida sodir bo'ladigan almashinuv jarayonlaridagi barcha o'zgarishlar yaqqol moslashish xususiyatlariga ega. Ular organizmni ana shu omillar ta'siriga chidamliligini oshirishni ta'minlaydi. Moddalar almashinuvi funksional imkoniyatlarini oshishi va sport mashqlanish jarayonida spotchining jismoniy sifatlarini takomillashishi asosida yotadi.

### 9.3. Moddalar almashinuvining asosiy turlari

Metabolizmda plastik va funksional almashinuv, tashqi muhit bilan almashinuv va oraliq almashinuvlarni farq qilish qabul qilingan.

**Plastik almashinuv** – deyilganda organizm uchun spetsifik bo'lgan moddalar – struktura moddalari, fermentlar, gormonlar, har xil sekretlar (shiralar), energiya manbalarining zaxiralarini sintezlanishiga olib keladigan kimyoviy reaksiyalarning kompleksi tushuniladi.

Plastik va funksional almashinuvlar o'rtasida shu jarayonlarni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan energetik substratlar – ATF uchun raqobatchilik (konkurentsia) bo'ladi. ATF – barcha energiya talab qiladigan jarayonlarga universal, bevosita energiya manbasi bo'lib xizmat qiladi. Organizmning energetik almashinuvi – bu uglevodlar, yog'lar, oqsillar almashinuvi mahsulotlari (aminokislotalar)ning parchalanish jarayonida ajralib chiqayotgan energiya hisobiga ATF molekulalarining yangidan hosil bo'lishi va hujayralarning plastik va funksional faoliyatini energiya bilan ta'minlash jarayonida parchalanishlariga yo'naltirilgan kimyoviy reaksiyalar kompleksidir.

**Funksional almashinuv** – bu hujayra, to'qima va organlarning funksional faolligini ta'minlaydigan kimyoviy reaksiyalar kompleksi. Funksional almashinuv, asosan, energiyaning bir turdan boshqa turga aylanish jarayonlari bilan bog'langan.

Agar hujayra funksional faollik namoyon bo'lsa, asosiy energiya oqimi uni ta'minlashga yo'naltiriladi. Plastik almashinuvning reaksiyalari bu paytda



energiyaning etishmasligi sababli ancha sekinlashadi. Jumladan, organizmda zo'riqish bilan bajarilayotgan muskul ishi vaqtida istisno sifatida ba'zi bir gormonlar va uglevodlarning qisman miqdoridan tashqari barcha sintez jarayonlari keskin sekinlashadi. Ishni tugatgandan so'ng yoki funksional faollikni pasaytirgandan so'ng, aksincha biosintez jarayonlari keskin kuchayadi.

**Tashqi muhit bilan almashinuv** – organizmga ozuqa mahsulotlari va kislorodni kirishi va almashinuvning ohirgi mahsulotlari ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NN}_3$ , siydikchil)ni tashqi muhitga chiqarishdir.

**Oraliq almashinuv** – bu organizmga kirgan kimyoviy birikmalar bilan sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalar kompleksi. Oraliq almashinuv jarayonida hosil bo'layotgan moddalar **metabolitlar** deb ataladi.

Oraliq almashinuvning ikki tomoni – **anabolizm** va **katabolizm** jarayonlari bo'ladi. Anabolik reaksiyalar hujayra va to'qimalar struktura elementlarini hosil bo'lishi va yangilanib turishiga yo'naltirilgan bo'lib, oddiy moddalardan murakkab biomolekulalarning sintezini o'z ichiga oladi. Katabolik o'zgarishlar (reaksiyalar) – ham ovqat bilan kirgan, ham hujayra tarkibiga kirgan murakkab molekullarni to' oddiy komponentlarigacha parchalanish jarayonidir. Oraliq almashinuvning har ikkala tomoni – anabolizm va katabolizm vaqt va fazoviy o'zaro chambarchas bog'langan. Oraliq almashinuv yuzlab har xil fermentativ reaksiyalarni o'z ichiga oladi, chunki bitta fermentativ reaksiyaning oxirgi mahsuloti boshqa reaksiyaning substrati bo'lib xizmat qiladi.

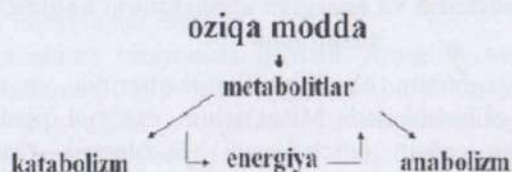
#### 9.4. Moddalar va energiya almashinuvining hujayra strukturalari bilan bog'liqligi

Moddalar almashinuvi optimal yo'nalishi kimyoviy jarayonlarning qat'iy tartibligi bilan aniqlanadi va bir tomondan, fermentlar bilan boshqarilayotgan reaksiyalar tezliklarining nisbati, ikkinchi tomondan, hujayra (organizm)ning barcha elementlarini strukturaviy tuzilish darajasiga bog'liq bo'ladi. Jumladan: yadroda (aniqrog'i yadrochada nuklein kislotalarning (DNK, RNK) sintezini katalizlaydigan fermentlar – DNK-polimeraza, RNK-polimerazalar joylashgan.

**Mitoxondriyalarda**– biologik oksidlanish jarayonlarining fermentlari (uch karbon kislotalar sikli, oksidlanishli-fosforlanish jarayoni, moy kislotalarinin  $\beta$ -oksidlanish jarayoni va h.k.) lokalizatsiyalashadi.

**Lizosomalarda** – pN-optimumi 5 atrofida bo'lgan gidrolitik fermentlar hisoblanadi.

## Moddalar va energiya almashinuvining bog'liqligi



**Sarkoplazmatik to'ra** – lipidlar biosintezi va gidroksillanish reaksiyalarida qatnashadigan fermentlar joylashgan.

**Sitoplazmada** – glikoliz, pentoza siklida oksidlanish, moy kislotalari va nukleotidlarning sintezi, aminokislotalarning faollashtirish, glyukoneogenez jarayoni va boshqalarning fermentlari lokalizatsiya qilingan.

**Ribosomalarda** - oqsillarning biosintez jarayonini fermentlari mujassamlashgan bo'lib mRNK da translatsiya jarayoni amalga oshadi.

**Plazmatik membranada** – transport ATF-azalari, adenilatsiklazalar va h.k. joylashgan. Hujayra organoidlarining strukturasi multif ferment sistemalari shunday qat'iy tartibda joylashganki, har bir ferment reaksiyaning ushbu ketma-ketligidagi keyingi fermentning bevosita yaqinida joylashgan. Shu tufayli reaksiyalarning oraliq mahsulotlarini diffuziyasi uchun kerak bo'lgan vaqt qisqaradi va reaksiyalarning barcha ketma-ketligi vaqt va fazoda qat'iy muvofiqlashgan (koordinatsiyalashgan) bo'ladi. Bundan tashqari, fermentlarning hujayra strukturalarida ana shunday qat'iy tartibda joylashishi (lokalizatsiya bo'lishi) bir vaqtning o'zida ham anabolik, ham katabolik jarayonlarini bir-biriga xalaqit bermasdan sodir bo'lishlariga imkoniyat yaratadi.



## X BOB. BIOENERGETIKA

### 10.1. Biologik oksidlanish va energiya almashinuvi haqida umumiy tushuncha

Metabolizmning muhim jihati bo'lib, ekzotermik va endotermik reaksiyalarning juftligi hisoblanadi. Misol uchun, iste'mol qiladigan ovqat energiya hosil qilish uchun parchalanadi (ekzotermik reaksiya, va keyinchalik u ATF hosil qilish uchun ishlatiladi (endotermik reaksiya.

O'z navbatida, ATF energiya hosil qilish uchun parchalanadi (ekzotermik reaksiya, va keyinchalik mushaklarning qisqarishi kabi energiya talab qiluvchi reaksiyalar uchun ishlatiladi (endotermik reaksiya.

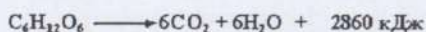
ATF odatda hujayraning energiya almashinuvi deyiladi, Chunki uning ekzotermik reaksiya natijasida ishlab chiqilgan energiyani mashqlar, harakat, katta molekullarning kichikroq molekullarga sintezi, hujayralar orasida va ichida moddalarning harakati kabi energiya talab qiladigan faoliyatga yo'naltiradi. ATF kimyoviy energiyani tirik hujayralar ishlatadigan boshqa energiya turlariga aylantiradigan yagona shaklidir.

ATF molekulasi strukturasi adozin molekulasining (adenin va ribozin) uchta fosfat guruhlari bilan birikmasidan iborat. ATF gidrolizidan olinadigan energiyani turli hujayralar faoliyatlari uchun yoqilg'i sifatida ishlatishi bog'liq bo'lmagan holda hujayraning ATF zahirasi juda kichik bo'ladi (odatda 20-30 mmol/kg quruq muskul). Maksimal kuchli mashqlar davomida to'liq tugab qolishi mumkin. Ammo bizning tanamiz uzoq muddatli mashqlarni davom ettirib turishimiz uchun ATF ni qayta ishlab chiqarishi mumkin. SHu sababli hatto og'ir mashg'ulotlar davomida ham ATF zahirasi 20-40% dan kamaymaydi. Ushbu bo'limning asosiy maqsadi, mushak to'qimasi uglevodlar, yog'lar va oqsillardan energiyani qanday ajratib chiqarishini aniqlash, ATF zahirasini tiklab, mashg'ulotlar va jismoniy ish faoliyatni barqarorlashtirish yo'llarini topish hisoblanadi. 4, 5 va 6 qismlar ushbu jarayonlarda ishtirok etadigan biokimyoviy yo'llarni belgilaydi. Sport biokimyosi bo'limlarda esa ushbu yo'llarning turli xil mashg'ulotlar davomida ishlatilishini boshqarishni ko'rib chiqadi.<sup>34</sup> Barcha anabolik reaksiyalar doimo energiya sarflash bilan sodir bo'ladi. Bu energiya uglevod va boshqa ozuqa moddalarning biologik oksidlanish jarayonlarida hosil bo'ladi.

<sup>34</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 40)

**Biologik oksidlanish** – barcha tirik hujayralarda sodir bo‘ladigan oksidlanish reaksiyalarining majmuasini ifodalaydi. Bu jarayonning asosiy funksiyasi organizmni ishlatishga qulay bo‘lgan energiya formasi (avvalo ATF) bilan ta’minlashdan iborat.

Agar fotosintez jarayonida quyosh yorug‘lik nurining energiyasi organik moddalarning (uglevodlarning) hosil bo‘lishiga ishlatilsa, biologik oksidlanish jarayonida organik molekularlarning parchalanishi (oksidlanish)da ana shu energiya ajralib chiqadi va organizmning hayotiy funksiyalarini amalga oshirishga ishlatiladi.



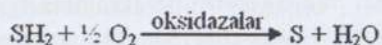
Oksidlanish jarayonlarida ajralib chiqayotgan erkin energiyaning bir qismi mahsus bog‘lanish mexanizmlari ishtirokida saqlash va tashish (transport qilish) uchun qulay bo‘lgan formaga – makroerg fosfat bog‘lariga – ATFga foydali ravishda aylantirish mumkin, boshqa qismi esa issiqlikka aylanadi va keyinchalik undan foydalanish mumkin emas. Ko‘pchilik biologik oksidlanish reaksiyalarida elektronlarning oxirgi akseptori sifatida kislorod ( $O_2$ )dan foydalaniladi. Bu hollarda aerob yoki nafas olish tipidagi energetika haqida so‘z yuritish qabul qilingan. SHU bilan birga, shunday oksidlanish reaksiyalari borki, unda elektronlarning akseptori bo‘lib kislorod emas, balki qandaydir boshqa moddalar xizmat qiladi. Bunday reaksiyalar anaerob energetika tipiga kiradi. Agar oksidlanish reaksiyalarining barcha energiyasi faqat issiqlik shaklida ajralib chiqsa, bunday holda erkin oksidlanish sodir bo‘ladi. O‘zining yuqori energetik potentsiali bilan farqlanadigan biorganik birikmalarning sintez reaksiyalarini bir vaqtini o‘zida sodir bo‘lishi uchun yoki hujayra membranalarining yuqori energetik holatini yuzaga keltirish uchun oksidlanish reaksiyalarining energiyasidan foydalanilganda bog‘langan oksidlanish sodir bo‘ladi.

**Bog‘langan oksidlanish** – hozirgi vaqtgacha barcha o‘rganilgan energiyaning biologik generatorlarini boshqaruvchi zvenosi hisoblanadi. Ma’lum tur biologik ishini bajarishga maxsuslashtirilgan hujayraning o‘zgartiruvchi mexanizmlariga energiyaning uzatilishi faqat bog‘langan reaksiyalar sistemasi orqali amalga oshiriladi.

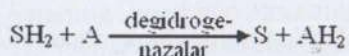


### 10.2. Organizmda oksidlanish reaksiyasining turlari

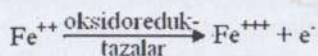
Oksidlanish reaksiyalarining juda ko'p xilma-xillari orasida uchta asosiy tip reaksiyalarni ajratish mumkin. Substratning bevosita kislorod bilan o'zaro ta'siri. Oksidaza fermentlari bilan katalizlanadi va erkin oksidlanish kategoriyasiga kiradi.



Substrat molekulasidan vodorodni ajratib chiqarish bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalar (degidrogenirlanish reaksiyalari).



Oksidlanayotgan modda molekulari elektronlarni berishi va musbat zaryadlari oshishi bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalar.

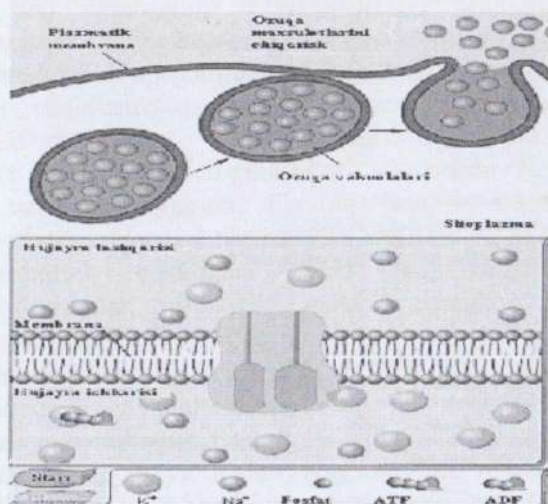


Keyingi ikkita reaksiya bog'langan oksidlanish reaksiyalari kategoriyasiga kiradi. Ana shunday reaksiyalarda vodorodni kislorodga uzatilishi bir qator oksidlanish-qaytarilish tizimlari orqali sodir bo'ladi va ular o'zlarining elektr potentsiallarining qiymatiga muvofiq juda qat'iy izchillikda (ketma-ketlikda) joylashgan bo'ladi.

### 10.3. Nafas olish zanjirida elektron va protonlarning tashilishi

Elektronlarning spetsifik aktseptorlari ishtirokida vodorodni kislorodga uzatilishi bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalarning ana shunday ketma-ketligi **nafas olish zanjiri** deb ataladi. Nafas olish zanjiri mitoxondriyaning ichki membranasida joylashgan. Organizmda oxirgi mahsulotlarni xosil bo'lishiga olib keladigan ko'pchilik biologik oksidlanishlar spetsifik fermentlar – degidrogenazalar ishtirokida substratlarni degidrerlash yo'li bilan amalga oshadi. Substratdan ajralgan vodorod birorta aktseptorlarga birikadi, bu uning qaytarilishiga olib keladi. Agar akseptor vazifasini kislorod emas, qandaydir boshqa modda bajarayotgan bo'lsa anaerob oksidlanish haqida gapirraladi. Bordini, vodorodning aktseptori bo'lib kislorod xizmat qilsa, ya'ni suvning hosil bo'lishiga olib kelsa, bunday biologik oksidlanishni aerob oksidlanish yoki to'qimalarning nafas olishi

deb ataladi. Hozirgi zamon biologik oksidlanish nazariyasiga asosan odam va hayvon organizmida nafas olish zanjiri to'rtta asosiy tip akseptorlardan tashkil topgan. Odam va hayvon organizmlarida biologik oksidlanish reaksiyalarida vodorod elektronlari va protonlarining akseptorlari bo'lib nm ko'pincha NAD, NADF, FMN, FAD, KoQ va sitoxromlar xizmat qiladi. Nafas olish zanjirining birinchi tip elektron tashuvchilari (akseptorlari) – nikotinamidkofermentlari– NAD va NADF (nikotinamid, adenindinukleotid, nikotinamid, adenindinukleotidfosfat) shaklida ifodalanadi (46-rasm).



46-rasm. Natriy-kalsyli nasos

NAD va NADF kofermentlarining ferment bloklari (apoferment) bilan spetsifik bog'lanishi ularning molekularini adenin-nukleotid qismi bilan bog'liq. SHu bilan birga nikotinamid (vitamin PP) qismi unikal xususiyatga ega bo'lib, elektron va protonlarni tashuvchisi (akseptori) vazifasini bajaradi. Degidrogenirlanish reaksiyalarida substrat molekulasidan ikkita vodorod atomi ajralib chiqadi. Bitta vodorod atomi va bitta elektron nikotinamid qalqasiga o'tkazilib, NAD va NADF kofermentlari qaytarilgan forma ( $\text{NAD}\cdot\text{N}$  va  $\text{NADF}\cdot\text{N}$ )ga aylanadi, o'zidan elektron yo'qotgan vodorodning boshqa atomi esa o'rab olgan muhitga ajralib chiqadi.

Nafas olish zanjirida elektron tashuvchilarning ikkinchi tipi – bu flavin kofermentlari–FMN (flavinmononukleotid va FAD

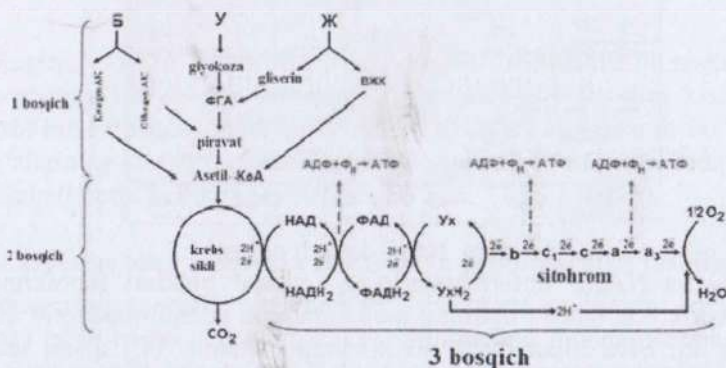


(flavinadenindinukleotidlardir. FMN va FAD molekularining faol qismi bo'lib riboflavin (vitamin B2)ning izoalloksazin halqasi xizmat qiladi. Bu halqadagi qo'sh bog'larning molekula ichida o'zgarishi hisobiga azot atomi ikkita vodorod atomini (ikkita elektron va ikkita proton) birlashtirib olishi mumkin.

Nafas olish zanjirining uchinchi tip elektron tashuvchilari – bu benzoxinon birikmalari bo'lib, koenzim – Q (KoQ) yoki ubixinon nomi bilan yuritiladi. U qaytarilganda flavin kofentlariga o'hshab vodorodning ikkita elektroni va ikkita protonlarini birlashtirib olib, KoQ•N2 ning gidroksinon formasini hosil qiladi. Nafas olish zanjirining KoQ dan kislorodga elektronlarni tashuvchilari – sitoxromlar deb ataladigan tarkibida turli gemplarni tutgan oqsillar guruhidir. Nafas olish zanjirida bu to'rtta tip elektron tashuvchilar (aktseptorlar) quyidagi ketma-ketlikda joylashadi.

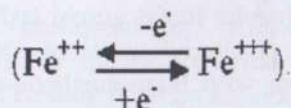
bosqichlar:

1. Asetil-KoA ning xosil bo'lishi
2. Krebs siklida Asetil-KoA ni oksidlanishi
3. Energeya-nafas olish zanjirida fermentlarni kislorodga elektron va protonlarni berishi va suvning xosil bo'lishi.



47-rasm. To'qimalarning nafas olishining umumiy anatomiyasi

Nafas olish zanjirining birinchi qismida, ya'ni NAD (NADF)dan to KoQ gacha bo'lgan oralig'ida vodorod atomining ikkitanadan elektroni va protonlari tashiladi. Sitoxromlar esa KoQ dan kislorodga yolg'iz bittadan faqat elektron tashiydi.



Shu bilan birga prostetik guruh temirining atomlari qaytar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga duchor bo'lib turadi. Hayot faoliyatining sharoitlari va ishning bajariladigan turini ehtiyojiga ko'ra odam organizmi har xil darajada foydalanadigan energiya o'zgarishining ikkita har xil yo'li bor.

#### 10.4. Substratli va oksidlanishli fosforlanish

Hozirgi zamon biologik oksidlanish nazariyasiga asosan to'qima nafas olish jarayonida substratdan kislorodga elektron va protonlarni tashish, qator oksidlanish-qaytarilish ferment sestimalari yordamida amalga oshiriladi. Ana shu oksidlanish-qaytarilish sistemasiga kiradi. Piridinga bog'liq degidrogenazalar, ular uchun NAD va NADF kofermentlik vazifasini bajaradi. Flavinga bog'liq degidrogenazalar (flavin fermentlari), ularda kofermentlik vazifasini FMN va FAD bajaradi. Benzoxinon birikmalar KoQ nomi bilan yuritiladigan ubixinonlar, sitoxromlar, prostetik guruhi sifatida temir porferin xalqali sestimani tutadi.

Energiyaning kimyoviy bog'lanish yo'li bo'lib, unda ikkita o'zaro ta'sir qilayotgan molekularining elektron orbitalar strukturasi o'zgartirish uchun oksidlanish energiyasi ishlatiladi. Bu ularning orasida makroergik deb ataladigan, ya'ni energiyaga boy bog'ni hosil qilishga olib keladi. Hidrolizlanganda ajralib chiqqan erkin energiyasi 21 kDj/mol. dan kam bo'lmagan kimyoviy bog'lar makroergik bog'lar deb ataladi. Tarkibida makroerg bog'larini tutgan birikmalar makroergik moddalar deb ataladi. Bularga barcha nukleozidtrifosfatlar, kreatinfosfat, b-glitserofosfat, 1,3-difosfoglitserin kislotasi, fosfoenolpirouzum kislotasi va boshqalar kiradi.

Energiyaning xemiosmotik bog'lanish yo'li – nafas olish zanjiri bo'yicha vodorodni kislorodga uzatish bilan bog'liq bo'lgan terminal oksidlanish jarayonlarida foydalaniladi. Energiyaning xemiosmotik bog'lanishini bu usuli hujayraning mahsuslashtirilgan membrana strukturalarida – mitoxondriyalarda va xloroplastlarda amalga oshadi. Ularning tarkibida terminal oksidlanishning ATFni hosil bo'lishi bilan bog'lovchi barcha kerakli fermentlar bo'ladi. Nafas olish zanjiri bo'ylab bir juft vodorod atomlarini kislorodgacha tashilish natijasida 3 molekula



ATF sintezlanadi. Deyarli barcha fosfat guruhi tashish reaksiyalari mana shu tashish reaksiyalarida umumiy vositachi vazifasini bajarayotgan ATFning oraliq hosil bo'lish yo'li bilan amalga oshiriladi. Qachon ATF sintezi energiyaning kimyoviy bog'lanishi ozuqa moddalarni oksidlanish yo'li bilan sodir bo'layotgan bo'lsa, bunday holda substratli fosforlanish deb ataladigan jarayon sodir bo'ladi (glikoliz jarayonida difosfoglitserin va fosfoenolpirouzum kislotalarini defosforlanishi, muskullarda kreatinfosfat hisobiga ADFni fosforlanishi va h.k.) Nafas olish zanjirida energiyaning xemosmotik bog'lanishini oksidlanish va fosforlanish yo'li bilan ATFning sintezi oksidlanishli-fosforlanish deb belgilash qabul qilingan. Nafas olish zanjirida elektronlarni tashilishi ATF hosil bo'lmasdan ham sodir bo'lishi mumkin (nafas olishni (oksidlanishni) fosforlanishdan ajralib qolishi).

ATF dan chiquvchi energiya ATF molekulasining fosfat bog'lari uzilishidan paydo bo'ladi. Hosil bo'ladigan molekula adenzin difosfat (ADF) bo'ladi. kreatinfosfat (KrF) kreatin kinaza (KK) fermenti ishtirokida o'z fosfatini berish orqali ADF ni qayta ATF ga aylantiradi, va o'z navbatida KrF kreatinga (Kr), ya'ni KrF ning fosforsizlantirilgan shakliga aylantiradi.

KrF ning ADF bilan ATF ga o'tishi reaksiyasi juda tezkor bo'ladi, ammo hujayrada KrF ning etarlicha miqdori bo'lmaganida (mushaklarda KrF konsentratsiyasi taxminan 80mmo'lk g yoki umuman tanada 120 g) uzoq davom etmaydi. Bunda esa, qisqa muddatli va yuqori intensiv qisqarishda KrF asosiy energiya manbasi bo'ladi. Energiya ishlab chiqarishning ushbu shakli ko'p hollarda anaerob alaktik deb aytiladi, chunki u na sut kislotasini ishlab chiqaradi, va na kislorodni talab qiladi. Bu manba yuqori miqdorda tezlik yoki kuchning darhol chiqib ketishini talab qiladigan faoliyatlarda, masalan 1-10 sekundlik sprintlarda eng zarur bo'ladi.

ADF ning KrF ishtirokida mushaklar kesishish ko'prigida ATF ga sintezini, shuningdek Kr ning mitoxondriyada KrF ga tiklanishini ko'rsatadi. SHu sababli Kr KrF dan intensiv mashqlarda shakllanadi, Kr esa ATF orqali KrF ga mitoxondriyada aerob tiklanish paytida qayta fosforlanadi. KrF tiklanishi uCHun kislorod zarur bo'ladi, mashg'ulotdan tugagan KrF tiklanishi qisqarayotgan mushakka qon etib borishi to'siqlanmagan holatdagina, ya'ni qon oqimi erkin holatda kislorodni etkazib bergandagina sodir bo'ladi. Agar qon oqimi to'silgan bo'lsa, FKr tiklanishi to'xtatiladi. Natijada intensiv mashg'ulotlarda siz tiklanishning (faol deb nomlanadigan) pastroq darajasiga o'tish mumkin.

KrF faoliyatini boshqaradigan Kfermenti izoformalar hisoblangan shakllarning bir qatorida mavjud bo'ladi. Shuni e'tibor olish kerakki, KrF dan ATF ning hosil bo'lishida yagona ferment bo'lgan erda shuningdek, mito shakli ham mavjud bo'lib, u mitonombiyadan ATF ishtirokida KrF ning sinteziga yordam beradi. Izoformalar yuklamalar davrida e'tiborga olish lozimki, intensiv mashg'ulot davrida KrF ning tez yo'qolishi sodir bo'ladi, ammo u darhol tiklanadi. Bu mashg'ulotning faollashganida yoki vaqt davomiyligi o'zgarishida sodir bo'ladi. Albatta, KrF ning 75% tiklanishning birinchi daqiqasida amalga oshadi. Keyin esa 3-5 minut davomida tiklanadi. Gaffurxonovning fikri bo'lib, ya'ni dastlab tezkor qayta tiklanish, ikkinchisi esa sekinroq bo'ladi.

Mushaklar qisqarishi boshlanishi bilan darhol anaerob glykolyz jarayoni boshlanadi. Anaerob glykolyz qisqa muddat ichida PKR kataboliz energiya ishlab chiqarmaydi, ammo uning ulushi 10-60 sekund ichida katta bo'ladi.

Glykolyz davomida mushaklarda saqlangan glikogen va mavjud glyukoza energiya ajralishi uchun moddalar ishlab chiqariladi. Glykolyz kislorod talab qilinmaydigan sitoplazmada sodir bo'ladi. U sababli jarayon anaerob deyiladi. U shuningdek "anaerob sirtki parchalanish" deb ham aytiladi, chunki natijada sut kislotasi mavjud sifatida chiqadi. Muvofiq sut kislotasining ishlab chiqarilishi hujayra pH ko'rsatkichini pasaytiradi (ya'ni uni ko'proq kislotali qiladi) orqali keyingi energiyaning ishlab chiqarilishi pasayishi mumkin.

Anaerob glykolyz uchun asosiy modda glikogen bo'lib, glykogen muvofiq to'yinishi sodir bo'lmasdan o'tadigan juda kuchli mashg'ulot keyingi yuqori intensiv va kam muddatli mashg'ulotlarni cheklaydi. Sekunddan oshadigan mashg'ulotlar asosan aerob energiya manba'i masalan glyukoza yoki yog' kislotalarining karbonat angidrid va suv oksidlanishi kabilarni talab qiladi. Ushbu jarayonlarga kislorod sarfi va bu jarayon hujayralarning mitoxondriyasida amalga oshadi.

Aerob faoliyatlar doimiy ravishda yuqori bo'lmasdan jismlar faoliyatli (odatda bir daqiqadan oshadigan) mashg'ulotlarda amalga oshadi. Bu intensivlik darajalaridagi uglevodlar va yog'larning ulushi Shunga e'tibor beringki, yog'lar 25% VO<sub>2</sub> da (ya'ni yurish tezligi) ko'proq energiya sarfini talab qiladi, 50% energiya 65% VO<sub>2</sub> da tezlikda va 25% energiya 85% VO<sub>2</sub> da (ya'ni intensiv aerob faoliyat) sezilarli anaerob energiya jalb qilinganida sarflanadi.



ATF sintezlanadi. Deyarli barcha fosfat guruhi tashish reaksiyalari mana shu tashish reaksiyalarida umumiy vositachi vazifasini bajarayotgan ATFning oraliq hosil bo'lish yo'li bilan amalga oshiriladi. Qachon ATF sintezi energiyaning kimyoviy bog'lanishi ozuqa moddalarni oksidlanish yo'li bilan sodir bo'layotgan bo'lsa, bunday holda substratli fosforlanish deb ataladigan jarayon sodir bo'ladi (glikoliz jarayonida difosfoglitserin va fosfoenolpirouzum kislotalarini defosforlanishi, muskullarda kreatinfosfat hisobiga ADFni fosforlanishi va h.k.) Nafas olish zanjirida energiyaning xemosmotik bog'lanishini oksidlanish va fosforlanish yo'li bilan ATFning sintezi oksidlanishli-fosforlanish deb belgilash qabul qilingan. Nafas olish zanjirida elektronlarni tashilishi ATF hosil bo'lmasdan ham sodir bo'lishi mumkin (nafas olishni (oksidlanishni) fosforlanishdan ajralib qolishi).

ATF dan chiquvchi energiya ATF molekulasining fosfat bog'lari uzilishidan paydo bo'ladi. Hosil bo'ladigan molekula adenozin difosfat (ADF) bo'ladi. kreatinfosfat (KrF) kreatin kinaza (KK) fermenti ishtirokida o'z fosfatini berish orqali ADF ni qayta ATF ga aylantiradi, va o'z navbatida KrF kreatinga (Kr), ya'ni KrF ning fosforsizlantirilgan shakliga aylantiradi.

KrF ning ADF bilan ATF ga o'tishi reaksiyasi juda tezkor bo'ladi, ammo hujayrada KrF ning etarlicha miqdori bo'lmaganida (mushaklarda KrF konsentratsiyasi taxminan 80mmo'lk g yoki umuman tanada 120 g) uzoq davom etmaydi. Bunda esa, qisqa muddatli va yuqori intensiv qisqarishda KrF asosiy energiya manbasi bo'ladi. Energiya ishlab chiqarishning ushbu shakli ko'p hollarda anaerob alaktik deb aytiladi, chunki u na sut kislotasini ishlab chiqaradi, va na kislorodni talab qiladi. Bu manba yuqori miqdorda tezlik yoki kuchning darhol chiqib ketishini talab qiladigan faoliyatlarda, masalan 1-10 sekundlik sprintlarda eng zarur bo'ladi.

ADF ning KrF ishtirokida mushaklar kesishish ko'prigida ATF ga sintezini, shuningdek Kr ning mitoxondriyada KrF ga tiklanishini ko'rsatadi. SHu sababli Kr KrF dan intensiv mashqlarda shakllanadi, Kr esa ATF orqali KrF ga mitoxondriyada aerob tiklanish paytida qayta fosforlanadi. KrF tiklanishi uCHun kislorod zarur bo'ladi, mashg'ulotdan tugagan KrF tiklanishi qisqarayotgan mushakka qon etib borishi to'siqatlanmagan holatdagina, ya'ni qon oqimi erkin holatda kislorodni etkazib bergandagina sodir bo'ladi. Agar qon oqimi to'silgan bo'lsa, FKr tiklanishi to'xtatiladi. Natijada intensiv mashg'ulotlarda siz tiklanishning (faol deb nomlanadigan) pastroq darajasiga o'tish mumkin.

KrF faoliyatini boshqaradigan Kfermenti izoformalar deb hisoblangan shakllarning bir qatorida mavjud bo'ladi. SHuni e'tiborga olish kerakki, KrF dan ATF ning hosil bo'lishida yagona ferment emas. Bu erda shuningdek, mito shakli ham mavjud bo'lib, u mitoxondriyada Kr dan ATF ishtirokida KrF ning sinteziga yordam beradi. Jismoniy yuklamalar davrida e'tiborga olish lozimki, intensiv mashg'ulot davomida KrF ning tez yo'qolishi sodir bo'ladi, ammo u darhol tiklanadi (bu hatto mashg'ulotning faollashganida yoki vaqt davomiyligi o'zgarganida ham sodir bo'ladi). Albatta, KrF ning 75% tiklanishning birinchi daqiqasida amalga oshadi. Keyin esa 3-5 minut davomida tiklanadi. Grafa ikki fazalidir, ya'ni dastlab tezkor qayta tiklanish, ikkinchisi esa sekinroq faza iborat bo'ladi.

Mushaklar qisqarishi boshlanishi bilan darhol anaerob glikoliz jarayoni boshlanadi. Anaerob glikoliz qisqa muddat ichida FKr kabi katta energiya ishlab chiqarmaydi, ammo uning ulushi 10-60 sekund ichida juda katta bo'ladi.

Glikoliz davomida mushaklarda saqlangan glikogen va qonda mavjud glyukoza energiya ajralishi uchun moddalar ishlab chiqaradi. Glikoliz kislorod talab qilinmaydigan sitoplazmada sodir bo'ladi, shu sababli jarayon anaerob deyiladi. U shuningdek "anaerob sutli parchalanish" deb ham aytiladi, chunki natijada sut kislotasi mahsulot sifatida chiqadi. Muvofiq sut kislotasining ishlab chiqarilishi hujayraning pH ko'rsatkichini pasaytiradi (ya'ni uni ko'proq kislotali qiladi), va bu orqali keyingi energiyaning ishlab chiqarilishi pasayishi mumkin.

Anaerob glikoliz uchun asosiy modda glikogen bo'lib, glikogenning muvofiq to'yinishi sodir bo'lmasdan o'tadigan juda kuchli mashg'ulotlar keyingi yuqori intensiv va kam muddatli mashg'ulotlarni cheklaydi. 60 sekunddan oshadigan mashg'ulotlar asosan aerob energiya manbalarini, masalan glyukoza yoki yog' kislotalarining karbonat angidrid va suvgacha oksidlanishi kabilarni talab qiladi. Ushbu jarayonlarga kislorod sarf etiladi, va bu jarayon hujayralarning mitoxondriyasida amalga oshadi.

Aerob faoliyatlar doimiy ravishda yuqori bo'lmagan jismoniy faoliyatli (odatda bir daqiqadan oshadigan) mashg'ulotlarda amalga ortadi. Bu intensivlik darajalaridagi uglevodlar va yog'larning ulushi mavjud. Shunga e'tibor beringki, yog'lar 25% VO<sub>2</sub> da (ya'ni yurish tezligida ko'proq energiya sarfini talab qiladi, 50% energiya 65% VO<sub>2</sub> da (barqaror tezlikda va 25% energiya 85% VO<sub>2</sub> da (ya'ni intensiv aerob faollik bilan sezilarli anaerob energiya jalb qilinganida sarflanadi.



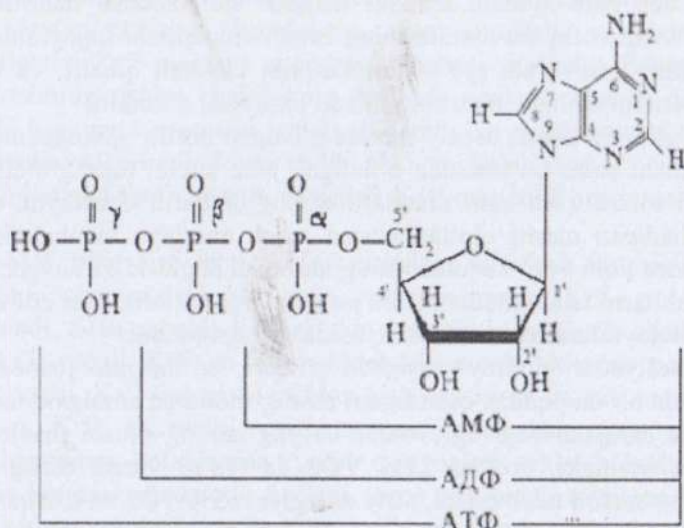
ATF – energiyani ajralib chiqishi va iste'mol qilish bilan boradigan jarayonlarni o'zaro bog'laydigan hujayraning asosiy kimyoviy vositachisidir. ATFning energiyasi hujayrada quyidagi maqsadlarda ishlatiladi:

- biomolekulalarning sintezi uchun;
- mexanik ishni bajarish uchun (muskulning qisqarishi);
- biologik membranalar orqali gradientga qarshi moddalarni tashish uchun;
- elektr ishini – nerv impulslarini ishlab chiqarish va uzatishni bajarish uchun;
- informatsiyani aniq uzatishni ta'minlash uchun va h.k.

### 10.5. Energiya almashinuvida ATFning ahamiyati

Odam va hayvonlar organizmida makroerg birikmalar sifatida ATF dan tashqari – kreatinfosfat, fosfoenolpiruvat, 1,3-difosfoglitserrat, b-fosfoglitserrat, glyukoza-1-fosfat, glyukoza-6-fosfat va boshqa nukleotidtrifosfatlar ( $1\text{kkal} = 4,1868 \cdot 10^3 \text{J} = 4,1868\text{kJ}$ ) tashkil qiladi.

Mushaklarimizning qisqarishi va buning hisobidan harakatlanishi uchun energiya zarur bo'ladi.



48-rasm.AMF,ADF, ATF larni molekulasining xosil bo'lish reaksiyasi.

Mazkur energiya adenzin trifosfat (ATF) hisobidan ta'minlanadi, va odam organizmida mushaklar qisqarishi uchun kerakli yagona energiya hisoblanadi. ATF uglevod (ribozaga) birikkan (adenin) azot asoslaridan iborat bo'lib, o'z navbatida unga uchta fosfat molekulasini birikkan (48-rasm). Fosfatlar "yuqori energiya" vositasida o'zaro birikkan bo'lib, ular bo'shaganida energiya ajralib chiqadi.

Mazkur jarayon qaytar hisoblanadi, ya'ni adenzindifosfat (ADF) molekulasida uzilgan fosfat molekulasini tiklash uchun kerakli energiya bo'lganida ATF qayta sintezlanishi mumkin. Bu jarayon kreatinfosfat, yoki anaerob glikoliz va aerob jarayonlar yordamida amalga oshishi mumkin.

Mushak to'qimalarida ATF saqlanishi chegaralangan bo'lib, harakatlanish uchun uning qayta sintezlanishi doimiy zaruriyat hisoblanadi. ATFning mushaklardagi miqdori 25 mmol/kg, yoki umuman 40-50 gni tashkil qiladi, va bu foydalaniladigan energiya manbai bo'lganida taxminan 2-4 sekund davomida yuqori intensiv faoliyat uchun etarli bo'ladi. Bu katta miqdor emas, shu sababli ATF qayta sintezlanishi mashg'ulotlarni o'tkazishda, masalan sprint yugurishda yuqori ko'rsatkichlarda, va uzoq muddatli mashqlarda muvofiq ko'rsatkichlarda ta'minlashda juda muhim bo'ladi.<sup>35</sup>

### Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari

**Metabolizm** - metabolizm (yoki moddalar almashinuvi) – tirik organizmlarda doimo bir vaqtning o'zida sodir bo'lib turadigan juda ko'p turli-tuman kimyoviy reaksiyalar majmuasidir.

**Assimilyatsiya** - tashqi muhit moddalarini o'zlashtirish va ularni organizm moddalariga almashinish jarayonlari hisoblanadi.

**Anabolizm** - hujayra va to'qimalarning struktura elementlarining hosil bo'lishi va yangilanib turishiga yo'naltirilgan reaksiyalar bo'lib, oddiy molekullardan murakkab biomolekulalarning sintezini o'z ichiga oladi.

**Katabolizm** - ham hujayra tarkibiga kirgan, ham ovqat bilan organizmga kirgan murakkab molekullarni to'oddiy komponentlarga parchalanish jarayonlaridir.

**Metabolitlar** - metabolitlar organik almashinuv jarayonlarida hosil bo'ladigan oraliq moddalar kiradi.

<sup>35</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 3-4)



**Biologik oksidlanish** - biologik oksidlanish bu barcha tirik organizmlarda sodir bo'lib turadigan oksidlanish reaksiyalarining majmuasidir.

**Anaerob oksidlanish** - Anaerob oksidlanish oksidlanayotgan moddadan ajralib chiqqan vodorodning akseptori vazifasini kislorod emas, boshqa modda ishtirokidagi oksidlanish jarayoni hisoblanadi.

**Aerob oksidlanish yoki to'qimalarning nafas olishi** - ajralgan vodorodning akseptori bo'lib, kislorod xizmat qiladigan, ya'ni suvning hosil bo'lishiga olib keladigan biologik oksidlanish jarayoni.

**Oksidlanishli fosforlanish** - nafas olish zanjirida oksidlanish va fosforlanishni xemosmotik bog'lanish yo'li bilan ATFning sintezi.

**Substratli fosforlanish** - ATFning resintezi energiyaning kumyoviy bog'lanish yo'li bilan oziqa moddalarining oksidlanishi orqali sodir bo'ladigan jarayoni.

**Fotosintetik fosforlanish** - hujayra fotosintez jarayonida tutib oladigan quyosh yorug'lik nuri energiyasi bilan bog'langan fosforlanish jarayoni.

### Mavzuga oid test topshiriqlari

1. Tirik hujayrada (organizmda) kechayotgan barcha fermentativ reaksiyalar yig'indisini ..... deb atash qabul qilingan.

- a. dissimilyatsiya;
- b. anabolizm;
- c. katabolizm;
- d. metabolizm (moddalar almashinuvi).

2. Assimilyatsiya (I) va dissimilyatsiya (II) quyidagicha ifodalanadi:

- a. tashqi muhit moddalarini o'zlashtirib, organizmning moddalariga aylantirish;
- b. organizmning moddalarini oxirgi mahsulotlargacha parchalanishi va ularni organizmdan tashqariga chiqarish;
- c. organizm uchun kerakli moddalarni sintezlash;
- d. oqsillar, yog'lar va uglevodlarni biosintezi.

3. Hujayra, to'qima va organlarning funktsional faolligini ta'minlab beradigan kimyoviy reaksiyalar kompleksi ..... deb ataladi.

- a. assimilyatsiya;
- b. plastik almashinuv;
- c. funktsional almashinuv;
- d. katabolizm.

4. Oraliq almashinuvning borish jarayonida hosil bo'layotgan moddalarni ..... deb ataladi.

- a. oxirgi mahsulotlar;
- b. o'zlashtirilgan mahsulotlar;
- c. oraliq mahsulotlar;
- d. o'zlashtirilgan mahsulotlar.

b. substratlar;

d. metabolitlar.

**5. Barcha anabolik reaksiyalar doimo energiya sarflanishi bilan bog'liq bo'lib, bu energiya uglevodlar, yog'lar va boshqa oziqa moddalarni..... jarayonida hosil bo'ladi.**

a. biosintezlash;

c. gidrirlanish;

b. biologik oksidlanish;

d. dekarboksillanish.

**6. Biologik oksidlanish jarayonida ko'p miqdorda erkin energiya ajraladi va uning bir qismi organizm qaytadan ishlata oladigan energiya turiga aylanadi, ya'ni:**

a. kimyoviy kovalent bog'lariga;

b. vodorod bog'lariga;

c. makroerg fosfat bog'lari ya'ni atf ga;

d. glikozid-glikozid bog'lariga.

**7. Makroerg fosfat bog'larining kimyoviy energiyasi organizmda quyidagi maqsadlarda ishlatiladi:**

a. biomolekulalarning sintezi, mexanik ish bajarish;

b. ionlar va moddalarning tashilishi;

c. Elektr impulslarini hosil bo'lishi va uzatilishi;

d. a, b va c.

**8. Mitoxondriyaning ichki membranasida qat'iy tartibda, ya'ni elektr potentsiallarini oshib borish tartibida joylashgan oksidlanish – qaytarilish sistemalari ..... deb ataladi.**

a. oksidlanishli-fosforlanish;

b. to'qimaning nafas olishi;

c. nafas olish zanjiri;

d. substratli fosforlanish.

**9. Hozirgi zamon biologik oksidlanish nazariyasiga ko'ra nafas olish zanjiri 4 xil vodorod aktseptorlaridan (elektron tashuvchilaridan) tuzilgan, ya'ni:**

a. koenzim-q deb ataladigan ubixinonlardan;

b. nikotin-amid va flavin kofermentlaridan;

c. sitoxromlar sistemasidan;

d. keltirilganlarning barchasi.

**10. Nafas olish zanjirida ATFning xemiosmotik bog'lanish yo'li bilan sintezlanishi ..... (I) deb, glikoliz jarayonida kimyoviy bog'lanish yo'li bilan sintezlanishi esa - ..... (II) deb ataladi.**

a. Erkin oksidlanish;

b. bog'langan oksidlanish;

c. oksidlanishli fosforlanish;



d. substratli fosforlanish.

### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Tirik organizmlarda nima yoki qanday jarayonlar moddalar almashinuvi (metabolizm) deb ataladi?

2. Assimilyatsiya va dissimilyatsiya nima? Bu jarayonlarning o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik nimadan iborat?

3. Assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarining nisbati odamning yoshiga qarab qanday o'zgaradi?

4. Biologik oksidlanishning o'zi nimadan iborat? Tirik organizmlar uchun uning asosiy funksiyasi nimadan iborat?

5. Organizmda siz oksidlanish reaksiyalarining qanday xillarini bilasiz? Mitoxondriyaning nafas olish zanjiri nima?

6. Nafas olish zanjirining tuzilish sxemasini yozing va unda ATF sintezlanadigan joylarini ko'rsating.

7. Qanday jarayon oksidlanishli fosforlanish deb ataladi?

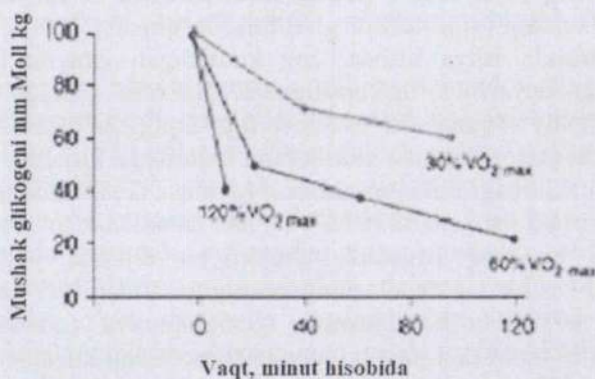
8. Mushak to'qimasi va achitqi gomogenatlaridan suktsinat degidrogenazani qanday aniqlanadi?

9. Qonda katalazaning faolligini aniqlash usulining ish tartibini gapirib bering?

## X BOB. UGLEVODLARNING ALMASHINUVI

### 11.1. Uglevodlarning almashinuvi haqida umumiy tushuncha

Moddalar almashinuvi jarayonlaridagi uglevodlar almashinuvi ham organizmning hayot faoliyatida muhim vazifani bajaradi. Jumladan, odamning energiyaga bo'lgan bir kecha-kunduzlik ehtiyojining 50% gachasi uglevodlar hisobiga ta'minlanadi ( $1g=17,2kj$ ).



### 49-rasm. Mashq intensivligi va mushaklarda glikogen miqdori orasidagi bog'liqlik

Odam organizmidagi uning zaxirasi tana og'irligining 2-3% ni tashkil qiladi. Sport bilan shug'ullanmaydigan kishilar uning hisobiga hujayralarning uglevodlarga bo'lgan ehtiyojini 12 KoAgacha ta'minlanishi mumkin, sportchilarda esa bu jarayonda ancha kam vaqt sarf bo'ladi (49-rasm). Uglevodlarning hayot faoliyatiga ta'sirini o'rganishdan oldin uglevodlarning ma'lum turlari va strukturasi va ular qatnashadigan asosiy biokimyoviy jarayonlarni ko'rib chiqamiz. Ularga glikogenoliz, glikoliz, glyukoneogenez va glyukogenez kiradi. Bundan tashqari, UKK siklidagi reaksiyalar, elektron o'tkazish va oksidativ fosforlanish ham ko'rib chiqiladi. Uglevodlar almashinishi sport fanlari nuqtai nazaridan juda muhim ahamiyatga ega. Uglevodlar mushaklar uchun, ayniqsa intensiv faoliyatda zaruriy yoqilg'i va energiya manbai hisoblanadi.



Uglevodlarning hayot faoliyati uchun muhimligi yaqqol ravishda ko'rsatilgan bo'lib, bu erda mashqlar intensivligi va mushaklarda glikogen miqdori pasayishi orasidagi bog'liqlik belgilangan. 60 %  $VO_2max$  sharoitda ikki KoA mashqlarni ya'ni nisbatan doimiy uzoq muddatli mashg'ulotlarda bajarishda mushaklardagi glikogen miqdori sezilarli agar to'liq bo'lmasa ma'lum darajada pasayadi. 120%  $VO_2max$  sharoitda ya'ni o'ta intensiv mashg'ulotlarda esa to'liq darajada tushib ketmadi ya'ni bir oz miqdorda qolgan bo'ladi. Buning sababi turli xil mushak to'qimalaridan, ya'ni barcha turdagi mushaklardan keladigan signallardir. Agar II xil turdagi (yoki tezkor glikolitik) to'qimalar 120 %  $VO_2max$  dan yuqori sharoitda ishga tushsa, eng kutiladigan jarayon bo'lib, ushbu to'qimalarda deyarli to'liq sarflanadi. Birinchi turdagi (ya'ni sekin oksidlanadigan) to'qimalarda esa deyarli to'liqligicha qoladi. SHu sababli, agar sportchi yuqori intensiv mashqlarni bajarishga kirishsa, buni bajarish uchun mushaklardagi glikogen zahirasi (ayniqsa II xil turdagi mushaklarda sarflanmagan bo'lishi shart. 30 %  $VO_2max$  da mushak to'qimalari mushak glikogenini qiyinroq ishlatadi, chunki bu rejimda yog'lar ko'proq ishlatiladi(1-rasm). Uglevodlarning boshqa jihatidan biri uning jismoniy faoliyatga ta'siri bo'lib, xususan gipoglikemiya (qondagi glyukoza pastligi) ya'ni 4mM dan past bo'lganda charchashni kuzatish mumkin. Bu sharoitlarda odam tanasi toliqishning birinchi bosqichida gipoglemik holat kuzatiladi. Boshqacha aytganda, qondagi glyukoza miqdori 4m/mol dan past bo'ladi. Qondagi glyukozaning normal miqdori 5m/mol ni tashkil qiladi, va o'qatlanishdan so'ng bu ko'rsatkich 9-10 m/mol ni tashkil qilishi mumkin. Gipoglikemiya toliqishni yuzaga kelishi sababi shundaki, miyada energiya manbai sifatida faqat kondagi glyukozadan foydalanadi. Bundan agar qondagi glyukoza miqdori 4m/mol dan pasaysa, miya funksiyasi buziladi. Miyada qaror qabul qilishdagi xatoliklar, pastroq reaksiya, ruxiy zo'riqish kuzatiladi. Toliqish haqidagi eng ko'p tarqalgan ma'lumotlardan birida ta'kidlanishicha, miya "boshqaruvchidir" va uglevodlarning kamayishi ta'minotini sezganida himoya mexanizmi ishga tushadi. Bundan xulosa qilish mumkinki, miya toliqishni keltirib chiqarishda uglevodlarning nomuvofiq miqdori bu jarayonda toliqishni keltirib chiqarishi mumkin.

1960-yillarning oxirida Skandinaviyada qilingan tadqiqotlar natijalarida mushaklar glikogeni uch kundan ortiqroq parhez va mashg'ulotlarni bajarish qobiliyati orasidagi bog'liqlik keltirilgan. Kunlik ratsionda uglevodlarning etarli bo'lmagan miqdori qabul qilingani sababli mushak glikogenlari darajasi past (60 m/mol glikozil birligi) bo'lganida

mashg'ulotlarning o'rtacha davomiyligi 60 minutni tashkil qiladi. Ulevodlarning yuqoriroq miqdori iste'mol qilinganidan so'ng mushaklardagi glikogen miqdori 120 m/molga etkazilganida esa bu mashg'ulotlarning o'rtacha davomiyligi 120 minutni tashkil etadi. Natijada, mushak glikogenlari darajasi uch kunlik yuqori uglevodli ratsioni orqali yanada oshirilganida (180 mM), mashg'ulotlarning o'rtacha davomiyligi 180 minutgacha oshdi. Mashg'ulotlar 70 %  $VO_2$ max sharoitda toliqishgacha davom etadi. Bundan kelib chiqadiki, ratsion va mushak glikogenlari darajasi orasida, shuningdek mushak glikogenlari miqdori va davomiy mashg'ulotlarni bajara olish qobiliyati orasida bog'liqlik mavjuddir.

Mashg'ulotlardan oldingi mushak glikogeni miqdori va davomiy mashg'ulotlarni bajara olish qobiliyati orasidagi bog'liqlikning boshqa dalillari keltirilgan. 1970-yillar boshida futbol uchrashuvida mushak glikogenining sarflanishi bo'yicha tadqiqot natijalari ko'rsatilgan. Mushak glikogeni zaxirasi o'yin yarmida sezilarli darajada va o'yin oxirida deyarli to'liq tugatilganda mushak uglevodlarining davomiy sarflanishini ko'rsatadi. Bundan tashqari mushaklardagi uglevod miqdori kamroq bo'lgan o'yinchilar o'yin davomida mushaklardagi uglevod miqdori yuqoriroq bo'lgan o'yinchilarga nisbatan kam masofani bosib o'tishgan.

Bu ma'lumotlar ikkita jihatni ko'rsatadi birinchisi, mushak glikogeni futbol va unga o'xshash regbi, basketbol, xokkey, voleybol kabi sport turlarida faoliyat natijasida ishlatiladi. Ikkinchisi o'yinni boshlashda mushaklardagi qand miqdori pastligi jismoniy faoliyatning pasayishiga olib keladi. Shu sababli uglevodlar sport faoliyatida juda muhim.

Uglevodlar faqat uglerod, vodorod va kislorod atomlaridan iborat bo'lib, umumiy formulasi  $C_n(H_2O)_n$  bo'ladi. 6 ta uglerodga ega bo'lgan monosaxarid uchun bu formula  $C_6H_{12}O_6$  bo'ladi. Uglevodlarning eng oddiy monosaxaridlari bo'lib, ular uchtadan ettitagacha uglerodga ega bo'ladi.

Uch uglerodli monosaxaridlar triozalar deyiladi, misol uchun digidroksiatseton ( $C_3H_6O_3$ ) to'rt uglerodli monosaxaridlar tetrozalar deyiladi, ( $C_4H_8O_4$ ) besh uglerodli monosaxaridlar pentozalar deyiladi, ular orasida riboza ( $C_5H_{10}O_5$ ) eng muhimidir (4-qismdagi aminokislotalarga qarang, masalan dezoksiribonuklein kislotasi – DNK, va ribonuklein kislotasi – RNK). Olti uglerodli monosaxaridlar geksozalar deyiladi ( $C_6H_{12}O_6$ ), ular orasida glyukoza va fruktoza eng muhim misollardir.

Ikkita monosaxarid birlashganida ular disaxaridlarni hosil qiladi, misol uchun saxaroza, maltoza va sellobioza. Ko'plab monosaxaridlarning



yirikroq va murakkabroq kompleks strukturaga birlashganida polisaxaridlar hosil bo'ladi. Glikogen va kraxmal polisaxaridlarga misol bo'lib, ularning shaklida uglevodlar saqlanadi.<sup>36</sup>

Odam va hayvonlarning ovqatlanishida uglevodlar muhim o'rinni egallaydi va odam ozuqa ratsionining umumiy energiyasining 60-70 foizini tashkil qiladi. 50-rasmda uglevodga boy tabiiy mahsulotlar keltirilgan.



50-rasm. Uglevodga boy tabiiy mahsulotlar

Uglevodlar strukturasi jihatlarini tahlil qilganimizdan so'ng endibizlar uglevodlardan energiya ishlab chiqarish jarayonlariga, va polisaxaridlar kabi zahira formalarini sintezlash jarayonlariga e'tiborimizni qaratamiz. Bizlar polisaxaridlarning qay tarzda parchalanishi va monosaxaridlarni ajratishini, mamonosaxaridlarning o'z navbatida karbonat anhidrid va suvga aylanishini (uglevodlarning faqat uglerod, vodorod va kisloroddan iboratligini esga keltiring), va ATF ko'rinishidagi foydali energiya ishlab chiqarilishini ko'rib chiqamiz. Quyida keltirilgan tenglamalar kislorod talab qilinmagan sharoitda glyukozaning sitoplazmada parchalanishining asosiy tamoyillarini, shuningdek mitoxondriyadagi oksidlanish reaksiyalarini ko'rsatadi. Bundan tashqari, glikogen kabi polisaxaridning mushak yoki jigarda sintezlanishini tushunish ham zarur bo'ladi.

<sup>36</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 87-90)

Uglevodlarning, ayniqsa glyukoza uchun energiya ta'minlashini sxematik ko'rinishda ko'rsatadi. Glyukoza mushak membranalarini bo'ylab qon orqali tashuvchi oqsil (GLYU T<sub>4</sub>) yordamida tashiladi, shunga qaramay mushakning o'zi glikogen deb nomlanadigan o'zining uglevod zahirasiga ega bo'ladi. Qon va glikogendan olingan glyukoza energiyani ATF ko'rinishida mushak ko'ndalang ko'prigiga etkazish uchun ishlatiladi. Shuni e'tiborga olingki, jarayonlar sitoplazmada boshlanadi (u erda kislorod talab qilinmaganligi sababli jarayonlar anaerob bo'ladi), va mitoxondriyada tugatiladi (kislorod talab qilinishi sababli jarayonlar aerob bo'ladi).

Sitoplazmada glyukoza molekulari glikoliz deyiladigan jarayon orqali piruvat kislotaga o'zgartiriladi. O'ntacha ferment nazorati ostida o'tadigan bu jarayonlarda energiya ATF shakliga etkaziladi. Bunda mushakdagi glikogen zahiralardan chiqqan glyukoza avval glikogenoliz deyiladigan jarayonga bo'shatilishi shart.<sup>37</sup>

Organizmga uglevodlar ozuqa bilan kiradi. Quruq moddaga hisoblaganda iste'mol qilinayotgan barcha ozuqa moddalarning 2/3 uglevodlarga to'g'ri keladi.

Bir kecha-kunduzda 60-70 kg vazndagi odam ozuqalar tarkibida 450-500 gr (sportchilar esa 800 grammacha uglevodni iste'mol qiladi. SHulardan 35 % oddiy qandlar – mono- va disaxaridlar (glyukoza, fruktoza, saxaroza, laktoza hissasiga, 65 % - polisaxaridlar (kraxmal) hissasiga to'g'ri keladi. Ularning to'la CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha oksidlanish natijasida 1800-2000 kkal energiya ajralib chiqadi. (1 gr= 4,1 kkal yoki m 17,2 kj), bu odam iste'mol qilayotgan energiyaning 2/3 tashkil qiladi. Uglevodlarning oksidlanishida ajralib chiqayotgan ana shu energiya ATF ning makroerg fosfat bog'larida jamg'arilib organizmning hayot faoliyatini ta'minlaydigan energiyaning turli xillariga aylanadi. Kraxmalga non, kartofel, turli boshqoqoshlarning donlari. Shuning uchun ham uglevodlarning hazm bo'lishi ularni gidrolitik parchalanishi bilan boshlanadi.

## 11.2. Uglevodlarning fermentativ parchalanishi

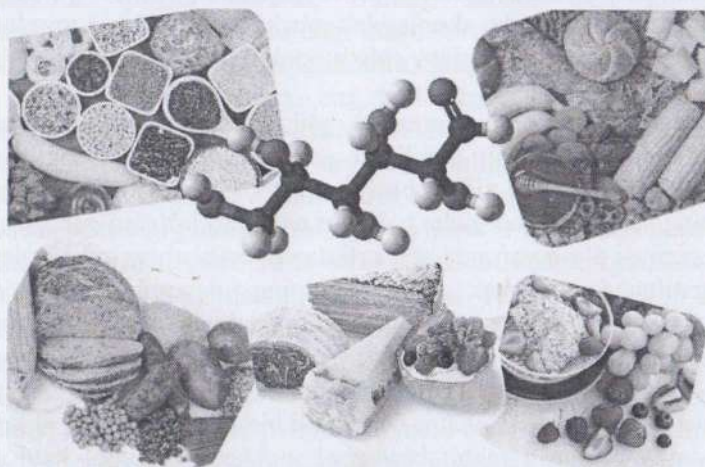
Uglevodlarning (kraxmalning) gidrolitik parchalanishi ovqat hazm qilish jarayonida murakkab uglevodlarning molekularidagi 1,4- $\alpha$  va 1,6- $\beta$  glikozid-glikozid bog'larini parchalaydigan fermentlar – glikozidazalar

<sup>37</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 92)



yirikroq va murakkabroq kompleks strukturaga birlashganida polisaxaridlar hosil bo'ladi. Glikogen va kraxmal polisaxaridlarga misol bo'lib, ularning shaklida uglevodlar saqlanadi.<sup>36</sup>

Odam va hayvonlarning ovqatlanishida uglevodlar muhim o'rinni egallaydi va odam ozuqa ratsionining umumiy energiyasining 60-70 foizini tashkil qiladi. 50-rasmda uglevodga boy tabiiy mahsulotlar keltirilgan.



50-rasm. Uglevodga boy tabiiy mahsulotlar

Uglevodlar strukturasi jihatlarini tahlil qilganimizdan so'ng endibizlar uglevodlardan energiya ishlab chiqarish jarayonlariga, va polisaxaridlar kabi zahira formalarini sintezlash jarayonlariga e'tiborimizni qaratamiz. Bizlar polisaxaridlarning qay tarzda parchalanishi va monosaxaridlarni ajratishini, mamonosaxaridlarning o'z navbatida karbonat angidrid va suvga aylanishini (uglevodlarning faqat uglerod, vodorod va kisloroddan iboratligini esga keltiring), va ATF ko'rinishidagi foydali energiya ishlab chiqarilishini ko'rib chiqamiz. Quyida keltirilgan tenglamalar kislorod talab qilinmagan sharoitda glyukozaning sitoplazmada parchalanishining asosiy tamoyillarini, shuningdek mitoxondriyadagi oksidlanish reaksiyalarini ko'rsatadi. Bundan tashqari, glikogen kabi polisaxaridning mushak yoki jigarda sintezlanishini tushunish ham zarur bo'ladi.

<sup>36</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 87-90)

Uglevodlarning, ayniqsa glyukoza uchun energiya ta'minlashini sxematik ko'rinishda ko'rsatadi. Glyukoza mushak membranalarini bo'ylab qon orqali tashuvchi oqsil (GLYU T<sub>4</sub>) yordamida tashiladi, shunga qaramay mushakning o'zi glikogen deb nomlanadigan o'zining uglevod zahirasiga ega bo'ladi. Qon va glikogendan olingan glyukoza energiyani ATF ko'rinishida mushak ko'ndalang ko'prigiga etkazish uchun ishlatiladi. Shuni e'tiborga olingki, jarayonlar sitoplazmada boshlanadi (u erda kislorod talab qilinmaganligi sababli jarayonlar anaerob bo'ladi), va mitoxondriyada tugatiladi (kislorod talab qilinishi sababli jarayonlar aerob bo'ladi).

Sitoplazmada glyukoza molekulari glikoliz deyiladigan jarayon orqali piruvat kislotaga o'zgartiriladi. O'ntacha ferment nazorati ostida o'tadigan bu jarayonlarda energiya ATF shakliga etkaziladi. Bunda mushakdagi glikogen zahiralardan chiqqan glyukoza avval glikogenoliz deyiladigan jarayonga bo'shatilishi shart.<sup>37</sup>

Organizmga uglevodlar ozuqa bilan kiradi. Quruq moddaga hisoblaganda iste'mol qilinayotgan barcha ozuqa moddalarning 2/3 uglevodlarga to'g'ri keladi.

Bir kecha-kunduzda 60-70 kg vazndagi odam ozuqalar tarkibida 450-500 gr (sportchilar esa 800 grammacha uglevodni iste'mol qiladi). SHulardan 35 % oddiy qandlar – mono- va disaxaridlar (glyukoza, fruktoza, saxaroza, laktoza hissasiga, 65 % - polisaxaridlar (kraxmal) hissasiga to'g'ri keladi. Ularning to'la CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha oksidlanish natijasida 1800-2000 kkal energiya ajralib chiqadi. (1 gr= 4,1 kkal yoki m 17,2 kj), bu odam iste'mol qilayotgan energiyaning 2/3 tashkil qiladi. Uglevodlarning oksidlanishida ajralib chiqayotgan ana shu energiya ATF ning makroerg fosfat bog'larida jamg'arilib organizmning hayot faoliyatini ta'minlaydigan energiyaning turli xillariga aylanadi. Kraxmalga non, kartofel, turli boshqoqoshlarning donlari. Shuning uchun ham uglevodlarning hazm bo'lishi ularni gidrolitik parchalanishi bilan boshlanadi.

## 11.2. Uglevodlarning fermentativ parchalanishi

Uglevodlarning (kraxmalning) gidrolitik parchalanishi ovqat hazm qilish jarayonida murakkab uglevodlarning molekularidagi 1,4- $\alpha$  va 1,6- $\beta$  glikozid-glikozid bog'larini parchalaydigan fermentlar – glikozidazalar

<sup>37</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 92)



ta'sirida sodir bo'ladi. Glikozidazalarga so'lak, oshqozon osti bezi va ichak shiralarining amilazalari, so'lak va ichak shirasining maltazasi, ichak shirasining dekstrinaza, saxaraza va laktazalari kiradi. Glikozidazalar kuchsiz ishqoriy muhitda faol, kislotalik muhitda esa faolligini yo'qotadi. Faqat so'lak amilazasi istesto sifatida o'zining faolligini kuchsiz kislotalik muhitda yuqori faolligini namoyon qiladi, muhitning kislotaligini oshishi bilan fermentning faolligi pasayadi.

Kraxmalni hazm qilinishi og'iz bo'shlig'ida boshlanadi. So'lakning  $\alpha$ -amilazasi amiloza va amilopektin molekularidagi 1,4- $\alpha$  bog'larini parchalab ulardan dekstrinlar va maltozani hosil qiladi. So'lakda maltozani glyukozagacha parchalaydigan ferment – maltoza ham biroz miqdorda bo'ladi. Oshqozon shirasining kuchli kislotalik reaksiyasi so'lak fermentlarining faolligini keskin pasaytiradi yoki faolligini batamom yo'qotadi. Shu sababli, uglevodlarning bundan keyingi parchalanishi ichakda sodir bo'ladi. Chunki o'nikki barmoqli ichakning bikarbonat befer sistemasi oshqozon shirasining xlorid kislotasini neytrallaydi. Oshqozon osti bezi va ichak shiralarining amilazalari ko'proq faollikka ega. Ichak shirasida yana dekstrinaza fermenti bo'lib, u dekstrin molekulasidagi 1,6- $\alpha$ -glikozid bog'larini parchalaydi. Bu fermentlar polisaxaridlar – kraxmalni maltozagacha parchalaydi. Ichakning shilimshiq pardasida maltaza, saxaraza va laktaza fermentlari ishlab chiqariladi va ular maltozani 2 molekula glyukozagacha, saxarozani – glyukoza va fruktozagacha va laktozani – galaktoza va glyukozagacha parchalaydi. Tarkibining 60 % glyukozadan tashkil topgan monosaxaridlar aralashmasi ingichka ichakning devorlarida qonga so'rilib, tananing hujayralariga tarqatiladi. Ichak devorida galaktoza va fruktoza qisman glyukozaga aylanadi. Monosaxaridlarni qonga so'rilishi faol fiziologik jarayon bo'lib, energiya sarflanishi bilan sodir bo'ladi. Ular ATF yordamida fosforlanadi va ichak devoridan qonga o'tish vaqtida fosforli efirlar fosfotaza ta'sirida parchalanib, qon oqimiga erkin monosaxaridlar tushadi.

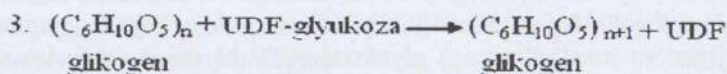
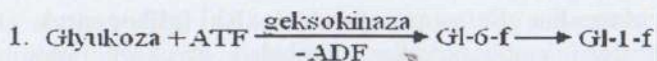
Glyukozaning qondagi konsentratsiyasi doimiy (normada 70-120 mg % yoki 3,9-6,7 mmol) va turli gormonlar – adrenalin, glyukogon va insulinlar bilan boshqarilib turiladi. Adrenalin jigar va muskullarda fosforilazaning aktivatori – AMFni hosil bo'lishini stimulyatsiya qiladi, glyukagon esa – faqat jigar hujayralarida. Insulin – hujayralar plazmatik membranalarining glyukoza uchun o'tkazuvchanligini oshiradi, shu bilan birga qondan hujayraga glyukozani tashilishini va hujayrada glyukozaning oksidlanishi hamda glyukozadan glikogenni sintezlanish jarayonlarini kuchaytiradi.

### 11.3. Glyukozadan glikogenning sintezlanishi (glikogenez)

Qonga soʻrilgan monosaxaridlar, jumladan glyukoza, vena qon tomirlari orqali birinchi navbatda jigarga tushadi. Glyukozaning bir qismi jigar hujayralarida ushlanib qoladi va glikogen koʻrinishida zahiraga quyiladi, boshqa qismi katta qon aylanish doirasiga tushib, turli toʻqima va organlarning hujayralariga etkazib beriladi. Organlarning hujayralarida (ayniqsa jigar va muskullarning) glyukoza ATF hisobiga fosforlanishga duchor boʻladi. Bu reaksiyageksokinaza fermenti katalizlaydi. Hosil boʻlgan glyukoza-6-fosfat soʻngra ikki yoʻl bilan ishlatiladi: glikogeni sintezi uchun (glikogenez) va energiya manbaasi sifatida oksidlanishga duchor boʻladi. Shu vaqtgacha asosiy urgʻu katabolikreaksiyalarga shu jumladan oksidlanish va qaytarilish reaksiyalaridan iborat edi. Ammo shuni esda tutish lozimki, uglevodlar jigar va mushaklarda polisaxarid glikogen koʻrinishida saqlanadi. Glikogen hosil boʻlish jarayoni glikogenez deyiladi. Glikogenez sodir boʻlishi uchun glyukoza hujayra va insulin (qon glyukozasi darajasini boshqarish imkonini beruvchi gormon) tarkibida boʻlishi lozim. Bu odatda uglevodli ovqatlaridan soʻng sodir boʻladi. Glyukoza hujayra ichiga kirib borganidan soʻng u uridin difosfatga uridin difosfat glyukozaga bogʻlanadi. Uridin difosfat glyukoza keyin glikogen molekulasiga glikogen sintaza fermenti bilan bogʻlanadi. Natijada bu shuni bildiradiki glikogen molekulasini bitta yoki bir nechta glyukoza molekulalarini qoʻshish orqali amalga oshadiglyukogen molekulasining yadrosi hech qachon toʻliq ajralmaydi, yoki glyukoza molekulasining birlashishiga yoʻl qoʻyib boʻlmaydi. Sintez reaksiyasi boʻlganligi sababli glikogenez energiya talab qiladi. Bitta ATF glyukoza molekulasi glyukoza molekulasining hujayra ichiga kirib borishi va darhol G-6-P gacha fosforlanishini talab qiladi; boshqasi uridin trifosfat shaklida ishlatiladi, va unda G-1-F uridin difosfat – glyukoza ishlab chiqarish uchun birlashadi. Uridin trifosfat zahirasini tiklash uchun uridin trifosfat ATF orqali fosforlanadi. Glikogenez uchun asosiy boshqaruv fermenti boʻlib glikogen sintaza hioblanadi.<sup>7</sup> – boʻlimda bizlar glikogen sintaza qay tarzda fosforilazaga – glikogeni parchalaydigan fermentga nisbatan boshqarilishini koʻrsatadi.<sup>38</sup>

<sup>38</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 107)





Glikogenez jarayonida glyukoza-6-fosfat maxsus ferment yordamida glyukoza-1-fosfatga aylanadi. Oxirgisi tegishli ferment ishtirokida UTF (uridintrifosfat) bilan o'zaro ta'sir qilib, natijada UDF – glyukoza va pirofosfat hosil bo'ladi. So'ngra UDFG – glikogensintetaza fermenti ta'sirida va hujayradagi ozgina miqdordagi glikogen ishtirokida UDF – glyukozasidan glyukoza qoldig'i glikogenga o'tkaziladi va natijada glikogenning zanjiri bitta glyukoza qoldig'iga uzayadi. Glikogen sintezi (glikogenez)ning sxemasi quyidagi ko'rinishga ega:

Hosil bo'lgan UDF so'ngra ATF hisobiga UTF gacha fosforlanadi va shunday qilib glyukoza-1 fosfatning faollashishi, ya'ni UDF – glyukozaga aylanishi yana qaytadan boshlanadi. Asosan jigar va muskullar hamda kamroq miqdorda boshqa to'qimalarda glikogenni zaxiraga o'tkazish imkoniyati bo'lganligi tufayli katta va mo'tadil quvvatli jismoniy mashqlardan so'ng organizmda uglevod (glikogenning) rezervlarini ma'lum miqdorda yig'ish uchun sharoitlar yaratiladi. Organizmda MNS qo'zg'alishi natijasida energiya sarfini ortishi bilan glikogenning parchalanishi va glyukozaning hosil bo'lishi (glyukogenez) kuchayadi.

#### 11.4. Glikogenoliz (glikogenning fosforilizi)

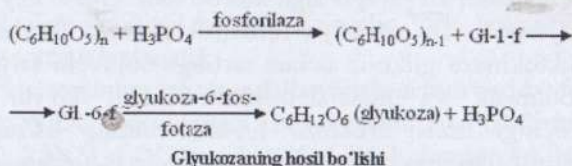
Muskul ishi vaqtida, organizmni kuchli sovutilganda, och qolganda, O<sub>2</sub> etishmaganda, kuchli hayajonlanganda va hakazolarda to'qimalar qonning glyukozasini kuchli iste'mol qilishadi.

Glikogenoliz glyukogenning glyukoza molekulariga, ayniqsa glyukoza-1-fosfat (G-1-F) ga parchalanishi, va uning o'z navbatida glikoliz orqali glyukoza-6-fosfat (G-6-F) ga o'zgarishiga aytiladi (soddaroq aytganda glyukozaning bir qator fermentlar nazorati ostidagi reaksiyalar natijasida piruvat kislotasini shakllantirishi) (2-rasm). E'tibor bering, glikogenoliz glikoliz ichida glyukoza-6-fosfat hosil bo'lishi bilan ozuqalanadi.

Glikogenoliz jarayonining muhim jihati shundaki, u fosforilaza fermenti nazorati ostida bo'ladi. Bu ferment (metabolizm reaksiyalarini nazorat qiluvchi boshqa asosiy fermentlar qatori) ikkita shaklda mavjud bo'ladi: nisbatan faol shakl – fosforilaza (A. va nisbatan zaif shakl – fosforilaza (B shakl. Bizlar bu bog'liqlikni batafsilroq ko'rib chiqamiz.

Glikogen molekulasidan ajralishda shakllangan glyukoza shakli glyukoza-6-fosfat bo'lib, bu shuni bildirdiki, glyukoza uglerod-1 pozitsiyasida birikkan fosfat guruhiga ega bo'ladi. Bunga ATF ishtirok etayotganligi sababli erishiladi. G-1-F keyin G-6-F ga o'zgartiriladi, fosfat guruhi esa uglerod-1 dan ajralib chiqadi va glikoliz boshlanishidan oldin uglerod-6 pozitsiyasiga birikadi. Glikogenoliz tez-tez bajarilishi shart bo'lgan jarayon bo'lib, chunki u davomiy sprintda muhim va energiyaning asosiy manbasi hisoblanadi. Bu shuni bildiradiki, glikogenoliz deyarli darhol yoqilishi lozim bo'ladi.<sup>39</sup>

Lekin uning qondagi konsentratsiyasi doimiy yoki jigar glikogenining parchalanishini kuchayishi hisobiga juda kam o'zgaradi. YUqori funksional faollik vaqtida boshqa to'qimalarda ham glikogenning parchalanishi kuchayadi, ammo ular glyukozani qonga bermaydi, lekin hujayralarining ehtiyojiga ishlatadi. Hujayralarda glikogeni ikkita tipdagi parchalanish reaksiyalari bo'ladi: gidroliz va fosforoliz, lekin ikkinchisi glikogenning parchalanishi asosiy yo'li hisoblanadi. Fosforoliz fosforilaza fermentining ta'sirida boradi. Fosforilaza fosfor kislotasi ishtirokida glikogen molekulasidan ohirgi glyukoza qoldiqlarini gl-1-f.shaklida ajratib oladi, u tez gl-6-f.ga aylanadi. Glyukoza-6-fosfat jigarda glyukoza-6-fosfataza fermenti ta'sirida erkin glyukoza va fosfor kislotasigacha parchalanadi, boshqa organ va to'qimalarda esa birdan keyingi oksidlanish jarayoniga duchor bo'ladi.



Fosforoliz jarayoni adrenalin, noradrenalin va glyukagon gormonlari bilan boshqariladi, lekin ohirgi gormon muskul to'qimasidan ana shu

<sup>39</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 93)



jarayonga ta'sir ko'rsatmaydi. Muskul fosforilazasining faolligi AMF,  $Ca^{2+}$  va  $Na^+$  ionlari va atsetilxolin ishtirokida boradi. YUqorida keltirilgan glikogenning parchalanish (fosforoliz) va sa'tizlanish glikogenez yo'llari orqaga oson qaytar reaksiyalari bo'lib, hujayrada glikogen va fosfor kislotasining konsentratsiyasi kamayganda fosforoliz jarayoni sekinlashadi, glyukoza miqdori oshganda glikogenning sentizi kuchayadi.

### 11.5. Uglevodlarning anaerob parchalanishi (glikoliz).

Hujayrada glyukoza to'rt ikki molekula piruzum kislotasi yoki ikki molekula sut kislotasigacha anaerob (kislorodsiz) sharoitda parchalanishi glikoliz nomi bilan yuritiladi. (grekchaglycys – shirin, lysis-eritish, parchalanish degan ma'nosini bildiradi).

Glikoliz yoki glikogenning fosforolizidan (glikogenoliz) yoki erkin glyukoza fosforlanishidan (geksokinaza reaksiyasi) boshlanishi mumkin. Skelet muskullarida har ikkala yo'l ham bir xil darajada ishlatiladi, miokard va bosh miyada esa geksokinaza yo'li (qon glyukozasining fosforlanishi) ustunlik qiladi. Glikoliz jarayoni ko'p bosqichli bo'lib, unda oltita uglerodli modda – glyukoza uch uglerodli moddalarga, ya'ni piruvatga aylanishi, va ularning o'z navbatida ikkita uglerodli moddalarga o'tishi (atsetil KoA. va karbonat anhidrid ajralishi, keyin esa UKK sikliga o'tib, to'liq karbonat anhidrid va suvga aylanishidan iborat. Glyukoza piruvatga aylanishi o'nta reaksiya qatoridan iborat bo'ladi. E'tiborga olish lozimki, glyukoza avval geksokinaza fermenti orqali G-6-Fga fosforlanadi (jigarda glyukokinaza fermenti ishlatilsa ham). Bu glyukoza hujayra ichiga kirishidanoq va ATF molekulasi utilizatsiya bo'lishi bilan boshlanadi. Geksokinaza glyukokinazaga nisbatan ko'proq o'ziga xos bo'ladi. G-6-F keyin fruktoza 1,6-difosfatga aylanadi. Bu reaksiya fosfofruktokinaza fermentini ishga soladi. Fosfofruktokinaza glikoliz uchun tartibga soluvchi fermentdir, va bizlar uni faollanishi va faolsizlanishini batafsil ko'rib chiqamiz. Glikolizning keyingi fazasi fruktoza 1,6-difosfatning ikkita uglerodli moddaga – digidroksiatsetonfosfat va glitseraldehid 3-fosfatga ajralishini o'z ichiga oladi. Digidroksiatsetonfosfat keyin glitseraldehid 3 fosfatga aylanadi, va natijada bizlarda ikkita glitseraldehid 3 fosfat mavjud bo'ladi, va ular o'z navbatida 1,3-difosfoglitserratga aylanadi. Oxirgi jarayonda NADdan NADH hosil bo'ladi. Keyin 1,3-difosfoglitserrat ATFni chaqiruvchi jarayonda 3-fosfoglitserratga, keyin 2-fosfoglitserratga, va

so'ng gidrofosfoenolpiruvatga aylanadi. Oxirgi bosqichda piruvatning va fosfoenolpiruvatdan boshqa ATFning hosil bo'lishi kuzatiladi. Glikoliz tahlili shuni ko'rsatadiki, ikkita ATF ishlatilishida (1 va 3 reaksiya. Qolgan to'rtta ATF ishlab chiqariladi (esga oling, 5 va 9 reaksiyalarda boshlang'ich glyukoza molekulasidan ikkita reaktant bo'ladi). Demak ikkita ATF toza foydasi qoladi. Qo'shimcha tarzda, ikkita NADdan ikkita NADH hosil bo'ladi, va ular mitoxondriyadagi aerob sharoitlarda (har biri uchta ATF ishlab chiqaradi), yoki pirouzum kislotaning sut kislotasiga aylanishi natijasida qayta oksidlanishi mumkin. Sut kislotasi ishlab chiqarilishi NADning NADHga aerob aylanishi imkoni bo'lmagan taqdirda ham glikolizning davom etishini bildiradi. Bu juda yuqori intensiv mashqlarni bajarishda kuzatiladi. NAD tiklanishi glikoliz davom etganida juda muhim bo'ladi.

Sut kislotasi hosil bo'lishi piruvat kislotasining katta qismi glikolizda hosil bo'lishida sodir bo'ladi. Bu asosan intensiv mashqlarda jalb qilinadigan II turdagi mushaklarda sodir bo'ladi, ammo I turdagi mushaklarda ham kuzatilishi mumkin. Sut kislotasining hosil bo'lishi NAD ning NADH dan tiklanishini bildiradi, va bu orqali glikolizdagi 5 reaksiyaning davom etishiga yo'l qo'yadi. Agar mashq intensivligi past bo'lsa, NAD mitoxondriyadagi oksidlanish jarayonlari orqali NADH ga tiklanishi mumkin, yani sut kislotasi ishlab chiqarilishi uchun "zaruriyat" qolmaydi. Keling endi ko'pincha birgalikda ishlatiladigan "laktat (sut) kislotasi" va "laktat" tushunchalariga aniqlik kiritamiz. Amalda bu matnda "sut kislotasi" ishlatilganidan so'ng "laktat" atamasi ishlatiladi, ammo farqliklardan ehtiyot bo'ling. Sut kislotasi pirouzum kislotasidan hosil bo'ladi, ammo (hujayra kabi) normal fiziologik sistemalarda sut kislotasi laktat ioniga va vodorod ioniga dissotsiatsiyalanadi. Sut kislotasi laktat (-) va vodorod (Q) sodda qilib aytganda, laktat sut kislotaning dissotsiatsiyalanishidan hosil bo'lgan aniondir. 99% hollarda sut kislotasi bu shaklda dissotsiatsiyalanadi.

Piruvat kislotasining laktatga aylantirish uchun asosiy ferment laktat degidrogenaza (LDG) hisoblanadi. Bu ferment 5 ta izoformada mavjud: LDG1, LDG2, LDG3, LDG4 va LDG5. LDG1 shuningdek H- LDG (yoki yurak LDG si) sifatida ma'lum bo'lsa, LDG5 M- LDG (yoki mushak LDG si) sifatida ma'lum.

M- LDG (LDG5) II turdagi mushaklarda aniqlandi, H- LDG (LDG1) esa I turdagi mushaklarda ko'proq uchraydi. Muhim farqi shundaki, LDG laktatning piruvatdan hosil bo'lishiga yordam bersa, LDG piruvatning laktatdan hosil bo'lishiga yordam beradi. SHuning uchun laktatning hosil



bo'lishi IIx turdagi mushaklarda I turdagi mushaklarga nisbatan tezroq amalga oshadi (tez glikolitik). Mashqlar davomida hosil bo'lgan laktat esa I turdagi mushaklarda neytrallanadi, keyin piruvatga aylantirilib, oksidlanishi mumkin. Buni "laktat hosil bo'lishi – yo'qotilishi"da laktat hosil qiladigan mushaklar va uni qabul qiluvchi va oksidlovchi jigar va mushaklar orasida bo'ladi. Bu taxmini 1985 yilda Djordj Bruks ta'kidlagan.<sup>40</sup> Bu chuqur fiziologik ma'noga ega. Masala shundaki, fosforoliz oson orqaga qaytadigan jarayon bo'lib, glikogeni konsentratsiyasi pasayishi bilan uning parchalanish tezligi keskin kamayadi. Tez muvozanatlashganda (sintez va parchalanish jarayonlari tenglashadi). Geksokinaza reaksiyasining muvozanati faqat glyukoza va ATF miqdorlari juda keskin kamayganda va glyukoza-6-fosfatning miqdori juda ko'p darajada oshganda boshlanishi mumkin. SHuning uchun bu moddalarning (glyukoza va ATFning) organizmda barcha mumkin bo'lgan konsentratsiyasida reaksiya gl-6-f.ni hosil bo'lish tomoniga boradi. Agarda miokard va bosh miyada fosforoliz yo'li ustunlik qilganda, glikogeni ko'p sarflagan vaqtda uglevodlardan foydalanish izdan chiqardi va bu hayotiy muhim organlarning funksional faoliyatini havf ostida qoldirishi mumkin. Biroq, geksokinaza yo'lining ustunlik qilishi tufayli bu organlarda ana shu holat sodir bo'lmaydi.

Glikogenning miqdorini kamaygani sari muskullarda uglevodlarning ishlatilishini kamayishi faqat hayot uchun havfsizgina emas, balki himoya reaksiyasi ham hisoblanadi. Muskullar va jigarda glikogenning fosforolizini susayishi ishning intensivligi va davomiyligini chegaralaydigan sabablardan biri hisoblanadi. SHu bilan organizmni bosh miya va miokarda noqulay biokimyoviy o'zgarishlarning ro'y berish imkoniyatlaridan saqlaydi.

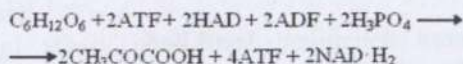
Glikoliz (glikogenoliz) jarayonini sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin.

Anaerob sharoitda glikoliz – hayvon organizmida energiya bilan ta'minlaydigan yagona jarayon hisoblanadi. Odam (sportchi) organizmi glikoliz jarayoni tufayli submaksimal quvvatli jismoniy mashqlarni bajarishga qodir bo'lib, glikoliz jarayonining o'zi birin-ketin keladigan o'n bitta fermentative reaksiyalardan iborat. Bu fermentlarning ko'pchiligi gomogen, kristall yoki yuqori darajada tozalangan holatda ajratib olingan va ularning xossalari etarli darajada o'rganilgan.

<sup>40</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 95)

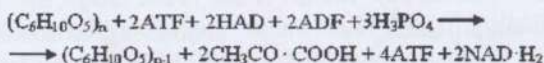
## 11.6. Uglevodlarning aerob parchalanishi

Agar organizm kislorod bilan to'la ta'minlanayotgan bo'lsa, ya'ni qaytarilgan NAD•N2 o'zining vodorod atomlarini nafas olish zanjiri bo'yicha kislorodga uzatib suv hosil qilayotgan bo'lsa pirouzum kislotasi sut kislotaga aylanmaydi va u to'g'ridan-to'g'ri aerob oksidlanish jarayoniga jalb qilinadi. Glikoliz jarayoni quyidagi umumlashtirilgan tenglamalar bilan ifodalash mumkin:



Glikoliz

Agar parchalanish glyukozadan boshlansa, tenglama quyidagigi ko'rinishga ega bo'ladi: Agar jarayon glikondan boshlangan bo'lsa uning faollashtirishiga 1 molekula ATF kam sarflangan:



Glikoliz jarayonining energetikasi

Ushbu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, glikoliz jarayonining energetik samaradorligi, agar jarayon glyukozaning oksidlanishidan boshlansa 2 molekula ATF ga, agar glikogenning fosforolizidan boshlansa - 3 molekula ATF ga teng yoki jarayonlarda ajralib chiqqan umumiy energiyaning 35-52 % ni tashkil qiladi. Glikoliz jarayonida hosil bo'lgan sut kislotasi kuchli kislota bo'lib, ko'p miqdordagi NQ - ionlarini ajratish bilan dissotsiatsiyalanadi:



Sut kislotasining yuqori konsentratsiyasida bufer sistemalarining hajmi tugagan bo'lishi mumkin va u holda muhitning faol reaksiyasi kislotalik tomonga siljiydi. Muhitning kislotaligini oshishi fosfofruktokinaza fermentining faolligini pasaytiradi va natijada glikolizning tezligi pasayadi. Sut kislotasi muskullarda ko'p miqdorda hosil bo'ladi. U keyingi oksidlanishga jalb qilinishi mumkin yoki muskulni



bo'lishi IIX turdagi mushaklarda I turdagi mushaklarga nisbatan tezroq amalga oshadi (tez glikolitik). Mashqlar davomida hosil bo'lgan laktat esa I turdagi mushaklarda neytrallanadi, keyin piruvatga aylantirilib, oksidlanishi mumkin. Buni "laktat hosil bo'lishi – yo'qotilishi"da laktat hosil qiladigan mushaklar va uni qabul qiluvchi va oksidlovchi jigar va mushaklar orasida bo'ladi. Bu taxmini 1985 yilda Djordj Bruks ta'kidlagan.<sup>40</sup> Bu chuqur fiziologik ma'noga ega. Masala shundaki, fosforoliz oson orqaga qaytadigan jarayon bo'lib, glikogeni konsentratsiyasi pasayishi bilan uning parchalanish tezligi keskin kamayadi. Tez muvozanatlashganda (sintez va parchalanish jarayonlari tenglashadi). Geksokinaza reaksiyasining muvozanati faqat glyukoza va ATF miqdorlari juda keskin kamayganda va glyukoza-6-fosfatning miqdori juda ko'p darajada oshganda boshlanishi mumkin. SHuning uchun bu moddalarning (glyukoza va ATFning) organizmda barcha mumkin bo'lgan konsentratsiyasida reaksiya gl-6-f.ni hosil bo'lish tomoniga boradi. Agarda miokard va bosh miyada fosforoliz yo'li ustunlik qilganda, glikogeni ko'p sarflagan vaqtda uglevodlardan foydalanish izdan chiqardi va bu hayotiy muhim organlarning funksional faoliyatini havf ostida qoldirishi mumkin. Biroq, geksokinaza yo'lining ustunlik qilishi tufayli bu organlarda ana shu holat sodir bo'lmaydi.

Glikogenning miqdorini kamaygani sari muskullarda uglevodlarning ishlatilishini kamayishi faqat hayot uchun havfsizgina emas, balki himoya reaksiyasi ham hisoblanadi. Muskullar va jigarda glikogenning fosforolizini susayishi ishning intensivligi va davomiyligini chegaralaydigan sabablardan biri hisoblanadi. SHu bilan organizmni bosh miya va miokardda noqulay biokimyoviy o'zgarishlarning ro'y berish imkoniyatlaridan saqlaydi.

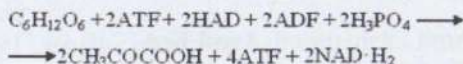
Glikoliz (glikogenoliz) jarayonini sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin.

Anaerob sharoitda glikoliz – hayvon organizmida energiya bilan ta'minlaydigan yagona jarayon hisoblanadi. Odam (sportchi) organizmi glikoliz jarayoni tufayli submaksimal quvvatli jismoniy mashqlarni bajarishga qodir bo'lib, glikoliz jarayonining o'zi birin-ketin keladigan o'n bitta fermentative reaksiyalardan iborat. Bu fermentlarning ko'pchiligi gomogen, kristall yoki yuqori darajada tozalangan holatda ajratib olingan va ularning xossalari etarli darajada o'rganilgan.

<sup>40</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 95)

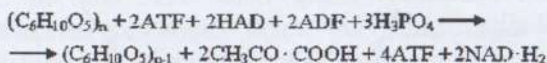
## 11.6. Uglevodlarning aerob parchalanishi

Agar organizm kislorod bilan to'la ta'minlanayotgan bo'lsa, ya'ni qaytarilgan NAD•N2 o'zining vodorod atomlarini nafas olish zanjiri bo'yicha kislorodga uzatib suv hosil qilayotgan bo'lsa pirouzum kislotasi sut kislotaga aylanmaydi va u to'g'ridan-to'g'ri aerob oksidlanish jarayoniga jalb qilinadi. Glikoliz jarayoni quyidagi umumlashtirilgan tenglamalar bilan ifodalash mumkin:



Glikoliz

Agar parchalanish glyukozadan boshlansa, tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi: Agar jarayon glikondan boshlangan bo'lsa uning faollashtirishiga 1 molekula ATF kam sarflangan:



Glikoliz jarayoning energetikasi

Ushbu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, glikoliz jarayonining energetik samaradorligi, agar jarayon glyukozaning oksidlanishidan boshlansa 2 molekula ATF ga, agar glikogenning fosforolizidan boshlansa – 3 molekula ATF ga teng yoki jarayonlarda ajralib chiqqan umumiy energiyaning 35-52 % ni tashkil qiladi. Glikoliz jarayonida hosil bo'lgan sut kislotasi kuchli kislota bo'lib, ko'p miqdordagi NQ - ionlarini ajratish bilan dissotsiatsiyalanadi:

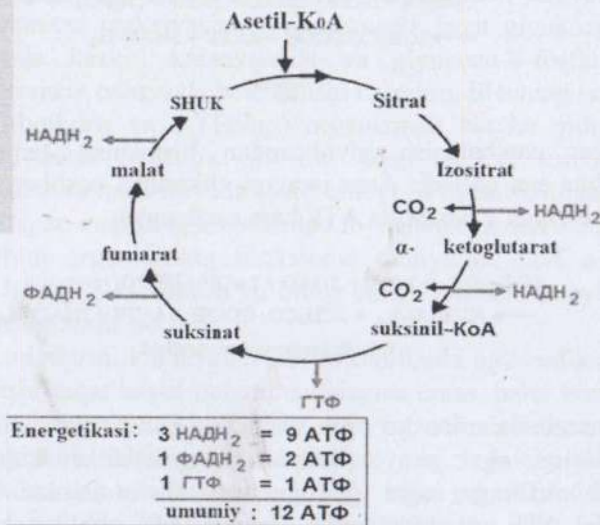


Sut kislotasining yuqori konsentratsiyasida bufer sistemalarining hajmi tugagan bo'lishi mumkin va u holda muhitning faol reaksiyasi kislotalik tomonga siljiydi. Muhitning kislotaligini oshishi fosfofruktokinaza fermentining faolligini pasaytiradi va natijada glikolizning tezligi pasayadi. Sut kislotasi muskullarda ko'p miqdorda hosil bo'ladi. U keyingi oksidlanishga jalb qilinishi mumkin yoki muskulni



tashlab, jigarda glikogeni sintezi (glyukoneogenez) uchun ishlatilishi va qisman organizmdan siydik va ter bilan chiqarilishi mumkin.

Agar organizmni kislorod bilan ta'minlanishi etarli bo'lsa, sut kislotasining hosil bo'lishi sodir bo'lmaydi, 2NAD•N2 o'zining vodorodini nafas olish zanjiri orqali kislorodga uzatadi. Pirouzum kislotasi oksidlanishli dekarboksillanish jarayoniga jalb qilinadi. Bu jarayonda piruvatdehidrogenaza (PDG), tiaminpirofosfat, lipoy kislotasining amidi va Ko-A qatnashadi (51-rasm).



51 -rasm. Uch karbon kislota sikli.

Intensiv jismoniy mashqlarni bajarayotganda ishlayotgan muskullarda ko'p miqdorda sut kislotasi hosil bo'ladi. Ularning bir qismi shu erda bunday keyinga oksidlanishga, ya'ni aerob oksidlanish jarayoniga jalb qilinishi mumkin, boshqa qismi esa muskulni tashlab, qon orqali jigarga borib u erda glyukoneogenez jarayonida glyukozani sintezi uchun ishlatilishi va qisman organizmdan siydik va ter bilan chiqarilishi mumkin.

### 11.7. Uglevodlarning pentoza siklida oksidlanishi

Atsetil – KoA so'ngra barcha sinf birikmalari uchun umumiy bo'lgan uch karbon kislotalar sikliga (rebs sikliga) qo'shiladi. Bu jarayonga faqat

uglevodlar almashinuvining oraliq mahsulotlarigina emas, balki lipidlar va oqsillar parchalanishining oraliq mahsulotlari ham jalb qilinadi. Ular karbonat angidrid gazi va suvgacha parchalanadi. Atsetil – KoAning uchkarbon kislotalar siklida aylanishi quyidagi sxemada keltirilgan.

Atsetil-KoA keyin UKK sikliga kiradi, bu erda to'rt uglerodli modda – oksaloatsetat kislota bilan ta'sirlashadi. To'rt uglerodli oksaloatsetat kislota va ikki uglerodli atsetil-KoA birlashganida olti uglerodli limon kislotasiga (yoki sitratgA. aylanadi. UKK sikli funksiyasi ikki uglerodli atsetil-KoA ni karbonat angidrid va suvga aylantirib, energiyani chiqarishdan iboratdir.

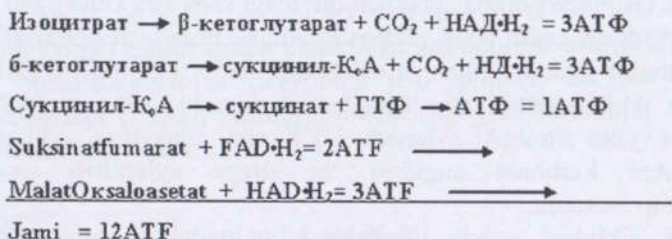
UKK siklidagi asosiy jihatlarni, shuningdek limon kislotasining izolimona kislotasiga, keyin sutsinil KoA ga, va keyin alfa-ketoglutaratga aylanishini ko'rsatadi. Alfa-ketoglutarat hosil bo'lishi NADH ishlab chiqaradi, va keyingi reaksiyada sutsinil KoA hosil qiladi. Sutsinil KoA keyin FADH<sub>2</sub> ishlab chiqaradigan reaksiyada fumaratni hosil qiladi. Fumarat keyin malatni, keyin malat oksaloatsetat kislotani va boshqa NAD ni hosil qiladi. Shunday qilib, UKK sikli sof foyda sifatida uchta NADH, bitta FADH<sub>2</sub> va bitta ATF hosil qiladi (51-rasm). Har bir NADH oksidlovchi fosforlanish orqali uchta ATF hosil qiladi, FADH esa oksidlovchi fosforlanish orqali ikkita ATF hosil qiladi.<sup>41</sup>

Sxemadan ko'rinib turibdiki, atsetil – KoA oksaloatsetat bilan birikib limon kislotasini hosil qiladi. Limon kislotasi bir qator ketma-ket keladigan reaksiyalar orqali yana oksaloatsetatga aylanadi. Bu siklda sirka kislotasining qoldig'i 2 molekula CO<sub>2</sub> va NAD va FAD ishtirokida nafas olish zanjiriga yuborilayotgan 4 para vodorod atomlariga parchalanadi. β-Ketoglutar kislotasining oksidlanishli dekarboksillanish darajasida substratli fosforlanish sodir bo'ladi va 1 molekula GTF hosil bo'ladi va uning hisobiga 1 molekula ATF sintezlanadi. Oksidlanish energiyasining asosiy qismi nafas olish zanjirida vodorodni kislorodga tashishda ajraladi. Krebs siklida parchalanayotgan har bir molekula atsetil – KoA dan hosil bo'layotgan ATFning umumiy miqdori quyidagicha bo'ladi: Agar pirouzum kislotasining oksidlanishli dekarboksillanishi va fosfoglitserin aldegidini degidrogenirlanishida 1 molekuladan NAD•N<sub>2</sub> Hosil bo'lishi va ulardan 3 molekuladan ATF sintezlanishini hisobga olganda, aerob jarayonda 1 molekula glyukozadan 36 molekula ATF hosil bo'ladi. SHunday qilib, 1 molekula glyukoza to'la 6CO<sub>2</sub> va 6H<sub>2</sub>O gacha

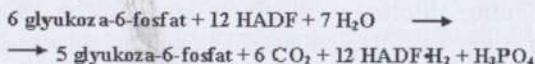
<sup>41</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 95)



oksidlanganda 38 molekula ATF sintezlanadi (36-aerob va 2-anaerob sharoitda).



Pirouzum kislotasining oksidlanishli dekarboksillanishi, Krebs sikli va vodorodni kislorodga tashilishi (oksidlanishli fosforlanish) shu jarayonlar uchun barcha kerakli fermentlari bor bo'lgan mitoxondriyalarda sodir bo'ladi. Bu yo'l jigar to'qimalari, buyrak usti bezining po'stlog'i, sut bezlari, embriional to'qimalarda, neyrogliya va eritrotsit hujayralarida asosan ko'proq uchraydi. Muskuk to'qimasida esa deyarli bo'lmaydi. Uning uchun boshlang'ich mahsulot bo'lib **glyukoza-6-fosfat** hizmat qiladi. Bu jarayonda biologik oksidlanish kofermenti NADF bo'lgan degidrogenazalar bilan katalizlanadi. Qaytarilgan NADF•N2 nafas olish zanjiriga kirishi (qo'shilishi) mumkin (36 ATF) hamda yog' kislotalari, purin asoslari, xolesterin va hakazolarni biosintezida ishlatilishi mumkin. Pentoza siklining oraliq mahsulotlari har xil monosaxaridlarning – geksozalar, pentozalar, tetrozalar, triozalar va geptozalarning fosforli efirlaridir. Organizm uchun nuklein kislotalarning tarkibiy qismi bo'lgan pentozalarni hosil bo'lishi muhim ahamiyatga ega. Pentoza siklining umumlashtirilgan tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega.



Pentoza fosfat sikliga jalb qilinayotgan olti molekula glyukoza –6-fosfatdan bir molekulasini CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha to'la oksidlanadi, to'rttasi yana glyukoza–6-fosfatga izomerlana oladigan fruktoza–6–fosfatga aylanadi. Bulardan tashqari yana ikki molekula glitsiraldegit-3-fosfat hosil bo'ladi, hujayradagi sharoitga qarab ular glikoliz yo'li bilan oksidlanishi yoki yana bir molekula glyukoza-6-fosfatga aylanishi mumkin.

### 11.8. Glyukoneogenez

Glyukozani uglevod tabiatli bo'lmagan moddalardan sintezi glyukoneogenez nomi bilan yuritiladi. Jarayonning boshlang'ich moddalari bo'lib sut va pirouzum kislotalari, glitserin, aminokislotalar, atsetil-KoA xizmat qiladi. Barcha ana shu moddalarning uglevodlarga aylanishi (glitserindan tashqari) pirouzum kislotasi va oksaloatsetat orqali sodir bo'ladi. Glyukoneogenezning ko'pchilik reaksiyalari glikolizning orqaga qaytishi bo'lib, o'sha fermentlar bilan katalizlanadi. Glyukoneogenezning tezligiga gormonlar katta ta'sir ko'rsatadi. Jumladan, insulin uglevodlarni aminokislotalardan hosil bo'lishini tormozlaydi. Glyukokortikoidlar (aldosteron) jigar va buyraklarda aminokislotalar va yog' kislotalardan glyukozani sintezlanishini stimulyatsiya qiladi. Laktatdan tashqari glyukoneogenez uchun boshqa moddalar ham mavjud bo'lib, ularga glitserol, alanin va glyutamin kiradi. Glyukoneogenez jigarda, va qisman buyraklarda amalga oshadi, ammo mushaklarda emas. Jarayon boshida piruvatning fosfoenol piruvatga aylanishini talab qiladi. Glikoliz davomida fosfoenol piruvatning aylanishi katta miqdorda energiya ishlab chiqaradi, va shu sababli qaytar jarayonga fiziologik jihatdan etish qiyin bo'ladi. Keyin jigar ikki bosqichli reaksiya natijasida fosfoenol piruvat ishlab chiqaradi, bunda birinchi bosqichda piruvatning piruvat karboksilaza fermenti yordamida oksaloatsetat kislotaga aylanishi amalga oshadi. Keyin oksaloatsetat kislota fosfoenol piruvat karboksilaza fermenti yordamida fosfoenolpiruvatga aylanadi. Ikkala ferment ham jigar va mushaklarda uchraydi va ular glyukagon gormoni bilan boshqariladi. Fosfoenolpiruvat hosil bo'lganidan so'ng glikolizning keyingi bosqichi fruktoza 1,6-bifosfatga qaytishi bo'ladi. Fruktoza 1,6-bifosfatning fruktoza 6-fosfatga aylanishi pirufosfatkinaza fermentidan foydalana olmaydi, chunki fruktoza 6-fosfatning 1,6-bifosfatga aylanishida yordam beradi. Ammo boshqa ferment, fruktoza 1,6-bifosfataza buni amalga oshirishi mumkin. Buferment ham jigar va ham mushakda uchraydi. SHuning uchun glikoliz glyukoza-6-fosfat hosil bo'lgunicha davom etishi mumkin.

G-6-Fning glyukozaга aylanishi glyukokinaza yoki geksokinaza fermentini ishlata olmaydi, shuning uchun glyukoza-6-fosfataza fermenti talab qilinadi. Buferment jigarda mavjud bo'lib, mushaklarda uchramaydi, shu sababli mushaklar glyukoza ni hosil qila olmaydi. Bundan, umuman aytganda glyukogenez mushaklarda sodir bo'lmaydi, chunki glyukoza hosil qilina olmaydi. Ammo glyukoza-6-fosfat glyukogenga aylana oladi, va ham jigar va mushak glikogenni sut



kislotasidan ishlab chiqara oladi, glyukozani esa faqat jigar ishlab chiqara oladi. Jigarda ishlab chiqarilgan glyukoza keyin qonga o'tadi va boshqa to'qimalar, shu jumladan mushaklar bilan o'zlashtiriladi.

Sut kislotasi glikoneogenez uchun yagona substrat emas, unda piruvat, alanin va glitserol ham ishlatilishi mumkin. Glyukogenez davomiy mashqlarda qon glyukozasini ishlab chiqarishning muhim jarayoni hisoblanadi, va insulin miqdori pastligida va glyukagon konsentratsiyasi yuqoriligida faollashadi. Bu 30-45 min davomidagi kuchli mashg'ulotlarda, uglevod ichimlik yoki ovqat bilan qabul qilinmaganida kuzatiladi.

Jigardagi glikogen zahirasi past bo'ladi, va osongina chiqib ketishi mumkin. Boshqa "energiya manbalarini" qon glyukozasi darajalariga kiritish va gipogleykomiya oldini olish imkoniyati jigarda aylanuvchi alanin va glyutamin (oqsil parchalanishidan bo'lgan aminokislotalar) va glitserol (yog'lar buzilishidan) hosil bo'lishi sababli paydo bo'ladi. Glyukagonning aniq darajalari buning sodir bo'lishi uchun asosiy ahamiyatga egadir.<sup>42</sup>

Pirouzum kislotasini fosfoenolpirouzum kislotasiga aylanishiga avvalo pirouzum kislotasi  $CO_2$  va ATF ishtirokida karboksillanib, oksaloatsetat kislotasini hosil qiladi. Reaksiyani peruvat karboksilaza fermenti katalizlaydi. So'ngra oksaloatetat-fosfoenolperuvat karboksinkenaza fermenti ta'sirida dekarboksillanib va fosforlanib fosfoenolperouzum kislotasini hosil qiladi. Reaksiyada fasfat qoldig'ining donori bo'lib GTF xizmat qiladi.

Glyukoneogenez jarayonining eng yuqori tezligi organizmda intensev muskul ishlaridan so'ng dam olish davrida ya'ni, tiklanish vaqtida kuzatiladi. chunki bunday yuqori intensevlikdagi jismoniy yuklamalarni bajarish vaqtida skelet muskullarining energiyaga – ATF gab o'lgan ehtiyoji nihoyatda oshadi, qon aylanish tizimi bu talabni bajarish uchun glyukoza va kislorodni etarli darajada tez etkazib bera olmaydi. Bu holda rezerv yonilg'i sifatida mushak glikogeni ishlatiladi. U glikogenoliz jarayonida tez sut kislotasigacha parchalanadi va muskullarning qisqarishi uchun kerak bo'lgan ATF ni sentezlaydi. Kislorod etishmasligi sababli sut kislotasi keyingi oksidlanish reaksiyalariga jalb qilinmasdan qonga o'tadi va u erda ko'p miqdorda yig'iladi. Muskul ishidan so'ng dam olish davrida ( tiklanish vaqtida ) jigarda qonning sut kislotasidan glyukoneogenez yo'li bilan glyukoza

<sup>42</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. ( page 103)

intensev sentizlana boshlaydi. Hosil bo'lgan glyukoza ish vaqtida sarflangan muskul va jigardagi glikogen zaxirasini tiklashga ishlatiladi.

### Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari

**Glikozidazalar** - uglevodlar (oligo – va polisaharidlar)ni ovqatni hazm qilish tizimida (oshqozon – ichak yo'lida gidrolitik parchalaydigan fermentlari.

**Saxaraza fermenti** - disaxarid saxarozaning glyukoza va fruktozaga gidrolitik parchalanishini katalizlaydi.

**Laktaza fermenti** - laktozani galaktoza va glyukoza va fruktozaga gidrolitik parchalanishini katalizlaydi.

**Maltaza** - maltozani ikki molekula glyukozagacha parchalanish reaksiyasini katalizlaydi.

**Fosforoliz** - glikogen molekulasidagi oxirgi glyukoza qoldiqlarini anorganik fosfat hisobiga fosforilaza *a* ta'sirida fosforlanib, glyukoza-1-fosfatning hosil bo'lish jarayoni.

**Glikoliz** - hujayrada glyukozani 2 molekula pirouzum yoki sut kislotasigacha anaerob (kislorodsiz sharoitda fermentativ parchalanishi).

**Glikogenoliz** - glikogenning anaerob fermentativ parchalanish jarayoni glikogenoliz nomi bilan yuritiladi. Glikogen molekulasi zanjirlarining oxirgi D-glyukoza qoldiqlarini glikoliz jarayoniga jalb qilinishi ikkita ferment – fosforilaza va fosfoglyu komutazalarni bevosita ishtirokida amalga oshadi.

### Mavzuga oid test topshiriqlari

1. Odamning bir kecha-kunduzlik energiya ehtiyojining deyarli ..... uglevodlar hisobiga qoplanadi.

- a. 20%;
- b. 10%;
- c. 80%;
- d. 50%.

2. Bir kecha-kunduzda odam oziq-ovqat tarkibida ..... grammgacha uglevodlarni iste'mol qiladi.

- a. 350 dan 700 gacha;
- b. 450 dan 500 gacha;
- c. 200 dan 600 gacha;
- d. 500 dan 900 gacha.

3. Oshqozon-ichak yo'lida uglevodlar ..... fermentlari yordamida parchalanib hazm bo'ladi.

- a. nukleaza;
- b. lipaza;
- c. proteaza;
- d. glikozidaza.

4. Uglevodlar ichak devoridan qon tomirlariga asosan monosaxarid - ..... shaklida transport qilinadi.



- a. galaktoza; c. glyukoza;  
b. riboza; d. fruktoza.

**5. Odatda qonning plazmasida glyukozaning miqdori ..... mmolni tashkil etadi.**

- a. 3,6-5,5 b. 2-5; c. 5-10; d. 4-7.

**6. Qonda qandning miqdori ..... gormonlari bilan boshqa-rilib turiladi.**

- a. insulin; c. glyukagon;  
b. adrenalini; d. a, b va c.

**7. Uglevodlarning hujayrada to'la parchalanish jarayoni ikki bosqichdan, ya'ni ..... dan iborat.**

- a. pentoza sikli; c. aerob;  
b. anaerob (glikoliz); d. anaerob (glikoliz) va aerob.

**8. Glyukozaning anaerob parchalanish, ya'ni glikoliz jarayoni-ning oxirgi mahsuloti – bu ikki molekula...**

- a. sut yoki olma kislotasi; c. yantar yoki fumar kislotasi;  
b. pirouzum yoki sut kislotasi; d. limon yoki izolimmon kislotasi.

**9. Glikoliz jarayonining energetik samaradorligi ..... molekula ATF ni tashkil qiladi.**

- a. 2 b. 38 c. 36 d. 15

**10. Bir molekula glyukozaning aerob oksidlanish jarayonini energetik samaradorligi ..... mol ATF ga teng.**

- a. 36 b. 2 c. 12 d. 38

#### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Odam organizmining energiyaga bo'lgan ehtiyojini qancha qismi uglevodlar hisobiga qoplanadi?

2. Bir kecha-kunduz davomida odam organizmiga ozuqa moddalari tarkibida qancha miqdorda (g) uglevodlar kiradi?

3. Glikozidazalarga qaysi fermentlar kiradi va ular qaysi organ va to'qimalarda hosil bo'ladi?

4. Odamning qonida glyukoza (qandni miqdori qancha va u qanday gormonlar bilan boshqarilib turiladi)?

5. Glyukozaning anaerob oksidlanishi (glikoliz) qanday reaksiya bilan boshlanadi?

6. Agar sportchi uzoq muddatli mo'tadil quvvatli mashqni bajarayotgan bo'lsa, glikoliz jarayonining ohirgi mahsulotlari qanday birikmalar bo'ladi?

7. Sportsmen submaksimal quvvat zonasidagi mashqni bajarayotgan bo'lsa, uning qonida qaysi moddalar yig'iladi?

8. Glikoliz va glikogenoliz jarayonlarida necha molekula ATP sintezlanadi (1 molekula glikozani hisobida)?

9. Uglevodlarning aerob oksidlanishini energetik samara-dorligi necha molekula ATP ni tashkil qiladi?

10. Sportchining siydigida glikozani bor-yo'qligini qaysi sifat reaksiyasi yordamida aniqlash mumkin?



## XI BOB. LIPIDLAR ALMASHINUVI

### 12.1. Lipidlarning fermentativ parchalanishi

Lipidlar uch turga: oddiy lipidlar, murakkab lipidlar hamda sun'iy olingan lipidlar bo'linadi. Triatsitel glitseridlar (TAG) energiya manbai sifatida foydalanilishdan oldin yog'li kislotalar hamda glitseringa parchalanishi mumkin. Ushbu jarayon lipoliz nomi bilan yuritiladi.



52-rasm. Lipidlar almashinuvi

Triglitsyeridlar yoki triatsilglitsyeridlar glitsyerol molekulasida ta'sirida bo'lib, ular umurtqa pog'onasiga kerakli yog'li atsil birikmalarni etkazib beradi. Glitsyerol normal sharoitda erkin holatda energiya ishlab chiqarish uchun jigarida metabolizatsiya qilinadi, yoki u glyukoneogenez tomonidan glyukozaga aylantiriladi, shuning uchun yog' kislotalari mushak va jigar tomonidan ishlatiladi. Bu paytda ular uch karbon kislota (UKK) sikliga kirishishdan oldin beta-oksidlanish ( $\beta$ -oksidlanish) jarayonni kechadi hamda keyin oksidlanish jarayonida uni uglerod dioksid va suvga aylantiradi. Triglitseridlarning va monokarboksil kislotalarning umumiy formula orqali hosil qilinishi yog'li kislotalar  $R-COOH$ , ularning tarkibiga  $R$ -guruhi kiradi. Ularda uglerod atomlari soni aniq bo'lib, bo'linmagan zanjir shaklida bo'lib, ular to'yingan yoki to'yinmagan bo'ladi. Uglerod atomlari orasida qo'sh bog'lari bo'lgan yog' kislotalar to'yinmagan bo'ladi. Palmit kislotalarining tuzilishini ko'rsatmoqda, uning zanjirida 15 uglerod atomi mavjud bo'lib, ular karboksil guruhiga mansub bo'ladi. U 16 chi uglerodlar oksid va gidrooksidni tashkil qiladi. 15 uglerod atomi orasida qo'sh bog' bo'lmagan yog'lar to'yingan yog'li kislota hisoblanadi. Agarda olein kislotalarining tuzilishiga e'tibor qaratsak erda yagona qo'sh

bog'lar borligini kuzatishimiz mumkin. Natijada 9 va 10-chi uglerod atomlari orasida bu olein kislotani to'yinmagan yog'li kislotaga aylantiradi. Quyida olein kislota keltirilgan bo'lib, undan keyin ikki xil yog'li kislota mavjud bo'lib, ularda ikki yoki uchtadan ikkilangan bog'lamlar mavjud. Linolein kislota tarkibida ikkita qo'sh bog'lar mavjud bo'lib, (9 va 10-chi uglerod atomlari orasida hamda 12 va 13-chi uglerod atomlari orasid), linolenin kislota tarkibida esa uchta ikkilangan bog'lar (9 va 10-chi uglerod atomlari orasida, 12 va 13-chi uglerod atomlari orasida hamda 15 va 16-chi uglerod atomlari orasida bog'lar mavjud.

Linolenin va linolein kislotalar birgalikda araxidonik kislotani tashkil qiladi. Ular birgalikda oddiy yog'li kislotalar deb nomlanadi. Linolenin kislota umuman olganda, omega-3 yog'li kislotasi va linolein kislota omega-6 yog'li kislotasi nomi bilan yuritiladi. Omega-3 yog'li kislotasi baliq va ba'zi bir urug'lar tarkibida uchraydi. Masalan zig'ir urug'i, omega-6 yog'li kislotasi esa asosan go'shtli mahsulotlarda ko'proq uchraydi. Oddiy yog'li kislotalar maxsus parhezlarni qabul qilgan paytda ko'proq ishlatiladi. Bunda unda defitsit (tanqislik) belgilari ortib boradi. Bunda inson organizmining ularni sintez qilishga kuchi etmay qoladi (yoki ularni salomatlik uchun etarli miqdorda qabul qilib turish kerak). Oldingi bo'limlarda "trans yog'lar" yoki ozuqa moddalaridagi gidrogenlangan yog'lar deb nomlanuvchi moddalarning foydalanilishi to'g'risida gapirib o'tgandik. Trans yog'lar yurakning ishemik kasalligi hamda saraton kabi xastaliklarning paydo bo'lish ehtimolligini oshirish xususiyatiga ega. SHu sababli ularni imkon boricha iste'mol qilmaslik tavsiya qilinadi. Transyog'larning o'zi nima? To'yingan yog'li kislotalarda to'g'ri zanjirning molekulari to'yinmagan yog'li kislotalarda odatda bog'langan bo'ladi. Palmitin kislota to'yingan yog'li kislota sifatida to'g'ri zanjirga ega bo'lib, olein kislota esa ikkilangan bog'lamda bog'langan bo'ladi. Ushbu tuzilma tabiiy ravishda olein kislotaning siklik shaklda hosil bo'ladi. SHunga qaramay, olein kislota gidrogenlar ikkilangan bog'larga biriktirilishi (gidrogenizatsiya. natijasida to'g'rilanishi va u to'yintirilishi mumkin. Bunday holatda, u trans shaklga ega bo'ladi. Agar siklik shaklda bir necha xil yog'li kislotalari mavjud bo'ladi. Ular uchun tuzilish bo'yicha ketma-ket turish qiyin, ammo agarda ular trans shaklda ular bir-biri bilan yaqin holatda turishi mumkin. Trans shakllarda, ular ko'proq to'yingan yog'li kislotalarga o'xshaydi, ularning erish nuqtasi yuqori bo'ladi. Bu tuzilishning barqarorligiga ta'sir ko'rsatishi mumkin va buning



oqibatidatrans-yog'lar qandolat mahsulotlarini pishirishda barqarorlashtiruvchi (stabilizator) sifatida ishlatiladi.<sup>43</sup>

Lipidlar odamning balanslash tirilgan ratsionining doimo bo'lishi shart bo'lgan tarkibiy qismi hisoblanadi. Katta yoshli odam organizmiga har kecha-kunduzda o'rtacha oziqa bilan 90 gr hayvon va o'simlik yog'lari kiradi.

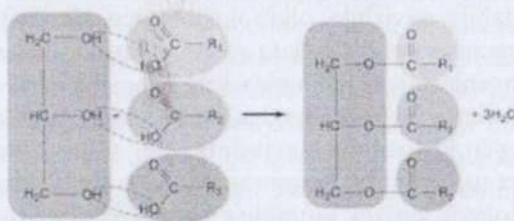
Keksaygan yoshda hamda kichik hajmdagi jismoniy yuklamalar vaqtida yog'larga bo'lgan ehtiyoj kamayadi. Sovuq iqlim sharoitlarida va og'ir jismoniy mashqlar vaqtida esa ortadi.

Yog'lar eng avvalo odamning ovqatida muhim energetik ahamiyatga ega. Yog'larning uglevod va oqsillarga nisbatan yuqori kaloriyaligi organizm katta miqdorda energiya sarflayotganda ular o'ziga xos energetik qiymat beradi. Agar 1g uglevod yoki oqsil oksidlanganda organizm 17,2 kJ (4,1 kkal) energiya olsa, 1g yog' oksidlanganda 38,9 kJ (9,3 kkal) energiya hosil bo'ladi. Ozuqa mahsulotlari lipidlarning tarkibida neytral yog'lar (triglitsridlar) eng ko'p miqdorda bo'ladi. Fosfolipidlar, steridlar va boshqa lipidlar ancha kam miqdorda bo'ladi.

Yog'lar bilan organizmga ma'lum miqdorda to'yinmagan (almashinmaydigan) yog' kislotalariga – linol, linolin, araxidon kislotalari kiradi. Ularning organizm uchun ahamiyati kattadir. Jumladan, araxidon kislotasi maxalliy garmonlar - prostoglandinlarning biosentizi uchun birlamchi homashyo bo'lib xizmat qiladi (53-rasm). Linol va lanolin kislotalaridan esa araxidon kislotasi sintezlanadi.

## 12.2.Lipidlarning oraliq almashinuvi

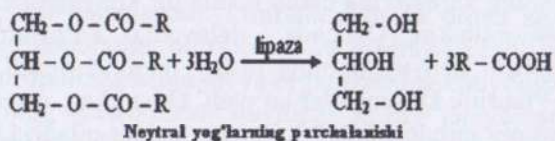
Organizmga ozuqa bilan kirgan neytral yog'lar oshqozon-ichak yo'lida lipaza fermentlari ta'sirida glitserin va yog' kislotalariga gidrolitik Parchalanadi (53-rasm).



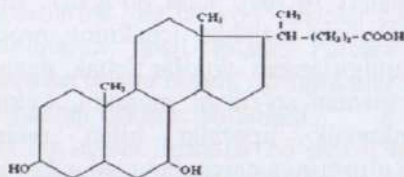
53 -rasm.Lipidlarning hosil bo'lish mexanizmi

<sup>43</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. ( page 110)

Ichakda neytral yog'lar kabi fosfolipidlar ham parchalanadi. A,S va D-Fosfolipazalari katalizlaydigan ularning gidrolitik parchalanishi glitserin, yog' kislotalari, fosfor kislotasi va azot asoslarini hosil bo'lishiga olib keladi. Steridlar xolesteraza fermentini ta'sirida gidrolitik parchalanib, xolesterin va tegishli yog' kislotalarni hosil qiladi .



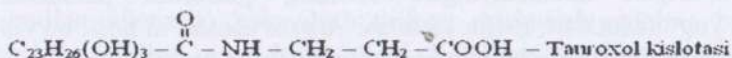
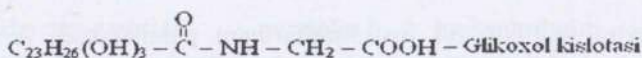
Lipidlarni hazm bo'lish jarayonida ularning emulgirlanishi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Jigardan o't suyuqligi bilan o'n ikki barmoqli ichakka quyilayotgan o't kislotalarning tuzlariyog'larni kuchli emulgirlash ta'siriga ega.



Xolan, dezoksixol, xenodezoksizol kislotasining kimyoviy tuzilishi

O't kislotalari kimyoviy tabiatlari bo'yicha xolan kislotasining hosilalari hisoblanadi. Odamning o't suyuqligida asosan xol, dezoksixol va xenodezoksixol kislotalari ko'p miqdorda bo'ladi. O't kislotalari o't suyuqligi tarkibida aminokislota glitsin yoki taurin bilan konyugatsiyalashgan shaklda bo'ladi. Odamning o't suyuqligida asosan juft bo'lgan o't kislotalarining natriyli tuzlari – glikoxol, glikodezoksixol, glikoxenodezoksixol, (barcha o't kislotalarining  $\frac{2}{3} - \frac{4}{5}$  qismi) va tauroxol, taurodesoksixol va tauroxenodesoksixol ( $\frac{1}{3} - \frac{1}{5}$  qismi) bo'ladi. Bu birikmalar o'zaro peptid bog'i bilan bog'langan tegishli o't kislotasi va glikokol (aminokislota – gletsin) yoki taurindan tuzilgan.





Glikoxol va Tauraxol kislotasining kimyoviy tuzilishi

Ovqatlanishning xarakteriga qarab ikkala tur konyugatlarining o'zaro nisbati o'zgarishi mumkin. Ozuqada uglevodlar ko'p bo'lganda o't suyuqligida glitserinli konyugatlarining nisbiy miqdori ortadi. Oqsillarga boy dietada esa – taurinli konyugatlar ko'padi. Odamning organizmida o't kislotasining umumiy miqdori 2,8 – 3,5 gr ni tashkil qiladi. Ularning bir kecha kunduzda 5 – 6 marta aylanib sintezlanadi. Ichak epiteliyalarida resintezlangan yoki ichak bo'shlig'ida yog'larning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lgan monoglitseridlar ichak devorlariga suriladi. Yog' trigletseridlarning sentiziga jalb qilinadi hamda ichak lipazasi ta'sirida parchalanadi. Yog'larni gidrolizidan hosil bo'lgan gletsirin va qisqa (karbon atamalari 10 dan kam bo'lgan) zanjirli yog' kislotalari qonga so'riladi. So'rilish ingichka ichakning proksimal qismida sodir bo'ladi. Yaxshi emulgirlangan yog'lar ichak devorlari orqali oldindan gidrolizlanmasdan qisman so'rilishi mumkin. Lekin yog'larning asosiy qismi faqat pankreatik lipazalar bilan erkin moy kislotalari, monoglitseridlar va glitseringa parchalangandan keyin so'riladi.

2- jadval

Lipoprotein	Kimyoviy tarkibi					MWt (x10 <sup>6</sup> )
	Oqsil	Triatsilglitserin	Xolesterin	Xolesterinester	Fosfolipid	
Xilomikron	1-2	85-90	2-3	2-3	6-8	>400
VLDL	8-10	50-55	6-8	14-16	16-20	5-10
LDL	18-22	6-10	8-12	35-45	20-25	2-5
XDL	47-52	3-6	2-4	12-18	25-30	0.2-0.4

So'rilgan yog' kislotalari, glitserin va monoglitseridlardan ichakning epitelial hujayralarida spetsifik triglitseridlar va fosfolipidlar qisman oldindan gidrolizlanmasdan so'rilgan yog'larning ko'p qismi yuqori darajada dispergirlanganligi tufayli limfatik sistemalar orqali qonga tushadi. Qonda triglitseridlar (80%), oqsillar (2%), fosfolipidlar (7%) va xolesterin (8%) xilomikronlar deb ataladigan mayda turg'un kompleks zarrachalarni hosil qiladi. Ularning o'lchami 0,1-5 mikrondan oshmaydi.

Neytral yog'larning boshqa qismi yanada mayda kichik zichlikdagi lipoproteidlarni (KZL) va juda kichik zichlikdagi lipoproteidlarni (JKZL) hosil qiladi. Ular xilomikronlardan va o'zaro faqat o'Ichamlari bilangina emas, balki

**Lipoproteinlarning tarkibi (kompozitsiyasi)** komponentlarini foyzli nisbatlari bilan qiladi. Barcha bu zarrachalar odam organizmida lipidlarni formasi hisoblanadi. Limfatik sistema orqali so'rilgan lipidlar qon bilan yog' depolariga olib boradi va zahiraga ajratib qo'yadi. Kerak bo'lganda ular lipolizga uchraydi va organizmning ehtiyojiga ishlatiladi.

Lipidlarning metabolizmi quyidagi asosiy jarayonlarni o'z ichiga oladi: yog'larni yog' kislotalari va glitseringa fermentativ parchalanishi, yog' depolaridan safarbar qilishi va ularning oksidlanishi, keton tanachalari, neytral yog'lar, fosfolipidlar va hakazolarning biosintezi bo'ladi.

### 12.3.Lipoliz

Yuqori darajada energiya sarfini talab qiladigan jismoniy ish va organizmning boshqa holatlarida yog'lar yog' depolarida lipolizga uchrab glitserin va yog' kislotalarini hosil qiladi. Parchalanishning oxirgi mahsulotlari yog' depolaridan qonga o'tadi. So'ngra ular tananing to'qima va organlarida energiya manbai sifatida ishlatiladi.

Yog' to'qimalarida bir necha lipazalar bo'ladi. Ulardan tri-, di- va monoglitserid lipazalar eng katta ahamiyatga ega. Oxirgi ikkita fermentning faolligi birinchi fermentning faolligidan 10-100 marta ortiq bo'ladi. Triglitserid lipaza o'z navbatida adrenalin, noradrenalin, glyukagon va boshqa gormonlar bilan faollashadi.

Lipoliz shunday jarayonki, unda triglitseridlar glitserol va yog'li kislotalarga parchalanadi. Ushbu jarayon insulin va katexolamin kabi gormonlar orqali tartibga solinadi. Jarayon triglitserid yog'li lipazasi (ATGL), gormonni sezuvchi lipaza (HSL) va monoatsilglitserin lipaza (MGL) fermentlarining faollashuvini talab qiladi. Ular faollashganda umurtqa pog'onasidagi glitserin tarkibidan yog'li kislotalarning parchalash natijada uch yog'li kislotalari va glitserin hosil bo'ladi.

ATGL birinchi erkin yog'li kislotaning parchalanishini boshlaydi, ayni paytda HSL esa ikkinchi yog'li kislotani parchalaydi. SHundan so'ng MGL yog'li kislotalarning bartaraf qilish jarayonini tugatadi. Lipoliz jarayoni yog'li to'qimalarda va muskullarda sodir bo'ladi. Mushak to'qimalari tarkibida triglitseridlar mavjud bo'ladi. LDL va VLDL kabi lipoproteinlar tarkibida lipolizga uchragan triglitseridlar ham mavjud.



Biroq, bunday holatda triglitseridlar turli fermentlar, ya'ni LPL yordamida parchalanadi.

Lipoproteinli pazasi yog'li to'qima yoki mushaklar sohasida yog'li kislotalarning yoki glitserinningli poproteinlardan endotelial hujayralar orqali chiqariladi. Shu orqali istalgan adipotsitlar (taom iste'mol qilgandan keyin) yoki mushak to'qimalari mashg'ulotlarni bajarish davomida yog'li kislotalarning o'zlashtirilishi va so'rilishiga olib keladi.

Lipoliz jarayoni mashqlarni bajarish jarayonida, shuningdek turli to'qimalar orqali energiya manbai sifatida yog'li kislotalarga nisbatan ehtiyoj paydo bo'lganda taom iste'mol qilgandan keyin bir necha soat (taxminan olti soat vaundan ko'proq vaqt) davomida sodir bo'ladi. Agar taom iste'mol qilgandan keyin tarkibida uglevododlar miqdori yuqori bo'lsa, lipoliz jarayoni bir-ikki soat davom etmaydi. Lipoliz natijada yog'li kislotalari va glitserin yog'li to'qimalardan hosil bo'ladi va yog'lar qon tarkibiga utadi. Glitserin, yog'likislotalar qondagi albumin molekulasiga bog'langan shaklda tez eriydigan modda hisoblanadi.<sup>44</sup>

#### 12.4. Glitserinning oksidlanishi

To'qimalarda glitserinning almashinuvi uglevodlarning anaerob oksidlanishi (glikoliz) bilan o'zaro bog'langan. Avvaliga glitserin ATF yordamida fosforlanib  $\beta$ -glitserofosfatga aylanadi. So'ngra  $\beta$ -glitserofosfat fosfodioksiatsetongacha oksidlanadi.

Fosfodioksiatseton tegishli izomeraza ta'sirida 3-fosfotglitserinaldegidiga aylanadi va shu yo'l bilan oksidlanadi. Hosil bo'lgan glitseraldegid – 3 – fosfot so'ngra uglevodlarning glikoliz va aerob oksidlanish yo'li bilan  $3\text{CO}_2$  va  $3\text{H}_2\text{O}$  gacha to'la parchalanadi.

Jarayonning energetik samaradorligiga glitserinni 1 molekula pirouzum kislotasigacha oksidlanishida 1 molekula ATF ( $2-1=1$ ) sentezlanadi va 2 molekula NAD NADH<sub>2</sub> gacha qatytariladi. Pirouzum kislotasi 3 karbon kislotalar siklida to'la parchalanganda 15 molekula ATF hosil bo'ladi. Jami 1 molekula glitserin  $3\text{CO}_2$  va  $3\text{H}_2\text{O}$  gacha to'la parchalanganda  $1+6+15=22$  molekula ATF sintezlanadi.

<sup>44</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 115)

## 12.5. Yog' kislotalarining $\beta$ -oksidlanishi va jarayonning energetik samaradorligi

F.Knop 1904 yilda yog' kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish gipotezasini taklif qildi. Bu gipotezaga binoan organizm to'qimalarida yog' kislotalari molekulasi oksidlanishi  $\beta$ -o'rinda sodir bo'ladi: natijada yog' kislotalari molekulasi karboksil guruhi tomonidan ikki uglerodli fragmentlar birin-ketin uzilaboradi.

Yog' kislotalar avvalo hujayraning gialoplazmasida ATF va NS – KoA ishtirokida faollashadi va karnitin yordamida mitoxondriyaning matrisiga tashiladi. Demak yog' kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayoni mitoxondriyada sodir bo'ladi. Bu jarayonning o'zi to'rtta bosqichdan iborat. Bir marta mitoxondrial matrisiga kirib qolgandan keyin faollashtirilgan yog'li kislotalar-oksidlanish jarayonini boshidano'tkazadi. Shuni yodda tutingki, yog'li kislotalar (garchi ular asosan uglerod va vodoroddan iborat bo'lsada, faqat uglerod, vodorod va kisloroddan iborat bo'ladi).

Oksidlanish jarayoni bir qator atsetil KoA larning hosil bo'lishiga olib keladi, ular esa o'z navbatida UKK sikliga mansub bo'ladi. Shuningdek, har bir sikl yakunida faollashtirilgan yog'li kislotalar atsetil-KoA ning shakllanishi tufayli ikkita uglerodga qisqaradi. Sikllar soni orqali yog'li kislotalarda oksidlanish jarayoni sodir bo'ladi va aynan u atomlar sonining qancha bo'lishini belgilab beradi. 16 uglerodli yog' kislota etti sikldan iborat bo'ladi, chunki oxirgi sikl ikki atsetil-KoA ning lipid to'rt uglerodli atsetil-KoA dan paydo bo'lishiga olib keladi.

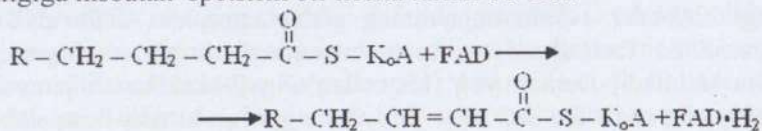
ATFlarning umumiy soni 16 uglerodli yog'li kislotalarning  $\beta$ -oksidlanish jarayonidan o'tib hosil bo'ladi va u 131 tani tashkil qiladi. U etti NAD dan hosil qilinib, u 21 ATFlarni (yodda tutingki, har bir NAD oksidant fosforilatsiyadan 3 ATF ni hosil qiladi) hamda etti FADH<sub>2</sub> ta'minlab beradi, buning natijasida 14 ATF hosil bo'ladi (yodda tutingki, har bir FADH<sub>2</sub> oksidant fosforilatsiya natijasida qayta oksidlanadi va ikki ATF ni hosil qiladi). Bundan tashqari, sakkiz atsetil-KoA ham shakllanib, u 96 ATF ni ta'minlab beradi (yodda tutingki, UKK sikli orqali o'tuvchi har bir atsetil-KoA uchun 12 ATF shakllantiriladi).

Ikki narsa hozirda aniq: birinchidan, ko'p miqdordagi energiya yog'li kislotalarning oksidlanishi natijasida vujudga keladi (albatta, glyukozadan ko'ra ko'proq); va ikkinchidan, yog'li kislotalar faqatgina aerob harakatlar



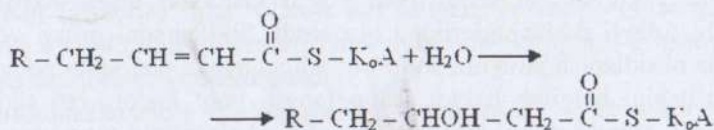
paytida UKK siklidan boshlab foydalaniladi va bunda oksidli fosforilyatsiya talab qilinadi.<sup>45</sup>

**Birinchi bosqich** – degidririlanish. Prostetik guruh (kofermenti) FAD boʻlgan atsil – KoA – degidrogenaza fermenti taʼsirida atsil – KoA molekulasidan ikkita vodorod atomi ( $\alpha$  va  $\beta$  holatdagi) ajralib chiqib enoil – KoA ga aylanadi. Tarkibida FAD tutgan atsil – KoA – degidrogenazalarning atsil – KoA molekulasida karbon zanjirining uzunligiga nisbatan spetsifik bir necha turlari boʻladi.



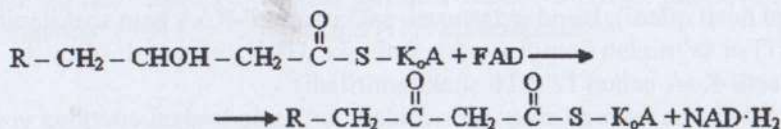
### Degidririlanish

**Ikkinchi bosqich** – gidrotatsiya. Toʻyinmagan (yoki enoil) – KoA 1 molekula suvni biriktirib olib,  $\beta$  – oksiatstil – KoA ga aylanadi. Reaksiyani enoil- KoA – gidrotaza katalizlaydi.



### Gidrotatsiya

**Uchinchi bosqich** – ikkinchi degidririlanish . Hosil boʻlgan  $\beta$ -oksiatsil-KoA (yoki 3-oksiatsil-KoA) soʻng koferment sifatida NAD tutgan 3-oksiatsil-KoA- degidrogenaza fermenti taʼsirida degidririlanib,  $\beta$ -kitoatsil-KoA (3-oksiatsil-KoA) ni hosil qiladi.



<sup>45</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 118)





Tarkibida 16 ta uglerod atomini tutgan palmitin kislotasi oksidlanganda sikl 7 marta takrorlanadi va 7 FAD•N<sub>2</sub>, 7 NAD•N<sub>2</sub> va 8 atsetil-KoA hosil bo'ladi. Bir molekula palmitin kislotasini to'la CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha oksidlanishining energetik samaradorligi (bu jarayon ham mitoxondriyada sodir bo'ladi) quyidagiCHA ko'rinishga ega: SHunday qilib 1 molekula almitinkislotasining β-oksidanishini energetik samaradorligi 130 molekulaATFni tashkil qiladi (54-rasn). Yo'g kislotalar oksidlanishining har ikkala bosqichida ajralib chiqqan vodorod atomlari (electron va protonlari) metoxondriyalarining ichki membranalarda joylashgan nafas olish zanjiriga uzatiladi. SHu elektronlar oqimi ADF ni ATF gacha oksidlanishli fosforlanish jarayoni bilan bir-biriga bog'langan. SHunday qilib yo'g kislotalarining oksidanishini har ikkala stadiyasida ajralib chiqayotgan energiya ATF shaklida jamg'ariladi.

### 12.6.Keton tanacha va xolesterini sintezi

α-oksidanish jarayonining har bir siklida to'rt xil reaksiya mavjud bo'lib, har bir reaksiya natijasida FADH<sub>2</sub> va NADH shakllanadi. SHuningdek, har bir sikl yakunida faollashtirilgan yog'li kislotalar atsetil-KoAning shakllanishi tufayli ikkita uglerodga qisqaradi. Sikllar soni orqali yog'li kislotalarda-oksidanish jarayoni sodir bo'ladi va u atomlar sonining qancha bo'lishini belgilab beradi.

16 uglerodli yog' kislota etti sikldan o'tadi, chunki oxirgi sikl ikkita asetil-KoAning yog'li to'rt uglerodli atsil-KoAdan paydo bo'lishiga olib keladi. ATFning umumiy soni 16 uglerodli yog' kislotalarning-oksidanish jarayonidan o'tib hosil bo'ladi va u 131 tani tashkil qiladi. Bundan tashqari, sakkiz atsetil-KoA ham shakllanib, u 96 ATFni ta'minlab beradi (yodda tutingki, UKK sikli orqali utuvchi har bir atsetil-KoA uchun 12 ATF shakllantiriladi).<sup>46</sup>

Agar atsetil-KoA ni hosil bo'lishi uni Krebs siklida oksidanish imkoniyatidan ustunlik qilsa, ortiqcha qismi atsetoatsetil-KoA ga aylanadi. Ortiqcha to'planayotgan vaqtda atsetoatsetil-KoA NAD•H<sub>2</sub> dan vodorodni birlashtirib olib v-gidroksimoy kislotasigacha qaytarila oladigan erkin atsetosirka kislotasiga aylanadi.

Atsetosirka kislotasining dekarboksillanishi natijasida atseton hosil bo'ladi. Atsetosirka, β-gidroksimoy kislotalari, hamda atseton – ketontanachalari nomini olgan. Ularning kuchaygan (ko'p) hosil bo'lishi

<sup>46</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 118)

ketoz deb ataladi. Qonda keton tanachalarining ortiqcha yig'ilishi – ketonemiya, siydik bilan chiqarilishi esa – ketonuriya deb ataladi. Keton tanachalarining hosil bo'lish joyi jigar hisoblanadi va u erdan qonga o'tadi.

Uzoq davom etadigan muskul faoliyatida ishlayotgan muskullarga qon bilan olib kelinayotgan yog' kislotalari singari atsetosirka va  $\beta$ -gidroksimoy kislotalari ham energiya manbaalari sifatida muhim rol o'ynaydi. Biroq, moddalar almashinuvining patalogik buzilgan vaqtida (och qolganda, organizmning uglevod zahiralari sarflaadi. Qand diabeti vaqtida, qachon uglevodlarning ishlatilishi qiyinlashib qolganda va yog'larning kuchli jalb qilinishi va oksidlanishi kuchayadi) keton tanachalarining haddan tashqari mahsulatlari atsetonni hosil bo'lishi kuzatiladi, bu o'z navbatida qonning atsidozi bilan va organizmning normal ishlab turishini buzilishi bilan sodir bo'ladi.

### 12.7. Neytral yog'lar va fosfolipidlarning biosintezi.

Ikkita har xil manbalarda hosil bo'layotgan glitsero – 3 fosfat asosida lipidlar sentizlanadi:

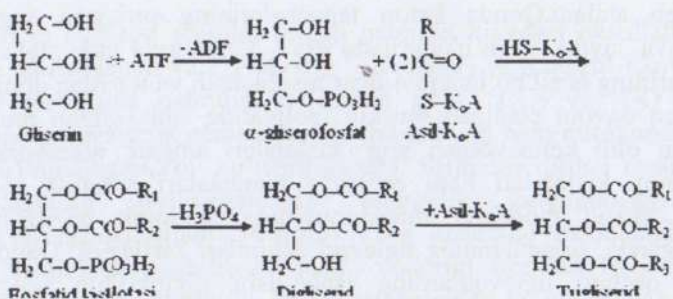
Lipid (yo'g)ning fermentative parchalanishidan hosil bo'lgan glitserin glitserolkinaza fermenti ta'sirida ATF hisobiga fosforlanib, glitsero-3-fosfatga aylanadi.:

Glikoliz jarayonida hosil bo'layotgan dioksiatsetonfosfat glitserofosfatdehidrogenaza yordamida dehidrirlanib, glitsero-3-fosfatni hosil qiladi.

Har ikkila yo'l bilan hoisl bo'lgan glitsero-3-fosfat ikki molekula atsil-KoA (yog' kislotalarining "faollashgan" shakli) hisobiga atsilanadi, ya'ni ikki molekula yo'g kislotasining 1,2-karbon atomlariga birlashtirib oladi va fosfatid kislotasiga aylanadi.

Reaksiyani glitserofosfatatsiltransferaza katalizlaydi. So'ngra fosfatid kislotasi fosfatidatfosfatga fermenti ta'sirida defosforlanib, 1,2-deglitsiridni hosil qiladi va nihoyat 1,2-deglitsirid-atsil-transferaza fermenti ishtirokida yana bir molekula yog' kislotasini birlashtirib olib triglitsirid (neytral yo'g) ga aylanadi. Triglitseridlarning biosintezida glitserin ( $\alpha$ -glitserofosfat) va yog' kislotalarining (atsil-KoA. faollashgan shakllari qatnashadi. Ularning o'zaro ta'sirini muhim oraliq mahsuloti bo'lib fosfatid kislotasi hizmat qiladi.





### Triglitsridlarning biosintezi

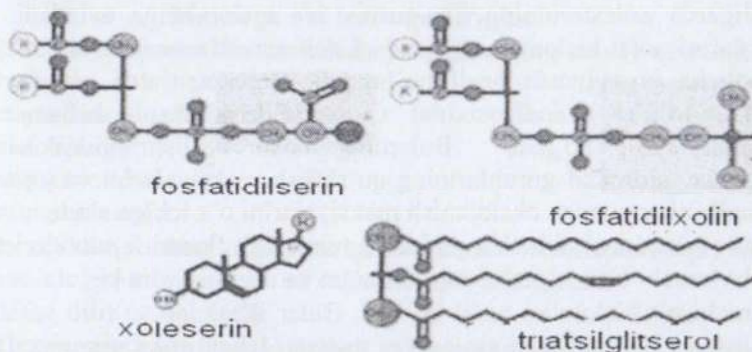
Fosfolipidlarning biosintez jarayoni fosfatid kislotasining hosil bo'lishigacha triqlidseridlarning sintezlanish jarayoni bilan bir xildir.

Neytral yog'lar (triglitsridlar)ning biosintezi quyidagi sxematik ko'rinishga ega. Fosfolipidlarning biosintezi fosfatid kislotasini sitidin nukleotidi - STF bilan o'zaro ta'sir qilishi bilan boshlanadi. Bu reaksiyada hosil bo'lgan sitidindifosfatglitsrid turli fosfolipidlarni keyingi sintez jarayonida boshlang'ich birikmalari bo'lib xizmat qiladi. Fosfatidilxolinlar organizmda to'g'ridan-to'g'ri sintezlanishi mumkin. Bu jarayonda "tayyor" xolin, ya'ni ozuqa bilan kirgan xolin ishlatiladi.

Triglitsridlar g'lyukoza va yog'li kislotalardan sintez qilinadi va insulin gormoni orqali me'yorga solib turiladi. Insulin glyukoza va yog'li kislotalarning yog'li to'qimalarga o'zlashtirilishini ta'minlaydi. Adipotsitlarda glyukoza glitserin fosfatga va keyin glitseringa aylanib, u yog'li kislotalar birikkan umurtqa pog'onasini to'ldirib turadi. Shunday qilib, yog'lar va uglevodlardan iborat bo'lgan taomlar turli yo'llar bilan yog' to'qimalarida triqlitsridlarning hosil qilinishiga olib keladi. Yog'li kislotalarning qon orqali jigarga, yog' to'qimalariga yoki suyak-mushak tizimiga o'tishi taom iste'mol qilgandan keyin triatsitilglitserin (TAG) sinteziga sabab bo'ladi. Bu jarayon jismoniy mashqlarni bajarish paytida sodir bo'lmaydi, chunki bu paytda oksidlanish jarayonining sodir bo'lish ehtimoli ko'proq bo'ladi. TAG sintezining ma'nosi shuki, uch yog'li kislotalar asosiy glitseringa birikishi lipoliz jarayoniga qarama-qarshi bo'lgan jarayondir. Buning sodir bo'lishi uchun, glitserin glikoliz orqali glitserin-3 fosfatdan hosil bo'ladi (uglevodorodlar metabolizmiga

bog'liqligi), glitseroneogenez (Ne va boshqalar, 2008 yil) orqali qaytadan sintez hosil bo'lishi aniqlangan.<sup>47</sup>

**Xolestrin almashinuvi.** Xolesterin biosentizida sirka kislotasining asetil-KoA shakli xom-ashyosi hisoblanadi. Xolesterinning biosentiz jarayoni bir nechta bosqichlarni o'z ichiga olib, fermentativ reaksiya zanjirida tuzilgan. Xolesterin barcha steroid garmonlarning dastlabki manbai bo'lib xizmat qiladi (55-rasm). Organizmdagi barcha steroidlarning asosiy qismi xolesterin ulishiga to'g'ri keladi. Odam to'qimalarida 140 gr atrofida xolesterin mavjud.



55 -rasm. Ayrim lipidlarni fazoviy tuzilishi

Tabiatda ko'p tarqalishi bo'yicha keying o'rinda turadigan steroidlar guruhi – o't kislotalarining miqdori 5 gr atrofida bo'ladi. Asab to'qimasi (mielinli membranalar) va buyrak usti bezlarining po'stlog'i xolesteringa boshqa moddalarga nisbatan juda boydir. Xolesterin organizmda ikki xil funksiyani bajaradi. Birinchidan, u hujayra membranalarini tarkib tuzulish qismi sifatida kiradi.

Ikkinchidan, boshqa steroidlar - o't kislotalari, steroid garmonlar, vitamin D<sub>3</sub> sentizida xom-ashyo bo'lib xizmat qiladi.

Xolesterin biosentizini 3 ta bosqichga bo'lish mumkin:

- 1) Faol atsetatning meva kislotasiga aylanishi.
- 2) Meva kislotasidan skvalenning hosil bo'lishi.
- 3) Skvalendan xolesterin hosil bo'lishi.



Xolesterinning juda ko'pchilik qismi taxminan 80 foizi jigarda sentizlanadi. Ikkinchi o'rinni ingichka ichak hujayralari egallaydi va organizmdagi butun xolesterinning 10 foiziga yaqini shularda hosil bo'ladi. Taxminan 5 foizini teri hujayralari qo'shib turadi. Xolesterin sentizi uchun zarur bo'ladigan fermentlar hamma hujayralarda bor. Odam organizmida bir kecha kunduzda sentezlanadigan xolesterinning umumiy miqdori 1 gr ga boradi. Odamning bir kecha-kunduzlik ovqatida 2-3 gr xolesterin bo'lganda uning o'z xolesterini deyarli butunlay sentizlanmay qo'yadi.

Jigarda xolesterinning bir qismi o't kislotalariga aylanadi. O't kislotalarini xolat kislotasining hosilasi deb qarash mumkin. Xolat kislota o'z holicha organizmda hosil bo'lmaydi. Gepatotsitlarda xolesterindan to'g'ridan-to'g'ri xenodizosixolat va xolat kislotalar - birlamchi o't kislotalari hosil bo'ladi. Bularning hosil bo'lishi gidrokselazalar ishtirokida gidroksil guruhlarining qo'shilish 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 letoxolat va dezoksixolat kislotalar, ya'ni ikkilamchi o't kislotalari hosil bo'ladi. Bular ichakdan so'rilib vena qoni bilan jigarga boradi keyin esa, o'tga tushadi. Ichak mikroorganizmlari 20 ga yaqin har xil ikkilamchi o't kislotalarini hosil qiladi. Lekin sezirarli miqdorlarda faqat dezoksi xolat kislota bilan kamroq darajada letoxolat kislota so'riladi va qolganlari axlat bilan birga tashqariga chiqariladi. O'tda asosan kon'yugatsiyalangan, ya'ni glitsirin yoki taurin bilan birikkan o't kislotalari bo'ladi. Glitsirin yoki taurin qoldig'iga ega yon zanjir gidrofil bo'ladi, shu bilan bir vaqtda molekulaning ikkinchi uchi gidrofobdir. O'tdagi o't kislotalari konsentratsiyasi taxminan 1 foizga teng: o'tda fosfolipidlar xolesterin (0,5 %) hamda billirubin, oqsillar, meniral tuzlar ham bo'ladi.

Bioximyaviy jihatdan qaraganda, arterosklerozning yuzaga kelishida arteriyalar devorlarida xolesterin to'planib, saqlanib qolishidir. Aterosklerotik o'zgarishlar arteriyalar ichki yuzasida lipid dog'lari va yo'llari paydo bo'lishidan boshlanadi. Aterosklerozning eng xavfli va ko'p uchrab turadigan asorati yurak eshimiya kasalligi, miokard infarkti, insult xamda buyrakka aloqador gepertaniya formalarining barchasi – oyoqlar gangrenasi kabi patologik holatlari yuz berishi mumkin.

#### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

**Lipazalar** – lipazalar yo'larni gidrolitik parchalanish reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlar hisoblanadi.

**Fosfolipazalar** - fosfolipazalar –fosfolipidlarni gidrolitik parchalaydigan fermentlar. Fosfolipazalarning A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>,C va D turlari mavjud.

**Xilomikronlar** - triglitseridlar (80%), oqsillar (2%), fosfolipidlar (7%) va xolesterindan (8%) tashkil topgan o'Ichami 0,1-5 mikrondan oshmaydigan mayda turg'un kompleks zarrachalardan tashkil topgan.

**Keton tanachalari** - keton tanachalari atsetosirka va  $\beta$ -gidroksimoy kislotalari hamda atsetonni aralashmasidir.

### Mavzuga oid test topshiriqlari

**1. Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi lipidlarning asosiy qismini..... tashkil qiladi.**

- a. neytral moylar (triglitseridlar);
- b.fosfolipidlar;
- c.moy kislotalari;
- d. sfingomielinlar.

**2. Katta yoshdagi odam organizmiga bir kecha-kunduzda ovqat bilan o'rtacha..... gramm hayvon va o'simlik moylari kiradi.**

- a. 150;
- b. 50;
- c. 200;
- d. 90.

**3. Yog'larga eng kuchli emulgirlash ta'sirini ko'rsatadigan moddalar – quyidagilar.**

- a. to'yinmagan moy kislotalari;
- c. o't kislotalarining tuzlari;
- b. to'yingan moy kislotalari;
- d. aminokislotalar.

**4. Qonda lipidlarning transport formasi bo'lib xizmat qiladi:**

- a. kichik zichlikdagi lipoproteidlar (KZL);
- b. juda kichik zichlikdagi lipoproteidlar (JKZL);
- c. xilomikronlar;
- d. A, B va C.

**5. Hujayrada glitserinning oksidlanish jarayonini sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:**

- a. glitserin > dioksiatsetonfosfat> glikoliz;
- b.glitserin QATF> $\beta$ -glitserofosfat>dioksiatsetonfosfat> fosfoglitserin aldegidi>glikoliz;
- c. glitserin Q ATF >dioksiatsetonfosfat> aerob oksidlanish;
- d. glitserin Q ATF>fosfoglitserin aldegidi >?-glitserofosfat >glikoliz.

**6. Moy kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayoni 4 bosqichdan iborat bo'lib, quyidagi reaksiyalarni o'z ichiga oladi:**

- a. birinchi va ikkinchi degidrogenirlanish;
- b. dekar-boksillanish;



- c. gidratatsiya va tioletik parchalanish;  
d. a va C.
- 7. Atsetoatsetat,  $\beta$ -gidroksibutirat va atsetonlar birgalikda. .... nomi bilan yuritiladi.**
- a. keton tanachalari; c. lipoproteidlar;  
b. xilomikronlar; d. moy kislotalari.
- 8. Mo'tadil quvvat zonasida bajarilayotgan uzoq muddatli ishda asosiy energiya manbalaridan biri bo'lib..... xizmat qiladi.**
- a. jigardagi glikogen; c. qondagi glyukoza;  
b. mushakdagi glikogen; d. keton tanachalari.
- 9. Hujayrada neytral yog'lar (triglitsyeridlar)ning biosintezi uchun asosiy xomashyo bo'lib ..... xizmat qiladi.**
- a. Erkin moy kislotalari;  
b.  $\beta$ -glitserofosfat;  
c. moy kislotalarining faol formasi (atsil-koa.);  
d. b va c.
- 10. Qonda xolesterinning miqdori ortib ketishi ..... kasalligini rivojlanishiga olib keladi.**
- a. ateroskleroz; b. ketonuriya; c. bazedov; d. singa.

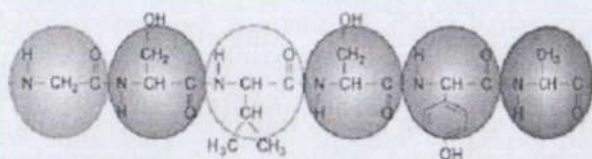
### Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Katta yoshdagi odam organizmiga bir kecha-kunduzda ovqat bilan o'rtacha qancha miqdorda hayvon va o'simlik moylari kiradi?
2. Neytral moylarning hazm bo'lish jarayonida o't kislotalari qanday rol o'ynaydi?
3. oshqozon-ichak yo'lida neytral moylar va fosfolipidlar qaysi fermentlar ta'sirida parchalanishga duchor bo'ladi?
4. Qonda lipidlar qanday shakllarda transport qilinadi?
5. Hujayrada glitserinning oksidlanish jarayonini sxematik ifodalang.
6. Bir molekula palmitin kislotasi to'la oksidlanganda necha molekula atf sintezlanadi? hisoblab bering.
7. Qanday moddalarning aralashmasi keton tanachalari deb ataladi? ular qaysi organda va qanday moddalardan hosil bo'ladi?
8. Moy kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayoni necha va qanday bosqichlardan iborat? sanab ko'rsating.
9. Uzoq muddatli mo'tadil quvvatli ishni bajarganda qaysi bir moddalar asosiy energiya manbalaridan biri bo'lib xizmat qiladi?
10. Qonda xolesterinning miqdori ortishi qanday kasal-likni rivojlanishiga olib keladi?

### XIII BOB. OQSILLARNING ALMASHINUVI VA NUKLEIN KISLOTALAR

#### 13.1. Oqsillarning almashinuviga umumiy tushuncha

**Oqsillarning almashinuvi** – organizmda barcha moddalar almashinuvining markaziy jarayoni bo'lib, u barcha boshqa sinf birikmalarining almashinuvi bilan chambarchas bog'langan. Chunki almashinuvning har qanday reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlar – tabiati bo'yicha oqsillardir. Oqsillar – turli biologik strukturalarning qurilish materiali bo'lganligi sababli, oqsillarning almashinuvi ularning parchalanish va yangidan hosil bo'lishida muhim ahamiyatga ega (56-rasm). Odam organizmida oqsillarni yangilanib turishi etarli darajada tez bo'ladi. Jigarning oqsillarini yarmisi 10 sutkada, qon zardobiniki – 20-40 sutkada,



56-rasm. Aminokislotalarning birikib peptidlarni hosil qilishi

muskullarniki ancha sekund uzoqroq yangilanib turadi. Odamning organizmi ozuqa bilan oqsillarni doimo kirib turishini talab qiladi. Organizmulardan to'qimalar oqsillarini tuzish uchun plastik (qurilish) materiali sifatida foydalanadi. ozuqa tarkibida aminokislotalar (oqsillar)ni bo'lmasligi oqsillarning biosintezini buzilishi va o'sishni to'xtat qolishi, tana og'irligining kamayib ketishi va organizmda keyinchalik o'limga olib keladigan bir qator patologik o'zgarishlarga sabab bo'ladi.

Aqliy mehnat bilan shug'ullanadigan va o'rtacha jismoniy yuklama bajaradigan katta yoshli odamning oqsilga bo'lgan sutkalik ehtiyoji 100-120g tashkil qiladi. Ozuqa bilan iste'mol qilinadigan oqsillar o'zlarining aminokislotalar tarkibi va ozuqalik qiymati bilan bir birlaridan farq qiladi. Tarkibida yuqori ozuqa qiymatli oqsillarni saqlagan ozuqa mahsulotlariga go'sht, baliq, tuxum, tvorog, pishloq va boshqalar kiradi. O'simlik ozuqa mahsulotlari tarkibidagi oqsillar o'zlarining ham organizmda hazm bo'lish darajasi bo'yicha, ham aminokislotalar tarkibi bo'yicha hayvon oqsillaridan bir oz kam qiymatga ega. Oqsillar ovqat (ozuqa) bilan ovqat hazm qilish sistemasiga tushib, proteolitik fermentlar guruhining birin-



ketin ta'sir qilishi natijasida kichik molekulari peptidlar va aminokislotalargacha parchalanadi. Vazni og'irlari qonga so'riladi va har xil to'qima, organlarning oqsillarini yangilanib turishida va energiya almashinuvida qatnashadi. Aminokislotalar qaysi yo'l bilan hosil bo'lishidan qat'iy nazar to'qima oqsillarini parchalanishi natijasida, ovqatlarni hazm bo'lish jarayonida yoki tabiiy oqsil bo'lmagan moddalardan yangitdan hosil bo'ladi.

Ularning barchasi aminokislotalarning umumiy metabolik fondiga tushadi va undan har bir hujayra almashinuv jarayonlariga kerak bo'lgan aminokislotalarni o'zlashtiradi.

Oqsillarning asosiy strukturasi va funksiyalarini ko'rib chiqqanimizdan tashqari oqsillar almashinuvini ham o'rganish muhimdir. Tanamizdagi oqsillar o'zaro almashinuvi doimiy amalga oshadi. YAngi oqsillar hosil bo'lib (oqsillar sintezi), eskilari esa ularni tashkil qiladigan aminokislotalarga parchalanadi (oqsillar parchalanishi).

Oqsillar almashinuvi ham energiyaga bog'liq bo'lib, kunlik energiya sarfining 20% ni tashkil qiladi. Oqsillarning yarim parchalanish vaqti bir necha minutdan (misol uchun jigardagi oqsillar) bir necha kungacha (misol uchun mushakdagi oqsillar) davom etishi mumkin. Odatda ma'lum oqsilning funksiyalariga bog'liq bo'ladi. Misol uchun, jigar holatida ferment oqsilining boshqaruv qobiliyati aniq boshqariladigan jarayon bo'lib, ovqatlanish va parhez vaqtida sodir bo'ladigan metabolik reaksiyalarni boshqarishda qatnashadi.

Skelet mushaklari hujayralarida haftalab va oylab sodir bo'ladigan mitoxondriya oqsillarining jismoniy mashg'ulotlar ta'sirida ortishi mushak hujayralarining oksidlovchi metabolizm natijasida ATFni tiklanish qobiliyati yaxshilanadi. Bu asosida jismoniy mashg'ulotlarni bajarish chidamliligini oshiradi. Miofibrillar oqsillarni jamlanishi mushaklarning gipertrofiyasi (ya'ni mushaklarning o'sishi) sabab bo'ladi va kuchliroq bo'lishga imkon beradi. Aksincha, oqsillarning parchalanishi tezligi oqsil sintezi tezligidan yuqoriroq bo'lsa, misol uchun kasallik yoki parhez vaqtida, mushaklarimiz atrofiyaga uchraydi va kichrayib qoladi. SHu sababli oqsillar sintezining asosiy jarayonlarini tushunish sport amaliyoti uchun juda muhimdir. Hujayralarining yangi oqsillarni hosil qilish uchun talab qilinadigan axborot yadro ichida va xususan xromosomalardagi genlarda joylashgan. Barcha yadrolar (odam tuxumi va sperma hujayralaridagi yadrolardan tashqari) 46 ta xromosomaga ega. Erkaklar 1 dan 22 gacha xromosomalarning ikkita nusxalari X va Y xromosomalarga ega. Ayollarda ham 1 dan 22 gacha xromosomalarning ikkita nusxalari

mavjud bo'lib, lekin ularda ikkita x xromosoma mavjud va y xromosoma bo'lmaydi. Har bir xromosoma DNK ning bitta ammo juda uzun zanjir va DNK dagi (ya'ni genlardagi) maxsus segmentlarda axborot saqlanib, u qaysi aminokislotalar (bundan tashqari, aminokislotalarning maxsus chiziqli tartibi) yangi kerakli oqsillarni ishlab chiqishni belgilab beradi. Yangi oqsillarni hosil qilish uchun hujayralari transkripsiya deb atiladigan jarayon orqali DNK muvofiq segmentini nusxalashi lozim. Transkripsiya jarayoni natijasida axborot RNK birikma hosil bo'ladi. Transkripsiya jarayoni yadro ichida sodir bo'ladi. Hosil bo'lgan axborot RNK molekulasi ichida joylashgan axborot muvofiq ravishda kerakli aminokislotalarni oqsil hosil qilish uchun belgilaydi. Bu jarayon translyatsiya deyiladi va ribosomalarda sodir bo'ladi.<sup>48</sup>

### 13.2. Oqsillarning fermentativ parchalanishi

Ozuqa oqsillari oshqozon-ichak yo'lida peptidgidrolaza fermentlari ta'sirida parchalanishga uchraydi. Bu fermentlar aminokislotalar orasidagi peptid bog'larini gidrolitik parchalanishini tezlashtiradi. Peptidgidrolazalarga (proteazalarga. oshqozon shirasidagi – pepsin, oshqozonosti bezi shirasi – tripsin, ximotripsin, karboksipeptidazalar va ingichka ichak shirasidagi – aminopeptidaza va boshqa dipeptidazalar kiradi. Oqsillarni hazm bo'lishi oshqozonda xlorid kislotasi va oshqozonosti bezi shirasining pepsini ta'sirida boshlanadi. avvalo oshqozon shirasining xlorid kislotasi (hcl) fermentning nafaol shakli – pepsinogeni faol proteolitik ferment – pepsinga aylantiradi. pepsin ko'pincha fenilalaninning karboksil guruhi va leyzinning aminoguruhi hosil qilgan peptid bog'larini uzilishini tezlashtiradi.

Ilmiy ma'lumotlarga ko'ra pepsin fermenti aromatik aminokislotalar va dikarbon aminokislotalari hosil qilgan peptid bog'larini yoki ikkita gidrofob aminokislota orasidagi peptid bog'ini uzishni katalizlaydi. Pepsin uchun vodorod ionlarining optimal kontsentratsiyasi – pH 1,5-2,5 ga teng. Uning katalitik faolligi juda kata. 1g kristal pepsin 2 soat davomida 50kg denaturatsiyalangan tuxum oqsilini parchalaydi. Natijada oqsil molekulasidan yirik-yirik bo'lakchalar – yuqori molekullali peptidlar hosil bo'ladi. Bu peptidlar ichakda kuchsiz ishqoriy muhitda (ph 7,8) tripsin, ximotripsin va boshqa peptidgidrolazalar ta'sirida bundan keyingi o'zgarishlarga uchraydi. Tripsin, arginin va lizinning karboksil guruhlari

<sup>48</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 73)



va boshqa aminokislotalarning aminoguruhi hosil qilgan peptid bog'larini parchalanish reaksiyalarini tezlashtiradi. Ximotripsin – fenilalanin, tirozin va triptofanlarning (ba'zi ma'lumotlarga ko'ra leytsin va metioninning ham) karboksil guruhlarini qatnashgan peptid bog'larini gidrolizlaydi. Bu fermentlarning ta'siri natijasida yuqori molekulyar peptidlar kichik molekulyar peptidlarga va bir oz miqdorda erkin aminokislotalarga aylanadi. Ingichka ichakda kichik molekulyar peptidlar og'irgi aminokislotalarni erkin karboksil guruhi tomonidan uzadigan  $\alpha$ -va  $\beta$ -karboksipeptidazalar va xuddi shuning o'zini erkin amino guruhi tomonidan qiladigan aminopeptidazalar ta'siriga uchraydi. Natijada erkin aminokislotalar va dipeptidlar hosil bo'ladi. Oxirida turli dipeptidazalar ta'sirida erkin aminokislotalargacha gidrolizlanadi. Aminokislotalar va bir oz miqdordagi kichik molekulyar peptidlar ichak devorlari orqali faol transport yo'li bilan qonga tashiladi. Har xil to'qima va organlarning hujayralariga tarqatiladi.

### 13.3. Ichak mikroflorasi ta'sirida oqsillarning parchalanishi

Ichakning mikroorganizmlari aminokislotalarning bir qismidan ular qonga so'rilguncha oziqa sifatida foydalanish mumkin. Shu bilan birga mikroorganizmlar ishlab chiqarayotgan fermentlar ta'sirida parchalanishi, ularni aminlar, yog' kislotalari, spirtlar, fenol, para-krezol, indol, skatol, metilmerkaptan, sulfidril gazi va bir qator boshqa birikmalarga aylanishiga olib keladi. Bu birikmalarning ba'zi birlari organizm uchun kuchli zahar hisoblanadi. Mana shu jarayonni ba'zida ichakda oqsillarning chirishi deb atashadi. Jumladan, tarkibida oltingugurt tutgan aminokislotalar (tsistein, metionin)ning ichakdagi mikroorganizmlarning ishlab chiqarayotgan fermentlarini ta'sirida sekin-asta to'la parchalanib sulfidril gazi ( $H_2S$ ) va metilmerkaptanni hosil qiladi. Diaminokislotalar lizin va ornitin dekarboksillanish jarayoniga uchrab kadaverin va putresin aminlarini hosil qiladi. Odatda bu aminlar murda zahari nomi bilan yuritiladi.

**Aromatik aminokislotalar** – fenilalanin, tirozin va triptofanlarning ichakda analogik yo'l bilan chirishida tegishli ravishda – feniletilamin, tiramin va triptaminlar hosil bo'ladi.

Oqsillarni chirishidan hosil bo'ladigan zaharli mahsulotlar sifatida fenol, krezol, skatol va indollarni ko'rsatish mumkin. Fenol va krezol (para-krezol) tirozinni bakteriyalar ta'sirida parchalanish jarayonida hosil bo'ladi. Indol va skatol esa ichakda oqsillarni chirishida triptofan

aminokislotalardan hosil bo'ladi. Barcha bu oqsillarni terish jarayonida aminokislotalarni parchalanishidan hosil bo'lgan barcha zaharli moddalarning bir qismi axlat bilan organizmdan chiqarilib tashlanadi, boshqa bir qismi esa qonga so'rilib, jigarda zaharsizlan tiriladi.

Ozuqa oqsili qabul qilinganidan so'ng u ichaklarda va mayda ichakda turli xir proteazalarning fermentativ faoliyati orqali ushbu oqsillarni tashkil qiladigan aminokislotalarga parchalanadi. Qon ularni so'rib olib ular uchun muhit yaratadi, va aminokislotalarni muvofiq to'qimalarga, ayniqsa jigar va skelet mushaklarga yuboradi. Skelet mushaklari erkin va oqsil-bopelangan aminokislotalarning katta qismini saqlashiga (katta yoshli odam tanasining taxminan 40% skelet mushaklaridan iborat bo'lib, ularning 20% oqsillardan tashkil topgan. Aminokislotalar metabolizmida eng faol qatnashadigan organ bo'lib jigar hisoblanadi. Jigar shuningdek ikkilamchi oqsillarni sintezlovchi organ ham hisoblanadi, va shu sababli nafaqat skelet mushaklarga, balki boshqa to'qimalarga ham aminokislotalarni yuborishning asosiy vazifasini bajaradigan organdir.

Qondagi aminokislotalar va to'qimalarning hujayratashqi suyuqligi (ya'ni hujayraichi oqsillar sintezi uchun hujayralar tomonidan hali o'zlashtirilmagan aminokislotalar) erkin aminokislotalar fondini tashkil qiladi. Bu erkin aminokislotalar fondi shuningdek hujayraichi oqsillarning parchalanishidan katabolitlashgan aminokislotalar bilan ham to'ldirilishi mumkin. Bu jihatdan, erkin aminokislotalar fondi umumiy ravishda iste'mol orqali tushgan aminokislotalar va (turli xil to'qimalardan kelgan) mavjud hujayra oqsillaridan iborat bo'lib, o'z navbatida ular sintezlanadi va jigardan chiqariladi.

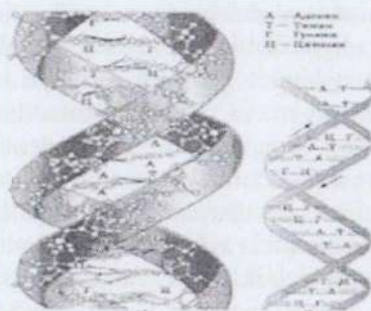
Bundan uglevod va yog'lardan farqli ravishda, bizlarda aminokislotalarning zaxirasi mavjud bo'lmaydi. Erkin aminokislotalar fondi nisbatan juda kichik miqdorga ega va doimiy almashinuv holatida bo'ladi. Asosan darhol oqsil sintezida qatnashmaydigan aminokislotalar shu sababli trikarboksil kislota sikli (UKK bilan belgilanib, shuningdek sitrik kislota yoki krebs sikli ham deyiladi) shaklida oraliq kimyoviy energiya manbasini ta'minlash uchun kuchli metabolizlanadi. alternativ ravishda, ular glyukogenogenez – nouglevod manbalardan glyukozani hosil qilish jarayoni uchun ham substratlarni ta'minlaydi.<sup>49</sup>

<sup>49</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 79)



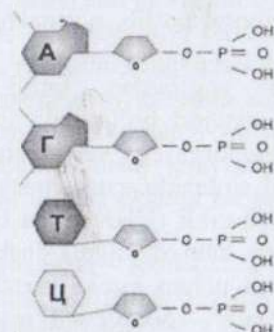
### 13.4. Oqsilning biosintezi.

**Gen** – (biol.) irsiy omil, irsiy materialning funksional jihatdan bo‘linmas birligi (kimyoviy) bitta polipeptid zanjirining birlamchi strukturasi kodlaydigan DNK molekulasi qismini tashkil qiladi.



57 -rasm. DNKning ikklamchi strukturasi

**Genetik kod** – tirik organizmlarga xos bo‘lgan, DNK molekulasiidagi nukleotidlarning ketma-ketlik tartibi bilan belgilanuvchi irsiy informatsiyalar qayd qilinishining yagona sistemasi bo‘lib, oqsil zanjiridagi aminokislotalarning ketma-ketlik tartibini belgilaydi. mRNK molekulasiidagi asoslar tartibi endi hosil qilinadigan oqsilning birlamchi stukturasiidagi aminokislotalarning aniq tartibini belgilab beradi.



58 -rasm. DNKning ikklamchi strukturasiining kimyoviy tuzilishi

Bu arayoni sodir qilish uchun mRNK molekulasiidagi asoslar kodonlar deyiladigan uchdan guruhda o‘qiladi. kodonlar ichida asoslarning o‘ziga xos tartibi genetik kod deyiladi. Uch asosli tartibni

muvofoiq aminokislotalarga ko'chiradi. mrnk molekulasida to'rtta asoslar mavjud bo'lishi va ular uchta kombinatsiyada o'qilishini inobatga olsak, nazariy jihatdan 43 (ya'ni 64) kodonlar, va bundan 64 ta aminokislota paydo bo'lishini taxmin qilishi mumkin. Ammo oqsillarni hosil qilish uchun 20 ta aminokislota mavjud bo'lib, shu sababli ko'paydigan kodonlar aynan bir xil aminokislota kodlashi mumkin (57-rasm). 64 ta kodondan 61 tasi aminokislotalar uchun kodonlar va uchasi "stop" yoki "tugatish" kodonlari (uaa, uga va uag) deyiladi. "Stop" yoki "tugatish" kodonlari tRNK dagi axborotni polipeptid zanjiriga translyatsiyasini tugatishga signal beradi. "Start" yoki "boshlanish" kodonlari doimo AUG bo'lib, u shuningdek metionin aminokislotasiga muvofoiq bo'ladi. Shu sababli metionin aminokislotalar sintezida doimo birinchi aminokislota bo'ladi. Bitta DNK ipi transkripsiya uchun ishlatilishini ko'ramiz, va bu namuna ip deyiladi. namuna ip 3 dan 5 gacha yo'nalishda o'qiladi. Nusxasi ko'chirilmaydigan DNK ipi sezish ipi deyiladi, va trnk kabi asos tartibiga ega bo'lib, farqi shundaki uning o'rniga T keladi. Bu jihatdan sezish ipi va tRNK qutbliligi bir xil, ammo namuna ipiga qarama-qarshibo'ladi. SHu sababli trnk ipi 5 dan 3 gacha yo'nalishda o'qiladi va ba'zan "tepadan pastga tushuvchi" deb aytiladi.<sup>50</sup>

**Genetik kodning xarakteristikasi.** Tripletligi—1 ta aminokislota 3 ta ketma-ket joylashgan nukleotidlar bilan kodlanadi. Tug'maligi — 1 ta aminokislota bir nechta triplet to'g'ri kelishi mumkin.

**Universalligi** — barcha tirik organizmlar uchun xarakterli, ya'ni hamma tirik organizmlar aminokislotalarning xuddi o'sha bir xil genetik kodiga ega.

**Uzluksizligi** — tripletlar orasida to'siq (yoki bo'sh joy) bo'lmaydi ya'ni bitta gen doirasida bir nuqtadan va to'xtovsiz bir tomonga qarab "o'qiladi".

**Yopib bo'lmasligi** — bitta genning tripleti bir vaqtni o'zida qo'shni genga kirishi mumkin emas, ya'ni tripletning oxirgi nukleotidi boshqa tripletning boshlanishi bo'lib xizmat qilishi mumkin emas.

**Kodon** — bitta aminokislota qo'llaydigan 3 ta yonma-yon joylashgan nukleotidlar. Mumkin bo'lgan 64 ta kodondan 61 tasi ma'lum aminokislotalarni kodlaydi, 3 tasi — UAG, UAA va UGA — terminator kodonlari polipeptid zanjirining sintezini tugashini aniqlaydi. Kodon AUG — polipeptid zanjirini boshlanishini aniqlaydi.

<sup>50</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 76)

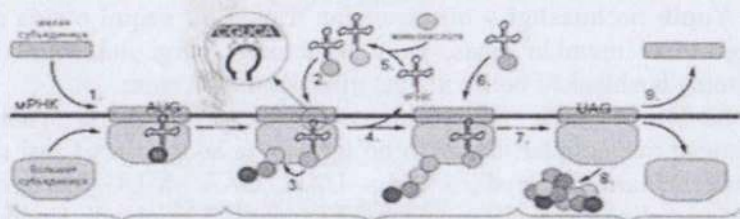


**Antikodon** – 3 ta nukleotidlardan tashkil topgan tRNKning qismi bo‘lib, iRNK molekulasida tegishli 3 ta nukleotid (kodon) bilan komplementar o‘zaro ta‘sir qiladi (baholaniadi) (74-75 bet).

Oqsilning biosintezi plastik almashinuvning eng muhim jarayoni hisoblanadi. U organizmning barcha hujayralarida sodir bo‘lib turadi. Oqsillar sintezi DNKdan olingan axborot asosida kodlash mexanizmiga muvofiq amalga oshiriladi. Natijada bu jarayonda oqsil sintezini ta‘minlaydigan nukleotidlar ketma-ketligi tartibi shaklida yozilgan. Axborotni DNK molekulasidan t-RNK molekulasiga ko‘chiriladi. So‘ng RNK molekulasidan bu axborot oqsil strukturasi, ya‘ni polipeptid zanjiriga aminokislotalar ketma-ketligi shaklida o‘tadi. Oqsil biosintezi ikki bosqichda amalga oshadi: transkripsiya va translatsiya.

**Transkripsiya** (ko‘chirish) – oqsil strukturasi to‘g‘risidagi axborot DNK molekulasidan i-RNK molekulasiga ko‘chiriladi. Bu jarayon DNKning reduplikatsiyasiga o‘xshash o‘tadi. Ya‘ni komplementarlik prinsipi asosida, faqat DNKning ikkinchi zanjiri emas, balki rnk zanjiri hosil bo‘ladi. Bunda ferment – transkriptaza DNKning promoter qismiga kelib birikadi. Promotorqism– DNKning shu joyidan transkripsiya boshlanadi. Jarayonning boshlanishiga initsiatsiya, davom etishiga – elongatsiya va tugallanishiga – terminatsiya deyiladi. i-RNK hosil bo‘lishidan so‘ng processing jarayoni amalga oshadi. Hosil bo‘lgan rnk sitoplazmaga chiqadi va ribosomalar bilan bog‘lanadi, ya‘ni polisomalarni hosil qiladi. Polisomalarda oqsil sintezi amalga oshadi.

**Translatsiya** – oqsil struktura to‘g‘risidagi axborot RNKdan oqsil molekulasiga ko‘chirilishiga aytiladi. Oqsil strukturasi to‘g‘risidagi axborot RNKda nukleotidlar ketma-ketligi tartibida yozilgan bo‘ladi (59-rasm).



59 -rasm. Translatsiya jarayonining sxematik ko‘rinishi

Demak, sintezlanadigan oqsilning aminokislota soni va ketma-ket joylashish tartibi RNKning nukleotidlar soni va ketma-ket joylashish

tartibiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun oqsil sintezining bu bosqichi translatsiya deyiladi. Translatsiya – tarjima qilish ma'nosini anglatadi, ya'ni irsiy axborot nuklein kislotalar tilidan aminokislotalar tiliga o'tishini bildiradi. Oqsil sintezi biologik kodlash orqali sodir bo'ladi (59-rasm). Uning mohiyati shundan iboratki, har bir aminokislotaga DNK zanjirining uchta yonma-yon joylashgan nukleotidlaridan tuzilgan qismi mos keladi. Bu uchta nukleotid triplet yoki kodon nomi bilan yuritiladi. Demak, har xil nukleotidlar soni 4 ta bo'ladi. To'rt nukleotidning uchta mumkin bo'lish ehtimoli bo'lgan tripletlar (kodonlar) soni 64 taga teng. Organizm dagi oqsillar tarkibiga 20 ta aminokislotalar kiradigan. Bitta aminokislotaning o'zi bir nechta tripletlar bilan kodlanishi mumkin. Jumladan, ko'pchilik aminokislotalarning 2 tadan to 6 tagacha kodonlari bor. Faqat 2 ta aminokislota – triptofan va metionin bittadan kodonga ega. Bundan tashqari 3 ta kodon – UAA, UAG, UGA aminokislotalarni kodlamasdan terminator kodonlari hisoblanadi, ya'ni ular polipeptid zanjirining sintezini tugallangan joyini ko'rsatadi. AUG kodoni esa (formilmetionil – RNK) – polipeptid zanjirini boshlanishini aniqlaydi.

Oqsillarning sintezi yoki translyatsiya jarayonini shartli ravishda 2 ta bosqichga: aminokislotalarni faollantirish va translatsiya jarayonining bo'lishi mumkin. Oqsil sintezi jarayonida hujayra yadrosida RNK molekulasini hosil qilgandan so'ng keyingi bosqich bo'lib RNKdagi asos ketma-ketligini uning muvofiq aminokislota ichiga translyatsiya qilish bo'ladi. YUqorida qayt etilgandek, translyatsiya jarayoni genetik kod orqali ushlab turiladi. Ammo, translyatsiyaning sodir bo'lishi uchun RNK yadro membranasi g'ovaklaridan chiqishi va ribosomalarga (oqsillar ishlab chiqiladigan "sexga") – translatsiya sodir bo'ladigan joyga borishi lozim. RNK iplari ribosomada hosil bo'lishi bilan har bir kodon transfer RNK (tRNK) molekulasiga bog'langan anti kodon tomonidan taniladi. tRNK molekulalaridagi boshqa bog'lanish markaziga muvofiq aminokislotani bog'laydigan uchastka bo'ladi. Birinchi translyatsiya qilinadigan aminokislota doimo metionin bo'ladi. Har bir kodon tRNKdagi antikodon bilan bog'langanida muvofiq aminokislota oldinroq translatsiya qilingan aminokislota bilan peptidbog' hosil qiladi. Bu orqali peptid zanjiri o'sishda davom etadi. So'nggida translyatsiya RNK dagi stop kodonlardan biri etganigacha davom etadi. To'liq polipeptid hosil bo'lganidan va sitoplazmada o'rnatilganidan so'ng u uch fazoli strukturaga o'raladi va biologik funksiyalarga ega bo'ladi. Transkripsiya va translatsiyada ishtirok etadigan jarayon umumiy ko'rinishini keltirganimizga qaramay, oqsil sintezi boshqaruvi juda murakkabdir. YUqoridagi jarayoni



muhokama qilmagan boshqa bir qator boshqaruv oqsillari orasidagi o'zaro ta'sirlarni o'z ichiga oladi. Bu jarayonlarni (oqsillar parchalanishini ham) ushlab turuvchi aniq molekulyar mexanizmlar ushbu mavzu miqyosidan chiqib ketadi.

Mashg'ulotlar va skelet mushaklari adaptatsiyasi nuqtai nazaridan, genlar transkripsiyasi mashg'ulotlar jarayoni vaqtida yoki undan keyin sodir bo'ladi. Chunki bunda ma'lum gen uchun RNK dagi o'zgarishlar kuzatiladi. Shuningdek, joriy oqsil miqdori boshqaruvi odatda mashg'ulotlardan so'ng soatlardan boshlab kunlarga aniqlanishi mumkin. Ko'p hollarda oqsillar miqdoridagi o'zgarishlardan oldin haftalab mashg'ulotlarni (ya'ni mashqlarni bajarishni) talab qiladi.

Genlar ifodalanishidagi qaytar va oraliq o'zgarishlar mashg'ulotlar adaptatsiyasi uchun molekulyar bazani tashkil qiladi. Mashqlarning intensivligi, davomiyligi va rejimidagi o'zgarishlar mashqlarga transkripsional javoblarga qay tarzda ta'sir etishi sport fanlari olimlari uchun keyingi muddatlarda asosiy muammolardan biri bo'ladi. Bu tadqiqot nafaqat sport mashg'ulotlarni optimallashtirish, salomatlikni yaxshilash imkonini beradigan jismoniy mashg'ulotlarni optimallashtirishda va diabet, semirish kabi metabolik kasalliklarni davolashda ham yordam berish uchun muhimdir.<sup>51</sup>

Oqsilning sintezi uchun zarur sharoitlardan biri erkin aminokislotalardan tashqari balki faollashtirilgan aminokislotalarni bo'lishi kerak. Sitoplazmada aminokislotalarni faollashtirish mahsus fermentlar – aminoatsil –RNK-sintetazalar yordamida va ATF hamda mahsus RNK ishtirokida amalga oshadi. Hosil bo'lgan aminoatsil – RNK kerakli energiya zahirasi ega. Har bir aminokislota barcha transport RNKlar uchun bir xil bo'lgan oxirgi triplet STAdagi AMFning 31 – gidroksili (yoki 21 - gidroksili) bilan birikadi.

Oqsilning matritsali sintezining ikkinchi bosqichi – ribosomalarda sodir bo'ladigan translyatsiyaning o'zini shartli ravishda 3 ta bosqichga bo'lishadi: initsiatsiya, elongatsiya va terminatsiya.

Oqsil sintezining boshlanishini initsiatsiya deb ataladi. Polipeptid zanjiri o'zining H – oxiridan boshlab C – oxiriga qarab tuzila boshlaydi. Polipeptid zanjirining sintezi doimo H – oxirgi aminokislota sifatida metionindan boshlanadi (ribosomada oqsil sintezida) H – formilmetionil – RNK sifati qatnashadi. Eukariotlarda sintezni metionil-RNK boshlaydi. Har bir ribosomada kichik subbirlik qarshisida ikkita markaz joylashadi.

<sup>51</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 118)

Bittasi uzayayotgan polipeptid zanjirini bog'laydigan – peptidil – P-markaz, ikkinchisi har safar yangi aminoatsil – RNKni bog'laydigan A-markaz bo'lib, oqsil molekulasining sintezi A-markazdan boshlanadi. Faollashgan aminokislota bilan bog'langan RNK ribosomaga ko'chiriladi. A-markazda antikodoniga to'g'ri kelgan (komplementar) i-RNK qismiga bog'lanadi. N-Formilmetionil – RNK ribosomada P-markazga o'rnashadi.

So'ng aminokislotalarni birin-ketin o'z joylariga qo'yish va ularni polipeptid zanjiriga bog'lash amalga oshiriladi. Bu jarayon – elongatsiya nomi bilan yuritiladi.

Aminokislotalar polisomalarga aminoatsil – tRNK shaklida kiradi. Oldin elongatsiyaning bir guruh omillari GTF va aminoatsil – tRNK bilan kompleks hosil qilib, aminoatsil – RNKni oqsil sintezini kodoniga muvofiq ribosomaning funksional faol A-markazi bilan bog'lanishini ta'minlaydi. So'ng ribosomaning peptidiltransferaz fermenti peptidil – tRNKni (oldingi N- formilmetionil – tRNKni) P-markazdan ribosomaning A-markaziga polipeptidni (oldingi N-formilmetionil – tRNKni) ko'chirib aminoatsil – tRNKga ulaydi va tRNKni ajratib chiqaradi.

Polipeptid zanjiri 1 ta aminokislota uzayadi. So'ngra elongatsiyaning mahsus omili – translokaza fermenti ta'sirida ribosoma i-RNK zanjiri bo'ylab yana bitta tripletga siljiydi. Ana shu siljish vaqtida uzunlashgan peptidil – tRNK yana P-markazga o'tadi. A-markaz to'la bo'shaydi va yangi aminoatsil – RNKni bog'lab olishga tayyor bo'ladi. Keltirilgan reaksiyalar ushbu oqsilning sintezini tugallashgacha davom etadi.

Ribosomada oqsil sintezining terminatsiyasi ham o'ziga xos oqsil omillari va GTF ishtirokida amalga oshiriladi. Ribosomaning A-markazini qarshisida m-RNKning terminal kodoni (UAA, UAG va UGA. paydo bo'lishi bilan unga terminatsiya omillaridan biri birikib oladi. Aminoatsil – tRNK molekularini birikib imkoniyatini blokirovka qiladi.

Ribosomal oqsillarning peptidilesteraza faolligi ta'sirida hosil bo'lgan polipeptid va tRNK orasidagi murakkab efir bog'lari uziladi. Natijada ribosomada sintezlangan oqsil undan ajraladi va sitoplazmaga chiqadi. Sintezlangan polipeptid zanjiri keyinchalik modifikatsiyaga uchraydi, ehtimol, shu bilan birga oxirgi metionin ajraladi va aminokislota fragmentlari birikadi.

Sitoplazmada sintezlangan polipeptid zanjirlari disulfid va vodorod ko'priklariga ega bo'ladi va oqsil molekulasini hosil qiladi. Oqsilning ikkilamchi va uchlamchi strukturalarini paydo bo'lishi, ba'zi mualliflarning fikricha qo'shimcha fermentlarni yoki alohida genetik omillarni talab qilmaydi.



### 3.5. Hujayrada aminokislotalarning almashinuvi

Hujayrada oqsillar biosintezi uchun ishlatilmay qolgan hamda intensiv jismoniy yuklamalar ta'sirida muskul oqsillarining parchalanishidan hosil bo'lgan aminokislotalar almashinuvning oxirgi mahsulotlarigacha parchalanadi. Oqsillarning tarkibiga kirgan 20 xil aminokislotalar uchun har birining o'ziga hos 20 ta har xil yo'llari bor. Lekin ularning hammasi almashinuvlari Krebs siklida tugallanadigan nisbatan soni uncha ko'p bo'lmagan oraliq mahsulotlarni hosil bo'lishiga olib keladi: 5 ta aminokislota – leysin, lizin, tirozin, triptofan, fenilalanin – atsetil-KoAga, 5 ta aminokislota – Ala, Gly, Tre, Cys oldin pirouzum kislotasiga, so'ng atsetil-KoAga, 5 ta aminokislota – Arg, Gis, Pro, Gln, Glu – b-ketoglutar kislotasiga, 4 ta aminokislota Ile, Val, Met, Tre – suksinil – KoAga, 2 ta aminokislota – Asp, Asn – shavelsirka kislotasiga aylanadi.

Oqsillarning asosiy funksiyalari va strukturalarini oqsillarning fermentlar sifatida faoliyatiga alohida e'tibor qaratishni ko'rib o'tamiz. Keyin bo'limlarda oqsillar almashinuvi dinamikasini ko'rib chiqdik va transkripsiya va translyatsiya jihatdan oqsillar sintezi asosiy hujayra jarayonlarini ham belgilab o'tdik. Oqsillarning yuqori tezliklaridagi almashinuv va oqsillar tarkibini saqlab turish uchun muhimligi jihatdan, yangi oqsillarni hosil bo'lishi uchun zarur bo'lgan muhim aminokislotalar bilan hujayralarimizni ta'minlash uchun oqsillarga boy mahsulotlarni iste'mol qilish zarurdir. Albatta, odam kunlik qabul qiladigan o'rtacha kalloriya miqdorining 10-15% ni oqsillar shaklida qabul qilinadi. Ko'plab sportchilar odatda qo'shimcha oqsillarni, ayniqsa intensiv jismoniy mashqlar davomida qabul qiladi.

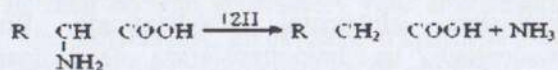
Aminokislotalarni oqsil sintezi uchun ta'minlashdan tashqari oqsillar shuningdek energiya manbai sifatida ham ishlatilishi mumkin. Bu erda 1 g oqsil 4 kkal energiya bilan ta'minlaydi. Ammo shuni ham e'tiborga olish lozimki, oqsillar energiyaning birlamchi manbasi sifatida ishlatilsa ham ular tanamizda muhim strukturaviy, funksional va boshqaruv vazifalarni bajaradi.

Shunga qaramay, parhez yoki ochlik davrida energiya imkoniyatlari past bo'lganida tanamiz qo'shimcha energiya manbai bilan ta'minlash uchun tanamizdagi oqsillar zaxiralarini metabolizatsiya qilishi mumkin. Skelet mushaklari oqsillarning katta qismini saqlab turganligi sababli, bu sharoitlarda mushaklarimizning massasini yo'qotadi. Bunda tavsiya qilinmasligiga qaramay, boks va kurash kabi vazn hosil qilish sport

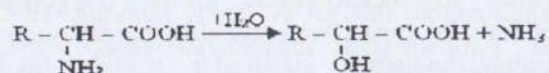
musobaqalarida ishtirok etadigan sportchilar mushak metabolizmiga ularning muvofiq tahlilini ko'rib utamiz.

Ushbu qismda skelet mushaklari kabi aminokislotalar maxsus aminokislotalar maxsus platforma tayyorlab beramiz, va u erda mashqlar ushbu yo'llarning boshqaruviga qay tarzda ta'sir ko'rsatishini ko'rib chiqamiz.<sup>52</sup> Har bir aminokislotalarning parchalanishi ko'p bosqichlar orqali sodir bo'lsa ham, ularda qatnashayotgan fermentativ reaksiyalarning turlari hamma aminokislotalar uchun bir xil va ular dezaminirlanish, transaminlanish (preaminirlanish) va dekarboksillanish reaksiyalaridir.

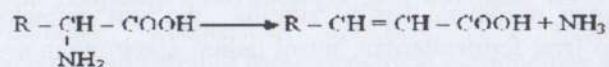
1. Qaytarilish dezaminirlanishi



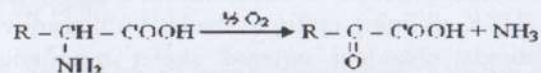
2. Gidrolitik dezaminirlanish



3. Molekulaning o'zau ichida dezaminirlanish



4. Oksidlanishli dezaminirlanishi.



Translatsiya bosqichlari

**Dezaminlanish** reaksiyasining 4 ta turi mavjud bo'lib, qaytarilish, gidrolitik, molekulaning o'zini ichida va oksidlanishli dezaminirlanish reaksiyalari kiradi. Barcha hollarda amino guruh - NH<sub>2</sub> aminokislotalardan ammiak (NH<sub>3</sub>) shaklida ajralib chiqadi. Odam organizmida oksidlanishli dezaminirlanish reaksiyalar ko'proq uchraydi. Ular tarkibida koferment sifatida NAD yoki FADni tutgan degidrogenazalar bilan katalizlanadi. Bu reaksiya ma'lum sharoitlarda qaytar reaksiyalar bo'lib, qaytarilishli aminirlanish reaksiyasi deb

<sup>52</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 78)



ataladi. Almashinadigan aminokislotalarning sintezida muhim ahamiyatga ega. Transaminirlanish deyilganda reaksiya oraliqida ammiakni hosil qilmasdan aminoguruh ( $-NH_2$ )ni aminokislotalardan b-ketokislotalarga molekullar orqali tashish reaksiyasi tushuniladi. Shu bilan birga, aminoguruh uchta ketokislotalar – b- ketoglutar, shavelsirka va pirouzum kislotalarining biriga o'tkaziladi.

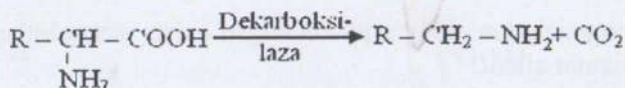
Aminokislotalarning parchalanishi birlamchi bosqichlari alfa-amino guruhni uzish orqali azotni olib tashlashdan iborat. Azotni olib tashlashimiz shartdir, chunki azot saqlagan aminokislotalarning miqdorini energiya ishlab chiqarish uchun foydalanib bo'lmaydi. Aminokislotalarning katta qismi o'zlarining alfa-amino guruhini uni alfa-ketoglutaratga (ko'pincha 2-oksooglutarat deyiladi) o'tkazadi va yangi hosil qilingan aminokislota glutamatni shakllantiradi. Bu reaksiya transaminatsiya deyiladi, va aminotransferaza deyiladigan bir qator fermentlar orqali katalizlanadi.

Fermentlarning klassifikatsiyasini ko'rib o'tayotganda undagi ma'lumotlarni eslasak, bu guruh fermentlarning bunday nomlanishi sababi bo'lib ular aminokislotalardan substratlar sifatida foydalanishi va substratlarni boshqa birikmaga o'zgartirishi hisoblanadi. Ushbu fermentlarning ko'pchiligi B<sub>6</sub> vitaminidan prostetik guruh (ya'ni PLF deb belgilanadigan piridoksal fosfat) sifatida ma'lum aminokislota uchun muvofiq bo'lgan fermentlardan, misol uchun alanin aminotransferazadan foydalanadi.

Transaminatsiyaning misoli  $\alpha$ -aminokislota o'zining aminoguruhini  $\alpha$ -ketoglutaratga (UKK siklining oraliq mahsuloti) o'tkazadi va glutamatni hosil qiladi. Natijada chapdagi uglerod skelet  $\alpha$ -aminoguruhni olib tashlaydi va energiya ishlab chiqarishda ishlatiladigan bir qator  $\alpha$ -ketokislotalarni shakllantiradi.  $\alpha$ -ketokislotalar keton funksional guruhini va karboksil kislotani saqlagan organik kislotaga hisoblanadi.

Ishlab chiqarilgan  $\alpha$ -ketokislotalar UKK siklining oraliq mahsulotlariga o'zgartiriladi. Bu orqali UKK sikli oqimida qo'shiladigan muhim energiya saqlagan birikmalarni ta'minlaydi. UKK siklini hosil qilish jarayoni anapleroz deyiladigan aminokislotalar transaminatsiyasi orqali o'zgartiriladi.

UKK siklining oraliq mahsulotlarini ta'minlashdan tashqari, transaminatsiyadan hosil bo'lgan uglerod skeletlari ham glyukogenez



uchun muhim substratlarni ta'minlaydi. Albatta, ko'plab aminokislotalar piruvat va oksaloatsetatlarni hosil qilib, ular glyukogenez uchun ikkita asosiy prekursor hisoblanadi. Bundan tashqari,  $\alpha$ -ketoglutarat, suksinil-KoA va fumarat kabi hosil bo'lgan boshqa  $\alpha$ -ketokislotalar UKK sikli orqali muvofiq ravishda oksaloatsetatga o'zgartiriladi. Bu jihatdan, 20 ta aminokislotalardan 18 tasi glyukoza manbai bo'ladi. SHU sababli glyukogen aminokislotalar deyiladi. Aksincha, leysin va lizin aminokislotalari ketogen aminokislotalar deyiladi, chunki ularning parchalanishidan hosil bo'lgan atsetil-KoA yoki atsetoatsetil-KoA keton tanalar bo'lib, ular keyinchalik glyukoza o'zgartirila olmaydi (keton tanalarning hosil bo'lishi batafsil 6-qismda ko'rib chiqiladi).<sup>53</sup>

Aminokislotalarning dekarboksillanish jarayonida aminokislota karboksil (-COOH) guruhini yotadi va tegishli biogen aminiga aylanadi. Aminokislotalarning dekarboksillanishi kofermentlari fosfopiridoksal (vitamin B<sub>6</sub>) bo'lgan fermentlar – dekarboksilazalar yordamida amalga oshiriladi. Odam va hayvon organizmlarida ba'zi bir aminokislotalarni dekarboksillanishi natijasida qator biologik faol moddalar hosil bo'ladi. Masalan, glyutamin kislotasidan markaziy nerv sistemasidagi tormozlanish jarayonlarida muhim rol o'ynaydigan g-aminomoy kislotasi, gistidindan – gistamin, 5-okstriptofandan – serotonin – gormonsimon moddalar hosil bo'ladi.

### 13.6. Ammiakning zararsizlantirilishi. Ornitin sikli

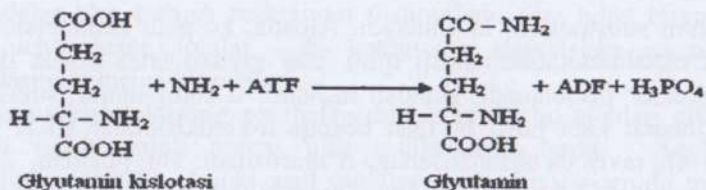
Aminokislotalar, aminlar, purin va pirimidin azot asoslarini dezaminirlanish natijasida erkin ammiak (NH<sub>3</sub>) hosil bo'ladi. Hatto nisbatan uncha katta bo'lmagan konsentratsiyada ham u odam va hayvon hujayralari uchun zaharli.

Ammiakning hosil bo'lishi muskul ish faoliyati vaqtida, markaziy nerv sistemasi qo'zg'alganida va organizmning boshqa funksional faol ko'rinishlarida kuchayib ketadi. Shu sababli organizmda ammiakni bog'lab olishni bir necha mexanizmlari bor. Ulardan bittasi ammiakni vaqtincha bohlab olishi uchun, ammiakni bir organdan boshqasiga tashish uchun,

<sup>53</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 79)



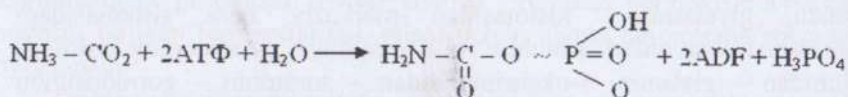
boshqalari – organizmdan olib chiqib ketadigan oxirgi mahsulotlarni hosil qilish uchun xizmat qiladi.



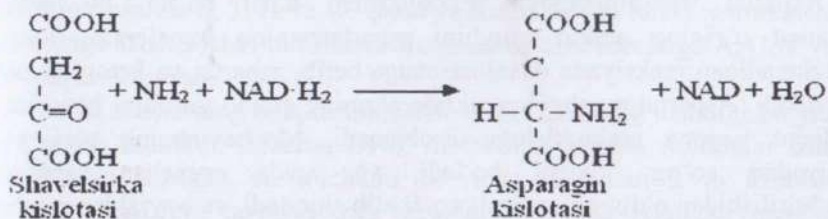
Glyutaminning hosil bo'lishi

Asparagin va glyutamin kislotalarining amidlari – asparagin va glyutaminlarni hosil bo'lish reaksiyalarida ammiakni vaqtinCHA bog'lanishi sodir bo'ladi. Asparagin va ayniqsa glyutamin ammiakni harxil to'qima va organlardan jigarga tashiydi hamda u erda zararsizlantiriladi.

Ammiakni boshqa vaqtincha bog'lab oladigan boshqa yo'li – shavelsirka kislotasining qaytarishli aminirlanishi bo'lib asparagin kislotasi hosil bo'ladi.



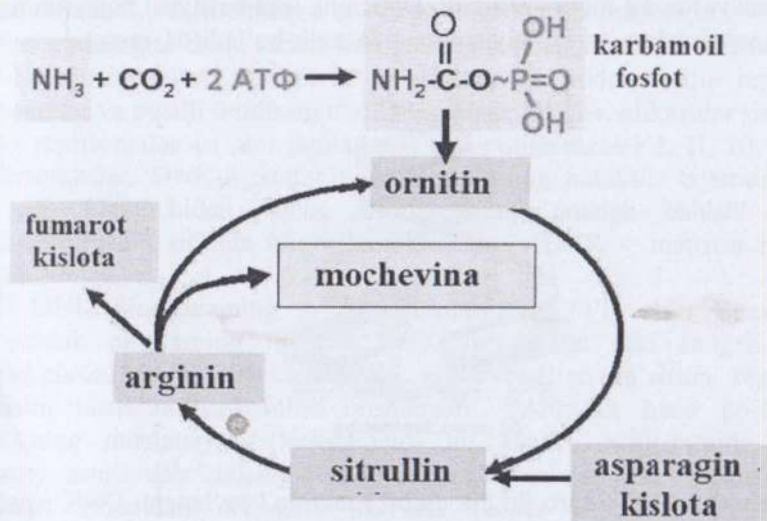
Ushbu yo'l siydikchilni sintezida qatnashadi. Siydikchilning biosintez jarayoni ammiakni CO<sub>2</sub> va ATF bilan o'zaro ta'sirida karbamilfosfatni sintezi bilan boshlanadi. Bu reaksiyani karbamilfosfat sintetaza fermenti katalizlaydi. Ushbu reaksiyada bir molekula karbamil fosfatni hosil bo'lishi uchun ikkita molekula ATF talab qilinadi. Karbamil fosfat – makroergik birikma. Uning keyingi o'zgarishlari o'rnitin siklida sodir bo'ladi. Amino kislotalar haqidagi bilimlarimizni oshirib borganimiz bilan, endi shunga e'tibor qaratingki, α-aminokislotalarning amino guruhlaridan ajralgan deyarli barcha azot moddasi jigarda ammiakka aylanadi.



#### Asparagin kislotalarining hosil bo'lishi

Ammiakning bu jamlanishi glutaminaza reaksiyasi orqali glyutamindan chiqadigan, glyutamatning oksidlanishidan chiqadigan va qon orqali so'rilgan ammiakdan kelib chiqadi. Ammiakning yuqori konsentratsiyada bo'lishi zaharli bo'lgani va tanamiz ammiakni so'rib olmasligi sababli, jigar o'z navbatida ammiakni mochevinasi deyiladigan bir qator reaksiyalar orqali mochevinaga chiqaradi (60-rasm).

Siklning birlamchi substrati bo'lgan karbamol fosfat mitoxondriyada ammiak va bikarbonatning bog'lanishidan paydo bo'ladi. Qolgan reaksiyalar sitozolda amalga oshadi. Ikkilamchi aminokislota aspartate ham reaksiyada qatnashib, o'zining amino guruhini reaksiya-2 da beradi.



60-rasm. Ornitin sikli

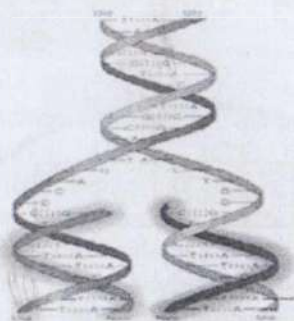


Aspartat transaminatsiya reaksiyasidan hosil bo'lib, bu erda glyutamat o'zining amino guruhini aspartateamino transferaza bilan katalizlanadigan reaksiyada oksaloatsetatga berib, aspartat va ketoglutarat hosil qiladi. Aspartat mochevina siklida o'zining amino guruhini bevosita beradigan yagona aminokislota hisoblanadi. Mochevinaning o'zi 4-reaksiyadan so'ng xosil bo'ladi, va suvda eruvchan sababli o'zlashtirilishidan oldin qon oqimi orqali olib chiqiladi, va buyraklar orqali siydik ko'rinishida chiqib ketadi. Mochevinaning aminokislota metabolizmida katta rol o'ynagani sababli, yuqori oqsilli ratsionda mochevina ekskretsiyasi 2-3 marta oshishi ajablanarli holat emas<sup>54</sup>.

Siydikchilni sintezini ta'minlaydigan fermentlarning deyarli barchasi oksidlanish reaksiyalari intensiv sodir bo'lib turadigan jigar hujayralarining mitoxondriyalarida joylashgan. Hosil bo'lgan siydikchil jigar hujayralaridan qonga o'tadi va qon bilan buyraklarga borib, siydik bilan organizmdan tashqariga chiqariladi.

### 13.7. Nuklein kislotalar – DNK va RNKlarning sintezi

**DNKning biosintezi.** Genetik axborotni DNKdan DNKga ko'chirilishi, ya'ni DNKning hujayrada biosintezi replikatsiya (reduplikatsiya) nomi bilan yuritiladi. DNKning replikatsiyasi hujayraning bo'linishi va viruslarning ko'payishi vaqtida sodir bo'ladi(61-rasm).



61-rasm. Replikatsiya

Xromosomalari o'zaro ikkilik spiral shaklida bog'langan DNK uzun zanjirlaridan iborat bo'ladi. DNK o'z navbatida qand (dezoksiriboza), fosfat va ikkita pirimidin asoslar (sitozin va timin) va ikkita purin asoslar (adenin va guanin) kabi to'rtta organik asosdan iborat bo'ladi. Azot asoslar odatda ularning nomlaridagi birinchi harflar bilan belgilanadi, ya'ni

muvoftiq ravishda S, T, A va G. Qand va fosfat zanjiri fundamentni tashkil qilib, unga azot asoslari birlashadi. Bu masalan azot asoslarga A, G, T va S sifatida tartiblangan.

Azot asoslarning aniq tartibi DNK molekulasining uzunligi bo'yicha farqlanishi mumkin. Albatta, DNK molekulasi odatda millionlar ushbu birliklardan tuzilgan va o'lchami bo'yicha taxminan 2 m uzunlikda bo'ladi. DNKning qo'sh spirali strukturasi ikkilik-aylangan molekula strukturasi ega bo'lib, ular azot asoslari orasidagi vodorod bog'lar orqali bog'langan.

Azot asoslari juftlar sifatida mavjud bo'lib, bitta ipdagi adenin boshqa ipdagi timinga bog'lanadi. Xuddi shunday, bitta ipdagi guanin boshqa ipdagi sitozinga bog'lanadi. Har bir ip ikkinchisidan qutbliligi bilan farqlanadi, chunki bittasi dezoksiribozaga bog'langan erkin fosfat guruhi bilan tugasa (5 uchi deyiladi), ikkinchisi esa dezoksiribozaga bog'langan erkin gidrosil guruhi bilan tugaydi (3 uchi deyiladi).

Natijada ikkita ip antiparallel bo'ladi, chunki bittasi 5 uchidan 3 uchiga harakat qilsa, ikkinchisi aksincha 3 uchidan 5 uchiga seljigan bo'ladi.<sup>54</sup>

DNKning sintezi (replikatsiyasi) qator xususiyatlari bilan xarakterlanadi. birinchidan, u faqat dezoksiribonukleozid - 51 - trifosfatlarning to'rttala turlari bo'lgandagina amalga oshadi. Ikkinchidan, DNKning biosintezi kompleks fermentlar - 40dan ortiq replikativ fermentlar va oqsilli omillarni o'z ichiga olgan DNK-replikazalar sistemasi yoki replisomalar va shu jumladan DNK-polimerazalar I, II, III, RNK-polimerazalar, DNK-ligazalar va hakoazolarning katalitik ta'sirida sodir bo'ladi. Uchinchidan, DNK biosintezining amalga oshishi uchun ("xamirturush") sifatida oligoribonukleotid va DNK - matritsa bo'lishi kerak.

DNK biosintezining to'la tafsilotlari hali to'la aniq emas. Lekin ko'pchilik olimlarning fikricha DNKning sintezi ikki zanjirli DNK molekulasini bir-biridan ajratuvchi oqsil omillari ta'sirida replikativ ayrisini hosil bo'lishi bilan boshlanadi. YAngidan hosil bo'ladigan DNKning initsiatsiyasi (boshlanishi) bir zanjirli zanjirlarning bittasi (asosiy zanjir deb ataladigan)ning riboza atomining 31 - erkin - ON guruhi tomonidan o'zgacha praymer (uchta ketma-ket bog'langan oligonuklotid) deb ataladigan oligonukleotidni sintezini talab qiladi. Praymerning ana shu ON - guruhi tomonidan komplementarlik prinsipi

<sup>54</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 73)

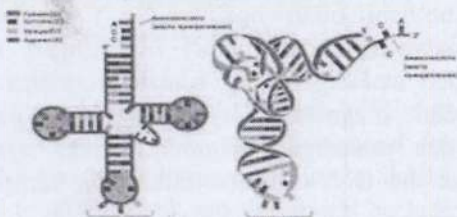


asosida DNK – polimeraz III fermenti ta'sirida 51>31 yo'nalishida yangidan hosil bo'layotgan DNKning sintezi boshlanadi. boshlang'ich DNKning ikkinchi zanjirida (orqada qolayotgan zanjir deb ataladigan zanjirida) ham DNK – sintezi sodir bo'ladi. Faqat unda DNK fragmentlar (og'azaki fragmenti nomi bilan yuritiladigan) shaklida 51>31 yo'nalishida sintezlanadi. Keyinchalik DNK fragmentlari DNK-ligazalar ishtirokida yagona zanjir bo'lib birikadi. Keyinchalik DNK-polimeraza – I yordamida DNK fragmentiga almashinishi bilan praymer ribonukleaza – N ta'sirida parchalanadi.

Replikatsiya jarayonida matritsali DNKning polinukleotid zanjiri bo'ylab nukleozid trifosfatlarning joylashish tartibi matritsadagi nukleotidlarning galma-galligi bilan belgilanadi va DNK-polimeraza III amalga oshiradi. DNK-polimerazada matritsani, uzayib borayotgan polinukleotid zanjirining 31 – og'irini va reaksiyaga kirayotgan dezoksiribonukleozid - 51 – trifosfatni bog'laydigan spetsifik markazlari bor. Sintez jarayonida komplementarlik tamoyili qat'iy saqlanadi, ya'ni matritsaning adenini qarshisida timin, matritsaning guanini qarshisida - sitozin joylashadi. Matritsa va yangidan sintezlanayotgan polinukleotid zanjirlarining komplementar azot asoslari orasida vodorod bog'lari hosil bo'ladi. Yangidan sintezlanayotgan zanjir faqatgina matritsali zanjirga komplementargina emas, balki qarama-qarshi polyarlikka ham ega ya'ni antiparallel bo'ladi.

Shunday qilib, DNK sintezining reaksiyasi natijasida bitta ikki zanjirli DNK-matritsada ikkita qo'sh zanjirli DNK sintezlanadi, shu bilan birga, matritsali va yangidan sintezlangan nuklein kislotalarda nukleotid qoldiqlari ham sifat, ham miqdor jihatdan bir biriga to'g'ri keladi. Har bir hosil bo'lgan bispiralli DNKning molekulasi bitta eski (matritsaniki) va bitta yangi (yangidan sintezlangan) zanjirga ega.

**RNKning biosintezi.** Matritsali DNKda RNKning sintezi transkripsiya (ko'chirish) nomi bilan yuritiladi.



62 -rasm Transkripsiya jarayoni

Transkripsiya jarayoni davomida DNK ning maxsus segmenti (ya'ni gen) yangi hosil qilingan molekula – axborot ribonukleik kislota (mRNK) shakllantirish uchun nusxalanadi (62-rasm). Bunda DNK ning asoslari tartibi mRNK ishlab chiqarish uchun namuna bo'ladi. Yangi hosil qilingan axborot ribonukleik kislota molekulasidagi azot asoslari ular DNK dagi kabi bog'lanadigan azot asos juftiga ega bo'ladi, ammo istisno joyi shundaki mRNK dagi timin uratsil bilan almashadi. Transkripsiya RNK polimeraza II deyiladigan fermenti genning promotor oxiriga ulanishidan boshlanadi. DNK tartibidagi taxminan 100 asos jufti bo'ladi. RNK polimeraza II o'z navbatida avval genning promotor markaziga bog'lanib, keyin transkripsiya omili deyiladigan boshqaruvchi oqsilning promotorga bog'lanishini hosil qiladi. Bu jihatdan, transkripsiya faktori oqsilining samarali bog'lanishi muvofiq ravishda RNK polimeraza II tipni promotor markaziga jalb qiladi. RNK polimeraza keyin genning umumiy uzunligini "nusxasini kuchiradi" va DNK ning bitta ipidagi asoslar tartibini RNK ning muvofiq ipiga genetik kodini hisoblab ko'chiradi (61-rasm).<sup>55</sup>

Matritsali DNKda RNKning sintezini DNK sintezidan farqli shundan iboratki, u DNK zanjirlarining birini ma'lum qismida amalga oshadi. RNK sintezining spetsifikligini ko'p subedinitlardan tuzilgan. RNK-polimeraza fermentlari ta'minlaydi. Bu fermentlar sintezni boshlanish nuqtasini topa bilish, DNKning kerakli zanjirini tanlash va sintez jarayonini tugallanishini aniqlashga javob beriladi. Turli RNK-polimerazalar RNKning barcha turlarini – informatsion yoki matritsali (mRNK), transport (tRNK) va ribosomal (rRNK) RNKlarni sintez reaksiyalarini katalizlaydi. Transkripsiya barcha to'rttala tur ribonukleozid trifosfatlarni – ATF, GTF, STF va UTF bo'lishini talab qiladi. DNKning transkripsiya uchraydigan bo'lakchasi transkripton (yoki prokariotlarda operon) nomini olgan. Transkripton har xil funksiyalarga ega bo'lgan bir necha zonalarini – promotor, operator, strukturagenlari, terminatorlarni o'z ichiga oladi.

**RNKning biosintezi.** DNK molekulasining promotor nomini olgan zonasidan boshlanadi. DNKning promotor va axborot yozilgan nukleotid qoldiqlarining ketma-ketligining orasida operator zonasi joylashgan. Agar operatorni repressor-oqsil egallab olmagan bo'lsa, RNK-polimeraza reaksiyasi oldin operatorning axborotga ega bo'lmagan zonasini ko'chirish yo'li bilan amalga oshadi. So'ng gen (tsistron)ning axborotga

<sup>55</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012 (page 73)



ega bo'lgan zonasini, ya'ni individual oqsil yoki rRNK yoki tRNKning strukturasi kodlangan zonasi ko'chiriladi. Natijada birlamchi transkriptlar (mRNK, rRNK, tRNK) hosil bo'ladi. Bundan keyin sintezlangan pre-RNKning shakli o'zgarini sodir bo'ladi, ya'ni uning axboroti yo'q qismi parchalanib ketadi. Axborotga ega qismi (protsessing – etilish deb ataladi) metillanish (metil guruhini biriktirib olish), nukleotidlarni biriktirib olish va boshqa yo'llar bilan modifikatsiyaga uchraydi.

### 13.8. Nuklein kislotalarning almashinuvi

Bir qator fermentlar DNKning gidrolizini amalga oshiradi. Ulardan ba'zi birlari endonukleazalar bo'lib, ular DNK molekulasini oligonukleotidlargacha (molekulalari bir necha nukleotid) qoldiqlaridan tuzilgan bulakchalargacha parchalaydi. Boshqalari ekzonukleazalar sifatida ta'sir qilib, DNK molekulasi zanjirining oxirgi nukleotidlarini birin-ketin uzadi.

Bunday endonukleazalarni dezoksiribonukleazalar yoki DNK-azalar deb ataladi. Jumladan, DNK-aza-I – oshqozonosti bezidan ajratib olingan bo'lib, DNK molekulasi zanjirining purin va pirimidin nukleotidlari orasida fosfor kislotaga qoldig'i va dizoksiribozaning 31-gidroksili hosil qilgan bog'larni uzadi. DNK-aza II-taloq (qora taloq) va timusdan ajratib olingan bo'lib, polinukleotid zanjiridagi fosfor kislotaga qoldig'i va dezoksiribozaning 51-gidroksil guruhi orasidagi kimyoviy bog'larni uzadi.

RNK molekulalarining gidrolitik parchalanishini ribonukleaza yoki RNK-aza fermentlari amalga oshiradi. Endoribonukleazalar RNK molekulasining ichki fosfodiester bog'larini parchalanish reaksiyalarini katalizlaydi. Jumladan, ribonukleaza-I – RNK molekulasini ribozaning 51-gidroksili va fosfor kislotaga qoldig'i orasidagi bog'larni parchalaydi. Ekzoribonukleazalar (fosfodiesterazalar) RNKning polinukleotid zanjirini oxirgi nukleotidan boshlab birin-ketin nukleozid-51-fosfatlarni parchalab zanjirlari uzilib boradi.

Hosil bo'lgan nukleozid-31 va 51-fosfatlar keyin mahsus fermentlar yordamida nukleozidlargacha, so'ngra erkin azot asoslarigacha parchalanadi. Birinchi bosqichda mononukleotidlarni gidrolitik parchalanishini katalizlaydigan 31 va 51-nukleotidazalar ta'sirida mononukleotidlardan anorganik fosfatni ajralishi natijasida erkin nukleozidlar hosil bo'ladi. Ikkinchi bosqichda esa nukleoziddan riboza (dezoksiriboza)ni erkin fosfor kislotasiga ko'chirish yo'li bilan riboza-1-fosfat va erkin azot asosi hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan purin asoslari – adenin va guanin organizmda fermentativ yo'l bilan oxirgi mahsulot – siydik kislotasigacha parchalanadi va siydik bilan organizmdan tashqariga chiqarib yuboriladi. Pirimidin asoslari – uratsil, sitozin va timin mahsus fermentlar ta'sirida oxirgi mahsulotlar –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , siydikCHil,  $\beta$ -alanin va  $\beta$ -aminoizomoy kislotasigacha parchalanadi.  $\beta$ -alanin, serin va karnozinning sintezida hamda koenzim-Aning hosil bo'lishida homashyo bo'lib hizmat qilishi mumkin.

### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

**Gidratatsion suv-** suvni gidratsiya yo'li bilan oqsillar va boshqa qator ionlar bilan bog'lan birikmasidir.

**Immobil suv-** oqsil molekulasining tolali strukturalari va hujayra ichidagi membranalar oralig'ida suvni joylashi holatidir.

**Erkin suv-** erkin suv hujayralararo bo'shliqlarda joylashgan va kapillyarlik kuchlari bilan ushlanib turgan shakli hisoblanadi.

**Vasopressin-** vasopressin buyrak kanalchalarida suvning qaytadan so'rilishini kuchaytiradi va shu bilan birga diurezni kamaytiradigan gipofizining orqa bo'lagining gormonidir.

**Paratgormon** -paratgormon qalqonsimon oldi bezi gormoni vitamin-D bilan birgalikda qonda kalsiy va fosfor ionlarining konsentratsiyasini boshqarib turadi.

### **Mavzuga oid test topshiriqlari**

**1.Katta yoshdagi odamlar (sport bilan shug'ullanmaydigan) bir kecha-kunduzda oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida..... gramm oqsil iste'mol qilishi kerak.**

- a. 80-100                      b. 50-70                      c. 120-150                      d. 100-120

**2.Oqsillar barcha tirik hujayralar uchun birinchi navbatda ..... bo'lib xizmat qiladi.**

- a.plastik material                      c. biologik aktiv modda  
b. Energiya manbai                      d. Energiya manbasi zahirasi.

**3.Oshqozon-ichak yo'lida oqsillar ..... fermentlari ta'si-rida aminokislotalargacha parchalanadi.**

- a.nukleaza                      c. amilaza  
b. proteaza                      d. lipaza

**4. Proteazalarga kiradi:**

- a. aminopeptidaza va karboksi-peptidaza  
b. pepsin, tripsin va ximotripsin  
c. turli dipepti-dazalar  
d. keltirilganlarning barchasi to'g'ri



5. Oshqozon-ichak yo'lida turli proteolitik fermentlar ta'sirida oqsillar erkin aminokislotalargacha parchalanib, aminokislotalar ichak devori orqali qonua ..... yo'li bilan tashiladi.

- a. gradient bo'yicha
- b. diffuziya;
- c. passiv transport
- d. faol transport

6. Oqsil biosintezi asosan uchta etapga bo'linadi, ya'ni:

- a. reduplikatsiya, translyatsiya, rekognitsiya
- b. duplikatsiya, translyatsiya, rekognitsiya
- c. transkripsiya, rekognitsiya, translyatsiya
- d. rekognitsiya, duplikatsiya, transkripsiya

7. Aminokislotalarning o'zlarini maxsus transport RNK si bilan birikib, ribosomaning faol markazida o'z joylarini topib olish jarayoni ..... deb ataladi.

- a. rekognitsiya
- b. translyatsiya
- c. transkripsiya
- d. dupli-katsiya

8. Irnk molekulasida har bir aminokislota uchun javob beradigan uchta ketma-ket joylashgan nukleotidlar kombinatsiyasi bo'lib – u ..... deb ataladi.

- a. kodon yoki triplet
- b. antikodon
- c. xromosoma
- d. gen

9. Aminokislotalar, aminlar va azot asoslarini dezaminir-lanishi natijasida erkin ammiak hosil bo'lib, u organizmda asosan ikki yo'l bilan, ya'ni ..... va ..... bilan zararsizlantiriladi.

- a. ammiakni oksidlanishi
- b. vaqtincha bog'lanish
- c. siydikchilni sintezlash
- d. b va C.

10. Siydikchilning biosintezi jigarda ..... sodir bo'ladi.

- a. uchkarbon kislotalar siklida
- b. pentoza siklida
- c. ornitin siklida
- d. alanin siklida

#### Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Sport bilan shug'ullanmaydigan katta yoshdagi odamlar bir kunda oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida qancha miqdorda oqsil iste'mol qilishi kerak?
2. Sportning qaysi turi bilan shug'ullangan sportchilarda organizmning oqsilga bo'lgan talabi (ehtiyoji) oshadi? Sabablarini ko'rsating.
3. Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibiga kirgan oqsillar organizmda avvalo qanday biologik funktsiyani bajaradi?
4. Proteolitik fermentlar (proteazalar)ga qaysi fermentlar kiradi va ular qaysi organ yoki to'qimalarda ishlab-chiqariladi?

5. Qonda so'rilmay qolgan aminokislotalar va hazm bo'lmay qolgan oqsillar yo'g'on ichakda mikroflora ta'sirida qanday biokimyoviy jarayonlarga uchraydi? Jumladan, tarkibida oltin-gugurt tutgan aminokislotalar metionin va sisteinlardan qaysi zaharli moddalar hosil bo'ladi?
6. Qonga so'rilgan aminokislotalar hujayrada qanday maqsadlar uchun ishlatiladi?
7. Transkriptsiya va translyatsiya nima? Ularga ta'rif bering.
8. Informatsion RNK molekulasida har bir aminokislota uchun javob beradigan uchta ketma-ket joylashgan nukleotidlar kombinatsiyasi nima deb ataladi?
9. Aminokislotalarning hujayra ichida almashinuv jarayonida muhim ahamiyatga ega bo'lgan kimyoviy reaksiyalarni keltiring.
10. Aminokislotalar, azot asoslari va boshqa aminoguruh tutgan birikmalarning almashinuvi jarayonida hosil bo'lgan ammiak qanday yo'llar bilan va qaysi organlarda zararsizlantiriladi?
11. Ornitin sikli nima va uni sxematik ifodalab bering?

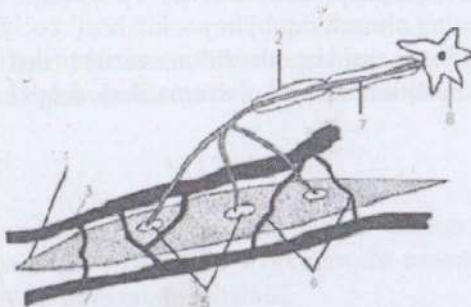


## XIVBOB. MUSKUL VA MUSKULNING QISQARISH BIOKIMYOSI

### 14.1. Muskullarning tuzilishi

Skelet mushaklari organ sifatida qaralishi mumkin, chunki u bir qator to'qimalardan, masalan nerv to'qimasi, birlashtiruvchi to'qima va boshqa, hujayraning o'zidan iborat bo'ladi. Bu jihatdan skelet mushaklari odam tanasidagi eng katta organ bo'lib, umumiy vaznning 40-50% ni tashkil qiladi.

Tanamizda 600 dan ortiq mushaklar mavjud bo'lib, barchasi umumiy funksiyalarni bajaradi. Tana harakatini ta'minlaydi, qomatni ushlaydi, tana bo'ylab moddalarni saqlaydi va tashiydi, issiqlik ishlab chiqaradi.



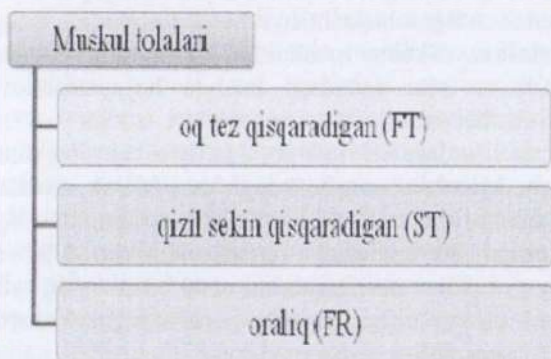
63-rasm. Albida muskul tolasi nervlarning oxiri va qon tomirlari bilan: 1 - muskul tolasi - sarkolemma yuzasidagi kollagen iplarining to'rlari bilan; 2 - mielin qobig'i; 3 - vena; 4 - arteriya; 5 - nervlarning oxiri; 6 - qon tashuvchi kapillyarlar

Skelet mushaklarning bunday nomlanishiga sabab ular birlamchi navbatda skelet suyaklarini harakatlantiradi va mushaklar to'qimalari pay deb nomlanuvchi birlashtiruvchi to'qima orqali suyakka bog'langan (63-rasm). Har bir maxsus mushakning uchi suyakka bog'langan bo'lib, u mushaklar qisqarishida qo'zg'almas (koordinata boshi deb nomlanadi) yoki qo'zg'aluvchan (kirish nuqtasi deb nomlanadi) bo'ladi. Misol uchun mushaklari kurak va nur suyaklarida muvofiq ravishda koordinata boshi va kirish nuqtasiga ega.<sup>56</sup>

<sup>56</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 16)

Tana og'irligining 40-42% ni muskul to'qimasi tashkil qiladi. Muskullarning asosiy funksiyasi – qisqarish va keyin bo'shish yo'li bilan organizmning barcha xarakterlarini ta'minlaydi.

Odam va hayvonlarda ikki xil muskul mavjud: ko'ndalang targ'il (skelet) va silliq muskullardan iborat. Sport biokimyosi uchun skelet muskullari muhim ahamiyatga ega. Skelet muskullarining struktura-funksional birligi bo'lib, muskul tolasi xizmat qiladi. Muskul tolalari 3 xil bo'ladi: oq tez qisqaradigan (FT), qizil sekin qisqaradigan (ST) va oraliq (FR) muskul tolalari. Biokimyoviy nuqtai nazardan ular asosan muskullar qisqarishining energetik ta'minotini bioenergetik mexanizmlari bilan o'zaro farqlanadi(64-rasm).



64-rasm. Muskul tolalarining turlari

Masalan, FT tolalarda asosan anaerob oksidlanish jarayoni fermentlari (glikoliz jarayoni fermentlari, sarkoplazma kreatinkinazasi) ko'p bo'ladi, ST tolalarda esa – asosan aerob oksidlanish jarayoni fermentlari (uchkarbon kislotalar sikli, oksidlanishli fosforlanish, yog' kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayonlari fermentlari), mioglobin oqsilining miqdori va mitoxondriyalarning soni ko'p bo'ladi. Mana shu oqsil ST tolalarga qizil rang beradi. Boshqa tomondan olganda, bu har ikkala tur – FT va ST tolalarini har xil motoneyronlar innervatsiya qilganligi sababli ular turli vaqtda ishga kirishadi va tolalarning qisqarish tezligi har xil bo'ladi. Har bir muskul bir necha ming muskul tolalaridan tashkil topgan bo'lib, ularni biriktiruvchi qatlamlar va qobiqlar birlashtirib turadi. Muskul ko'p komponentli kompleks hisoblanadi. Muskulning tuzulishi haqida elementar tushuncha bo'lishi uchun, uning



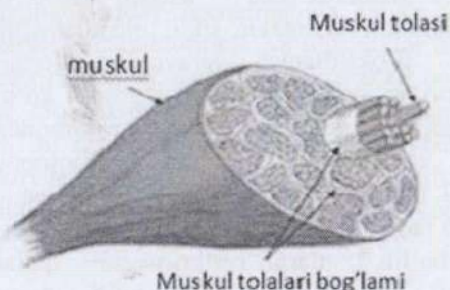
tarkibiga kiradigan strukturalarni va uni barcha tashkil etish darajalarini o'rganish maqsadga muvofiq bo'ladi.

**Makroskopik strukturasi.** Mushaklarning butun yuzasi bo'ylab bog'ich deb nomlanadigan birlashtiruvchi to'qimalari o'ralgan. Birlashtiruvchi to'qimaning uchta alohida qatlamlari keyin bog'ichning eng chekka qatlamidan mushaklarni kuchaytirish va himoyalash uchun cho'zilgan.

Mushakni o'rab olgan birinchi qatlam epimiziy deb nomlanadi. Agar uni kesib, ichini kuzatsak, ichki sarkollemaning qismini (perimiziy)ni uchratamiz. Sarkollema 10-100 mushak hujayralarini ajratib turadi, va ularni bog'lam deb nomlanadigan mushak hujayralari bog'iga ajratadi. O'z navbatida, ushbu bog'lamdagi har bir mushak hujayrasi boshqasidan endomiziy deb nomlanadigan birlashtiruvchi to'qima bilan ajralgan.

**Mushak tolalari.** Skelet mushaklari hujayralari odatda mushak tolalariga kiritiladi va ular tanadagi boshqa hujayralardan bir qator sabablarga ko'ra ajralib turadi. Mushak tolalari o'ziga xos shaklga ega bo'lib, ular uzun va silindrik ko'rinishga ega. Mushakning butun uzunligi bo'ylab cho'zilgan. Misol uchun, ko'zdagi kabi kichik mushaklar uchun tola uzunligi bir necha mm ni tashkil qilishi mumkin. Sondagi mushak tolalari esa taxminan 30 sm gacha etishi mumkin. Ular shuningdek multinukleatid (ya'ni tola periferiyasida 100 dan ortiq yadroga ega bo'lishi) va postmiotik (ya'ni hujayraning parchalanishi kuzatilmaydigan) bo'lishi mumkin (65-rasm).

Shu sababli mushaklarda saqlangan mushak tolalari soni genetik omillarda belgilangan bo'ladi. Bolalikdan o'smirlikkacha mavjud tolalarning o'sishi sodir bo'ladi. Ko'pchilik tolalarning diametri 10-120 m ni tashkil qiladi. Bita mushakdagi tolalar soni yuzdan milliongacha



65 rasm. Muskul ko'ndalang kesimining tuzilishi

o'zgarishi mumkin. Mushak hujayralari taxminan 75% suvdan, 20% oqsildan va 5% vitaminlar, minerallar, turli ionlar, aminokislotalar, uglevodlar va yog'lar kabi moddalardan iborat bo'ladi. Mushak tolasining juda kichik o'lchami sababli skelet mushagi ultrastruktura darajasi haqida bilish uchun mushak hujayrasini mikroskop ostida kuzatishimiz lozim (65-rasm).

**Sarkolemma.** Skelet mushakning plazma membranasi ko'pchilik orasida odatda sakrolemma deb nomlanadi. Ammo sakrolemma o'zi asosan plazma membranasi (lipid ikkitalik qatlami) va bazaviy membranadan iborat. Sakrolemma yuzasidan har bir tola ichiga perpendikulyar yo'nalgan minglab membrana kanalchalari ko'ndalang kanallar (T-kanallar) deb nomlanadi. Bu kanalchalar mushaklar qisqarishi jarayoni uchun juda muhim bo'lib, tola membranasi bo'ylab yo'nalgan harakat tola ichiga boradi va qisqarish apparatini faollashtiradi. Sakrolemma va bazaviy membrana orasida joylashgan mononuklear ajralmagan hujayralar yo'ldosh hujayralar sifatida ma'lum. Bu hujayralar skelet mushaklar uchun juda muhim, chunki ular mushaklar shikastlanishida mushaklarning o'sishi yoki kuchli mashqlar davomida kattalashishi mumkin. Mitoxondriya guruhi ham sakrolemma ostida joylashgan. Shu sababli subskarolemmal mitoxondriya guruhiga mansub bo'ladi. Ushbu mitoxondriyalar joylashuvi juda qulay bo'lib, ular qon tashishini amalga oshiruvchi kapillyarlardan mitoxondriya ishlatiladigan joygacha keladigan kislorod tarqalishi masofasini kichraytiradi.

**Sarkoplazma.** Sarkoplazmalar skelet mushaklar tolalarining sitoplazmasi hisoblanadi. Shu sababli hujayra ichi barcha organellalarni (ya'ni mitoxondriya, yadro va boshqa) va hujayralararo suyuqliklarni saqlaydi. Sarkoplazma shuningdek, mushaklar glikogeni (mushak hujayralari uchun uglevodlar saqlash shakli) va mushaklar triglitseridi (mushak hujayralari uchun yog'lar saqlash shakli) kabi zaruriy energiyasini va bir oz miqdorda ATF ni saqlaydi. Qo'shimcha ravishda bu erda mioglobin oqsili ham joylashgan bo'lib, u mitoxondriya ATF ishlab chiqarishga zaruriyati tug'ilgunga qadar kislorod miqdorini saqlaydi va sarkoplazmaning eng yirik komponenti miofibrilla hisoblanadi.

**Miofibrilla.** Miofibrilla ipsimon strukturaga ega bo'lib, mushak tolasining butun uzunligi bo'ylab cho'zilgan. Mushak hujayrasi ichida joylashgan miofibrillalar miqdori o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Ammo odatda ular 2000 ta atrofida bo'ladi. Miofibrillalar mushak tolalarining qisqarish apparati deb ham qarash mumkin. Ular qisqarish oqsillari aktin



va miozinlarni saqlaydi. Umuman, aktin va miozin mushak oqsillarning 85% ni saqlaydi. Uning ko'p ulush miozinga (60%) to'g'ri keladi. Aktin oqsilining o'lchami 45 kda ni tashkil qilib, ingichka filament deb qaraladi. Miozin esa yo'g'on filament deb qaraladi va chunki uning o'lchami 480kda ni tashkil qiladi. Ingichka va yo'g'on filamentlarning strukturasi miozinning unikal strukturasi sababli har bir molekula o'ralgan ikkita golf klubga o'xshaydi va miozin dumi (ya'ni golf klubining lunkasi) sakromer (M-chiziq) markaziga qaratilganga uxshash ko'rinadi. Miozin boshi (odatda ko'ndalang ko'priikka o'xshatiladi) lunkadan spiral ko'rinishida ko'tariladi. Har bir ingichka filament atrofida bo'lgan oltita yo'g'on filamentlar tomon yo'naltirilgan bo'ladi. Ingichka filamentning asosiy komponenti aktin bo'lib, u erda erkin aktin molekulari aktin filamenti shakliga birlashib, vintsimon strukturaga o'raladi. Aktin filamentlarning asosiy xarakteristikasi shundaki, ular miozin bog'lovchi joyga ega bo'ladi. U erda miozin mushakning boshlang'ich qisqarishiga bog'liq bo'ladi. Bo'shashgan mushakda miozin aktina bog'lanishdan saqlangan bo'ladi. Chunki tropomiozin oqsili chiziqlari bog'lanish joylarini qoplaydi. Ular o'z navbatida troponin deb nomlangan boshqarish oqsili bilan o'z joyiga tushadi. Miofibrillalar keyinchalik sakromer deb nomlangan kichikroq segmentlarga ajratilishi mumkin bo'lib, u mushak tolasining asosiy funktsional (ya'ni qisqarish) birliklaridan iborat bo'ladi. Miofibrilla shu sababli sakromerlarning samarasini oshiradi va bo'shagan holatda sakromerlarning uzunligi 2-2,5  $\mu\text{m}$  ni tashkil qiladi. Mikroskop ostida ko'rilganida skelet mushak chiziqsimon ko'rinishga ega bo'lib, u ajralgan oq va qora chiziqlar (muvofig ravishda I-chiziq va A-chiziq deb nomlanadi) dan iborat bo'ladi.

Sakromerning sxematik rasmi va elektron mikrografi ifodalangan bo'ladi. I-chiziq asosan aktin oqsilini saqlaydi, A-chiziq esa miozin oqsilini saqlaydi. Ammo, aktin va miozin qanday joylashganiga qaramay (ya'ni bir-biriga parallel yo'nalgan qatlamlar) u erda shuningdek kesishish joyi ham mavjud bo'ladi. Tor H-zona A-chiziqning o'rtasida mavjud bo'lib, unda faqat ingichka filamentlarni saqlaydi. H-zonaning o'zi keyinchalik M-chiziq deb nomlanadigan qora chiziq bilan ikkiga ajratiladi. Miofibrilla kompleksini hosil qiluvchi oqsilning taxminan 85% aktin va miozindan iborat bo'lganidan tashqari shuningdek, muhim struktura va boshqaruv vazifasini bajaradigan boshqa oqsillar ham mavjud. Misol uchun keltirib o'tilgan ingichka filamentni hosil qiluvchi troponin va tropomiozin M-chiziq strukturaviy oqsillar M-oqsil va miomezindan iborat bo'lib, ular yo'g'on filamentlarni bir-biriga bog'lash uchun kerak.

Har bir skaromer ikkinchisidan Z-chiziq bilan ajratilgan bo'lib, u nebulin,  $\alpha$ -aktinin va desmin kabi strukturaviy oqsillardan iborat. Ularning umumiy funksiyasi ingichka iplarni yaqin turgan boshqa ingichka filamentlar bilan birga bog'lanib, umumiy strukturaviy mustahkamlikni ta'minlaydi. Titin mushak proteinlari orasida eng yirigidir. Miozinlar ko'ndalang o'q bo'ylab barqarorlashtirish uchun xizmat qiladi.

**Sakroplazmik to'r.** Miofibrillaning konvertga o'ralgan ko'rinishdagi atrofi kanallarning tolasimon to'ri bo'lib, sarkoplazmik to'r (ST) deb aytiladi. ST miofibrillalarga parallel yo'nalgan bo'ladi. Millimolyar konsentratsiyadagi kalsiy ionlarining zahira joyi vazifasini bajaradi. Mushaklar qisqarishi uchun ST dan kalsiy ionlarining sarkoplazmaga chiqib ketishi muhim ahamiyatga egadir. ST shuningdek oqsillar nasosini saqlab, u  $\text{Ca}^{2+}$  ATFaza (adenozintrifosfataza, sarkoendoplazmatik to'ri (SERCA) deb aytiladi.

U kalsiy ionlarini sarkoplazmadan qaytib ST ga nasos orqali haydab, mushaklar qisqarishi uchun zaruriy konsentratsiyani zahiralash uchun xizmat qiladi.

**Neyromushakni birikishi.** Mushaklar hujayralarining ishlashi uchun ular muvofiq nerv ta'minotini talab qiladi. Skelet mushaklari asab tizimi bilan nerv tolalari bilan yaxshi ta'minlangan bo'lib, xususan motorik neyronlar bilan yaxshi aloqaga ega. Bu hujayralar filamentga o'xshagan aksonlarga ega bo'lib, ular orqa miyadan mushak to'qimalari guruhigacha cho'zilgan.

Motoneyron bunda yagona  $\alpha$ -motorik neyron va u qo'zg'atadigan barcha mushak to'qimalari deb tushuniladi. Ko'z yoki qo'ldagi kabi kichik neyronlar guruhida motoneyron faqat bir nechta to'qimaga, son mushaklari kabi yirik guruhlarda esa mingdan ortiq mushak to'qimalariga ega bo'lishi mumkin. Neyron va mushak to'qimasi orasidagi bog'lanish nuqtasi neyromushak birikish (NMB) deb aytiladi. E'tiborga olish lozimki ikkita hujayra o'zaro ta'sirlanmaydi aksincha ular orasida sinaptik yoriq deb aytiladigan kichik joy mavjud bo'ladi. Motoneyronlardan aksonlar mushak to'qimasiga qadar cho'zilgani kabi sinaptik nerv uchi tanasi deb aytiladigan guruhga bitikadi. Bu daraxt tanasidan ajrab ketadigan mayda shoxlarga o'xshaydi.

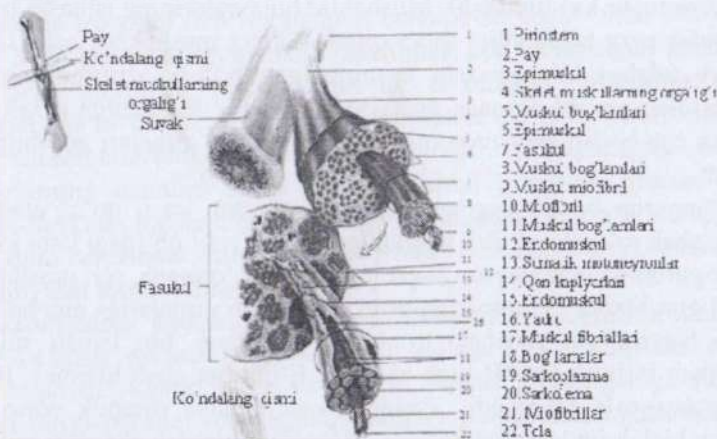
Har bir nerv uchi tanasi sitozoli ichida joylashgan kichik xaltasimon struktura sinaptik vezikula bo'lib, u neurotransmitter atsetilxolinni (AX) saqlaydi. Sinaptik nerv uchi tanasidan (markaziy asab tizimidan keladigan signaldan so'ng) ajralib chiqadigan AX va uning sinaptik yoriqdan ketma-ket tarqalishi mushak to'qimasining qisqarishiga olib keladi.



NMB ning mushak to'qimasi tomoni sakrolemmaning qarama-qarshisida joylashgan har bir sinaptik nerv uchi tanasi umuman mushakdagi motorik nervning uchi plastinkasi deb aytiladi. Mushakdagi motorik nervning uchi har bir plastinkasi ichida AX retseptorlari deb aytiladigan transmembrana oqsillari mavjud bo'lib, ular hujayradan-hujayraga utkazishga imkon beradi.<sup>57</sup>

### 14.2. Muskul tolasining strukturasi va funksiyalari

Har bir muskul tolasi – bu ko'p yadroli gigant hujayra bo'lib, u rivojlanish jarayonida ko'p hujayralarning birlashib ketishidan hosil bo'lgan. Har bir muskul bir necha ming muskul tolalaridan tashkil topgan va uning ishi barcha muskul tolalarining iplarini qo'shilishidan hosil bo'ladi. Muskul tolasi hujayrasi urchuqqa o'xshash ko'rinishga ega. Bu ko'p yadroli hujayraning uzunligi 0,1 dan to 2-3 sm (boldir muskuli 12 sm)gacha va yo'g'onligi 0,01 dan 0,2 millimetrgacha bo'ladi. Muskul tolasi hujayrasining har bir struktura komponentlari o'zining maxsus funksiyalarini bajaradi (66-rasm).



66-rasm. Muskul to'qimasi tuzilishi

**Sarkolemma** – bu ikki qavatli oqsil – lipid membranasi bo'lib uning qalinligi taxminan  $\approx 10$  nM atrofida bo'ladi. YArim o'tkazuvchan membran hisoblanadi, chunki u turli moddalarning hujayraga kirishi va undan tashqariga hujayralararo bo'shliqqa chiqishini boshqarib turadi.

<sup>57</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 17)

Dielektriklik vazifasini bajaradi, ya'ni ikkita ion havzasini bir-biridan ajratib (izolyatsiya qilib) turadi. Boshqa membranalariga o'xshab turli anorganik va organik kation hamda anionlarni tanlab o'tkazish xususiyatiga ega. U orqali yuqori molekulari moddalar o'tmaydi (oqsillar, polisaxaridlar va boshqalar), lekin glyukoza, sut va pirouzum kislotalari, keton tanachalari, amino kislotalar, qisqa peptidlar va boshqa kichik molekulari moddalar o'tadi.

Sarkolemma orqali moddalarni tashilishi faol xususiyatga ega, ya'ni energiya sarflanishi yo'li bilan boradi. Bu hujayralararo bo'shliqdagiga nisbatan hujayralarning ichida ba'zi moddalarni yuqori konsentratsiyasida to'plashga imkoniyat tug'diradi. Sarkolemmani tanlab o'tkazuvchanligi muskul tolasida qo'zg'aluvchanlikning paydo bo'lishida muhim ahamiyatga ega. Sarkolemma hujayra ichida ko'p miqdorda to'planadigan  $K^+$  ionlari uchun o'tkazuvchan. Shu bilan bir vaqtning o'zida  $Na^+$  ionlarini hujayradan chiqaradigan "ion asosini" tutadi. Natriy ionlarining hujayralararo bo'shliqdagiga konsentratsiyasi  $K^+$  ionlarining hujayra ichidagi konsentratsiyasidan yuqori bo'ladi. Bundan tashqari muskul tolasi hujayrasining ichki qismida ko'p miqdorda organik anionlar (sut va pirouzum kislotalari, fosfatlar va boshqalar) bo'ladi. Ularning hammasi sarkolemmaning tashqi yuzasida musbat zaryadlarni va ichki sirtida manfiy zaryadlarning hosil bo'lishiga olib keladi. Ularning farqi membrana potentsiallarini hosil bo'lishiga olib keladi, muskul tolalarini tinch holatida ular taxminan 90-100 mv ni tashkil qiladi va qo'zg'alishning hosil bo'lishi hamda uzatilishini zaruriy sharoiti hisoblanadi.

Sarkolemmaning tashqi yuzasida membran bilan bog'langan fermentlar – transport ATF azalari, adenilatsiklazalar va bir qator garmonlar, vitaminlar va boshqa biologik faol moddalarning retseptor oqsillari mujassamlashgan. Sarkolemmani yuzasida harakatlantiruvchi neyronlarning uchi tamomlanib, markaziy nerv sestimasidan (MNS) muskullarga nerv signallarini o'tkazishni ta'minlaydigan nerv-muskul apparati **sinapsni** hosil qiladi.

Sarkoplazma - bu murakkab oqsilning kolloid eritmasi hisoblanadi. Unda glikogen, yog' tomchilari va hujayra strukturalari- yadro, mitoxondiriya, ribosomalar, SR, lezosomalar, Goldji apparati va boshqalar joylashgan. Ularning funksiyalari maxsus muskul oqsillarining sentiziga ta'sir qilish yo'li bilan muskul tolalaridagi moddalar almashinuvini boshqaradi. Bulardan tashqari, sarkoplazmada uglevodlarning anaerob oksidlanish jarayoning (glikolizning) fermentlari kreatinfosfat va ADF ning pefosforlanishini boshqaradigan ferment – kreatinkinaza, oqsillar,



yo'g kislotalari va nukleotidlar biosintezida ishtirok etadigan fermentlar va h.k. joylashgan.

**Yadro (mag'iz)** - irsiyatni saqlash va nasldan naslga o'tkazishga vazifasini bajaradi.

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

**Ribosomalar** - oqsillarning sintezi amalga oshadigan markaz hisoblanadi.

**Lizosoma** – ularning pufakchalarida oqsillar, lipidlar va uglevodlarni parchalaydigan fermentlar (gidrolazalar) mujassamlashgan. Jismoniy yuklamalarda, ya'ni jadal muskul ishi bajarilganda lizosomalarning membranalari buziladi yoki ularning o'tkazuvchanligi oradi. Sarkoplazma ularda mujassamlashgan biopolimerlarni parchalaydigan fermentlar chiqib, hujayrasining energiyasiga bo'lgan ehtiyojini ta'minlaydi. Muskul tolasi boshqa to'qima va organlarning hujayralaridan farq qilib, o'zining tarkibida miofibrillalar deb ataladigan organoidni tutadi.

**Miofibrillar** – muskullarni qisqartiruvchi element hisoblanadi. Ularning uzunligi odatda muskul tolasi (hujayrasi)ning uzunligi bilan teng, diametri esa 1-2 mikron (mkm)ni tashkil qiladi. Har bir hujayrada miofibrillalarning soni 2000 atrofida bo'ladi (67-rasm). Mashqlanmagan organizmlarning muskul tolalarida miofibrillar betartib joylashgan, mashqlanganlarda esa – Kongeym bog'lamlarida tartib bilan joylashgan.



67 -rasm. Miofibrillar tuzilishi

O'zlarining tuzilishi bo'yicha miofibrillar ko'ndalang-targ'il ko'rinishga

ega bo'lib, huddi ikki xil disklardan – yorug' I disklar va qorong'u A disklardan tuzilgan. Oxirgisi yorug'lik nurlarini ikki marta sindirish qobiliyatiga ega. Elektron mikroskop ostida shu narsa tasdiqlanganki, yorug' disklar ingichka iplardan (ingichka filamentlardan), qorong'u disklar esa – yo'g'on iplardan (yo'g'on filamentlardan) tashkil topgan .

**Sarkomerning tuzilishi.** Ingichka iplarni yorug' diskning o'rtasida Z-membranasi kesib o'tadi. Ikkita Z-membranasi oralig'idagi masofa sarkomer deb ataladi. Tinch holatdagi muskullarda uning uzunligi 1,8 - 2,5 mikronni (mkm) tashkil qiladi. A-diskni o'rtasida yorug'roq H zona bo'lib, uning o'rtasida qorong'uroq M chizig'i o'tadi. Bitta miofibrillada 1000-1200 gacha sarkomer bo'ladi. Sarkomerning yo'g'on iplarining diametri 11-14 nm va uzunligi 1500 nm atrofida, ingichka iplarining – diametri 4-6 nm, uzunligi 1000 nm bo'ladi. Miozin oqsilidan tuzilgan yo'g'on iplarning “tog'nog'ichsimon” boshchalari bor, aktin oqsilidan tuzilganing ichka iplar – yo'yo'qisimon bo'lib, qisqargan vaqtda ular o'zaro ko'ndalang ko'prikchalar yoki uloq hosil qiladi. Muskullar qisqargan paytda A diskning uzunligi o'zgarmaydi, chunki yo'g'on ipning uzunligi doimiy bo'ladi. Ingichka iplar yo'g'on iplarning oraligiga kirgani hisobiga I diskning uzunligi kamayadi. O'rtacha qisqargan sarkomerning uzunligi 1,7-1,8 mkm. ni tashkil qiladi. To'la o'ta qisqargan paytda sarkomerning uzunligi 1 mkm atrofida bo'ladi. Muskel qisqargan vaqtda miofibrillarda ikkita Z-membranalari oraligidagi masofa qisqaradi. Ikkita yapon olimlari Soichiro Sukito va Masafumi YAno elektron mikroskopda muskullarning qisqarishi va bo'shashishi aktin iplarni miozin iplariga nisbatan siljishi natijasi ekanligini eksperimental isbotlab bergan.

### 14.3. Muskel to'qimasining kimyoviy tarkibi

Katta yoshli odam va hayvonlarning muskul to'qimasining 75-80% suvga, 20-28% esa muskulning quruq qoldig'iga to'g'ri keladi. Quruq qoldiqning deyarli 85% oqsillar, qolgan 15% esa lipidlar va boshqa ekstraktiv organik anorganik moddalar tashkil qiladi. (3-jadval) Barcha muskul oqsillarining ya 40% miofibrillarga, 30% - sarkoplazmaga, 14% - mitoxondriyalarga, 15% - sarkolemmaga, qolganlari – yadro, ribosomalar va boshqa hujayra organoidlariga to'g'ri keladi. Maydalangan muskullardan suv bilan ekstraksiya qilib sarkoplazmaning oqsillari glikoliz va aminokislotalarni faollash jarayonining fermentlari – oqsillari, mioglobin, zaxira albumin bar va h.k.) tuzlarning konsentrlangan eritmaları (0,6-1,0 m KCl yoki NaCl eritmasi ) bilan – miofibrillarning



oqsillari, ishqoriy eritmalar bilan - yadro oqsillari - nuleoproteidlar ajratib olinadi. Cho'kmada paylarning erimaydigan oqsillari - kollagen va elastinlar qoladi. Bu oqsillar miostrominlar deb atalib, elastiklik xususiyatiga ega va muskullarning qisqarganidan so'ng uni bo'shashida ahamiyatga ega. Muskul tolasi hujayrasida tuzilishi va funksiyasi bo'yicha qonning gemoglobiniga

3-jadval

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

### Muscul to'qimasining kimyoviy tarkibi

o'hshash oqsil – mioglobini bo'ladi. U o'zining funksiyasini faqat muskul tolasi hujayrasi doirasida bajaradi, ya'ni O<sub>2</sub> ni qonning gemoglobinidan mitoxondriyaga va CO<sub>2</sub> ni aksincha gemoglobinga tashiydi.

**Ekstraktiv moddalardan** tarkibida azot tutgan birikmalar alohida ahamiyatga ega. Bularga ATF (0,25-0,40%) va kreatinfosfat (0,40-1,0%) kiradi. Muskullarning muhim ahamiyatli azotsiz birikmalariga glikogen va uning almashinuv mahsulotlari (pirouzum va sut kislotalari), yog'lar, xolesterin, keton tanachalari va mineral moddalar kiradi. Muskullarda glikogenning miqdori 0,2-3% doirasida o'zgarib turadi va sportchining

mashqlanganlik darajasiga bog'liq bo'ladi. Mashqlangan muskullarda glikogenning miqdori mashqlanmaganga nisbatan ancha ko'p bo'ladi.

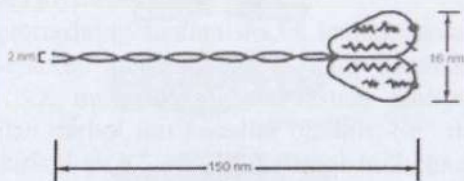
Lipidlar – muskul tolalarida 1% gacha sarkoplazmaning oqsil strukturalari bilan bog'langan sarkoplazmatik yog' bo'ladi. Bu yog' muskul ishi vaqtida va och qolganda ham ishlatilmaydi. Uzoq muddatli ishda chidamlilikka maxsus mashqlangan sportchilarning muskullarida zahira yog'lari to'planishi mumkin.

Mineral moddalardan muskullarda K, Na, Sa, Mg, Si,  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$  va boshqalar bo'lib, ular muskullarning umumiy og'irligini 1-1,5% ini tashkil qiladi.

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

#### 14.4. Miofibrilla oqsillarining struktura tuzilishi va hususiyatlari

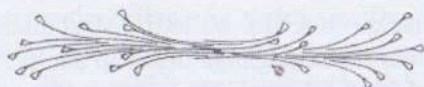
Miofibrillar oqsillar guruhiga kiradi: miozin, aktin, tropomiozin, troponinlar, aktininlar. Bular muskullarning qisqartiruvchi oqsillari hisoblanadi. Miozin – muskullarning asosiy qisqartiruvchi oqsili bo'lib, uning xissasiga miofibrillarning umumiy oqsilini 60% - to'g'ri keladi. U molekulyar massasi 470 000 Da bo'lgan fibrillar oqsillardan tashkil qiladi.



68- rasm. Miozin molekulasining tuzilishi

Miozinning molekulasini uzunligi 150 nm va yo'g'onligi 2 nm, bir uchida (spirallashmagan) "to'g'nog'ichsimon" boshchasi bo'lib (16 nm), har biri 1800 aminokislota qoldig'ini tutgan bir xil ikkita polipeptid zanjiridan tashkil topgan. Miozinning "to'qnog'ichsimon" boshchasi fermentativ – ATFaza faolligiga ega. Miozin oqsilidan sarkomerning yo'g'on iplari (protofibrillar) tuzilgan. Miozin molekulasining tarkibida monoamindikarbon kislotalari ayniqsa glyutamin kislotasi ko'p ya'ni miozinning molekulasini ko'proq manfiy zaryadga ega (68-rasm).





69--rasm. Sarkomerning yo'g'on (miozin) ipining tuzilishi

Miozinning to'g'nog'ichsimon boshchasi" fermentativ – ATFaza faolligiga ega va o'zida ikkita markaz – substratni bog'lab olish va katalitik faollik markazini tutadi. Miozinning boshchasi  $Mg^{2+}$  ionlari yordamida ATF yoki ADF molekulasini bog'lab olish qobiliyatiga ega. Miozin oqsilidan sarkomerning yo'g'on iplari (protofibrillari) tuzilgan (69-rasm).

**Aktin** – ikkinchi muhim qisqartiruvchi oqsil bo'lib, miofibrill oqsillarining 25% ni tashkil qiladi. U globulyar (G) oqsil, molekulyar massasi 42 000 Da ga teng. G-Aktinni molekulasi 374 aminokislota qoldig'idan tashkil topgan bitta polipeptid zanjiridan tuzilgan. Ikkita G-aktin molekulasi o'zaro ADF orqali birikib, dimerni hosil qiladi. G-aktinning dimerlaridan ikki zanjirli strukturaga ega bo'lgan fibrillyar F-aktin hosil bo'ladi. F-aktindan sarkomerning ingichka iplari tuzilgan (70-rasm).



Tropomiozin



70--rasm. Aktin, treponin va tropomiozinning tuzilishi

**Tropomiozin** – uning miqdori muskullarda uncha ko'p emas va miofibrill oqsillarini 4-7% ni tashkil etadi. Tropomiozinning molekulyar massasi 65 000 Da, uning molekulasi ikkita b-spirallashgan polipeptid zanjiridan tashkil topgan. U 40 nm uzunlikdagi o'zak ko'rinishga ega.

**Troponinlar** – molekulyar massasi 80 000 Da bo'lgan globulyar (G) oqsillar. Ularning muskullardagi miqdori juda kam va miofibrill oqsillarining taxminan 2% ni tashkil qiladi. Uchta subbirligi bor: Tn-I, Tn-SvaTn-T.

Miofibrillarda F-aktin, tropomiozin va troponinlardan sarkomerning ingichka iplari (filamentlari) hosil bo'ladi. Troponin – tropomiozin kompleksi aktomiozin kompleksiga  $Ca^{2+}$  ionlariga sezuvchanlikni ta'minlaydi.

#### 14.5. Muskul qisqarishining mexanizmi

**Mushaklar qisqarishi.** Skelet mushaklarning asosiy strukturasi tasavirlaganimizdan keyin bu bo'limda mushaklar qisqarishini o'rganishga kirishamiz. Talabalar ushbu jarayonlarni o'rganishni boshlaganidan so'ng odatda ular markaziy asab tizimiga katta e'tibor bermasdan, o'rniga ko'proq mushaklar qisqarishi oraliq mexanizmlarga ahamiyat berishadi. Mushak qisqarishining birlamchi harakati bosh miya po'stlog'ining harakat joyidan keluvchi nerv impulsining miya tanasi orqali orqa miyaga uzatilishidan boshlanadi. Nerv impulslari keyin orqa miyadan chiquvchi motoneyronlarning harakati orqali skelet mushaklar to'qimalari ulanadi<sup>18</sup>.

**Harakat potentsiali tarqalishi.** Mushak to'qimalarining qisqarishi uchun harakat potentsiali to'qima yuzasi bo'ylab va to'qimaning ichkarisiga qarab ishlab chiqarilishi va tarqalishi lozim.

1. **Asetilxolin (AX) ning ajralishi.** Nerv impulsi sinaptik nerv uchi tanasiga kelib tushganida u sinaptik vezikulalarning motoneyron plazma membranasi bilan erishini chaqiradi. Natijada AX sinaptik yoriqqa chiqishi kuzatiladi, va bu erda u motoneyron va mushakdagi motorik nervning uchi plastinkasi orasidagi joyda tarqaladi.

2. **AX retseptorlarining faollanishi va harakat potentsialining paydo bo'lishi.** AX retseptorlar potentsialdan bog'liq kanallar sifatida xizmat qilib, ular ikkita AX molekulasini bog'lashda faollashadi. Bog'lanish paydo bo'lgani bilan darhol ion kanallar ochilib,  $Na^+$  oqimining mushak to'qimasiga oqib kirishi va  $K^+$  ning sizib chiqishini chaqiradi. Bunda  $Na^+$  oqimining kirishi  $K^+$  oqimining chiqishidan yuqori bo'ladi, chunki  $Na^+$  uchun elektrokimyoviy harakatlantiruvchi kuch yuqoriroq bo'ladi. Natijada to'qima ichi musbat zaryadlangan bo'ladi, va plazma membranasi qutbsizlanadi. Natijada membrana potentsialida o'zgarish sodir bo'lib, u harakat potentsialini hosil qiladi. U o'z navbatida sakrolemma bo'ylab va T-kanallar ichiga tarqaladi.

3. **AX faoliyati to'xtatilishi.** AX sinaptik yoriqning hujayradan tashqari matritsasidagi kollagen to'qimalarda saqlangan atsetilxolinesteraza (AXE) fermenti bilan darhol pasayadi. SHu sababli mushaklar qisqarishini ta'minlab turish uchun mushak harakat potentsialini ishlab chiqarish zarur bo'ladi<sup>18</sup>.



**Qo'zg'alish-qisqarish juftligi.** Qo'zg'alish-qisqarish (QQ) juftligi jarayoni umuman olganda mushaklar qo'zg'alishi (ya'ni harakat potentsialining tarqalishi)ning mushaklar qisqarishi (ya'ni kuch ishlab chiqarilishi) bilan bog'langan bosqichlarga aytiladi. Ushbu jarayonda bir qator bosqichlar bo'lgani sababli sarkoplazma to'ridan ajralib chiqishi integral komponent hisoblanadi. ST da saqlangan kalsiy miqdori millimolyar kontsentratsiyada (taxminan 10 mM), sarkoplazmadagi miqdori esa 10000 marotaba kichikroq (ya'ni 0,1 M) bo'ladi. Kalsiyning ajralib chiqishi elektr signalning kimyoviy signalga aylantirilishiga asoslangan bo'lib, u ikkita asosiy membrana oqsili mavjudligini talab qiladi.

Harakat potentsiali T-kanalga yo'nalganida u digidropiridin (DGP) retseptor deb aytiladigan potentsial hisoblovchi kanalda konformatsion o'zgarishlarni chaqiradi. DGP retseptordagi bu o'zgarishlar o'z navbatida ST da kalsiy chiqish kanallarini, ya'ni riadonin retseptorlarini (RR) ochadi. Keyin kalsiy elektrokimyoviy gradientini pastga o'tkazib, siljuvchan filament mexanizmiga muvofiq qichqarish apparatini qisqarishga olib keladi.

Kalsiy ST ga qaytib uzatilishi, va bu orqali keyingi harakat potentsialini ta'minlash uchun qisqarish oqsillariga signal beriladi. ST kalsiyini uning bo'shlig'iga ATF-talab qiladigan jarayonga serka harakati orqali qaytib nasoslab uzatadi.

**Siljuvchan filament mexanizmi.** Molekulyar darajada mushaklar qisqarishi siljuvchan filament mexanizmi orqali tushuntirib berilishi mumkin. Umuman olganda, bu jarayon miozin boshlarini aktin filamentlariga bog'lashni o'z ichiga oladi. Har biri ustidan siljish harakati orqali aktin filamentlari keyinchalik M-chiziqqa tortiladi. Natijada sarkomerning umumiy uzunligi kamayib, mushak to'qimalari qisqaradi. Bo'shagan mushakda miozin aktinga bog'lanishdan saqlanadi, chunki tropomiozin oqsili aktin filamentlari atrofida o'ralgan bo'ladi. Bu orqali miozin-aktin bog'lanishi joyini egallab turadi. Tropomiozin joylashuvi o'z navbatida uchta muvofiq oqsillar orqali ta'minlanib, ular umumiy guruhda troponin deb aytiladi. Mushaklar qisqarishi jihatdan troponin S eng katta ahamiyatga ega.  $Ca^{2+}$  sitozolga chiqib ketganida u troponin S bilan bog'lanadi va keyinchalik troponi-tropomiozin kompleksi bog'lanish joyidan bo'shab chiqadi. Miozin bog'lanish joyi ta'mir etganidan so'ng qo'zg'alish-qisqarish siklini chaqiradigan bir qator harakatlar boshlanishi mumkin. Ushbu siklni keltirib chiqaradigan to'rtta harakatni batafsilroq ko'rib chiqamiz.

1. ATF gidrolizi. Miozin boshi ATF ni bog'lab oladi va miozin ATFaza fermenti keyin ATF ni ADF va fosfat guruhiga gidrolizlaydi. Ushbu reaksiya mahsulotlari miozin boshiga bog'langan bo'ladi.

2. Ko'ndalang ko'prik hosil bo'lishi. ATF gidrolizi natijasida miozin boshi zaryadlangan bo'ladi va aktin filamentining bog'lanish joyi bilan ko'ndalang ko'prik hosil qilish uchun bog'lanadi. Bog'lanishdan so'ng fosfat guruh ajralib chiqadi.

3. Ishchi harakat. Fosfat guruh ajralib chiqqanidan so'ng miozin boshi egiladi va o'z ilmog'i atrofida ishchi harakat deb nomlanadigan harakatda aylanadi. Bu aylanish natijasida miozin boshi energiya ishlab chiqaradi. Aktin filamentlarni siljuvchan filament mexanizmi bo'yicha sakromer markaziga yo'naltiradi, bunda ingichka va yo'g'on filamentlar bir-biri ustidan siljiydi.

Aktin filamentlarining M-chiziqqa tomon siljishida shuni e'tiborga olish lozimki, qisqarish paytida I-tasma masofasi kamayadi, A-tasma esa o'zgarmaydi (70-rasm). Ishchi harakat bosqichlari yurishga bog'lanishi mumkin, ya'ni har bir miozin boshi aktin filament bo'yicha "yuradi", va Z-diskka yaqinlashadi. O'z navbatida aktin filamentlari M-chiziqqa tomon itariladi.

4. Miozinning aktindan ajralishi. Ishchi harakat yakunida miozin ADF ajratib chiqaradi, va miozin aktinga bog'liqlikni ATF miozinga keyingi bog'langunicha bog'lanib turadi. ATF bog'langanidan so'ng miozin yana bo'shab qoladi, va qisqarish sikli ATFaza ATF ni gidrolizlaganidan so'ng qayta amalga oshishi mumkin.

Yuqoridagi jarayonlarning o'tishi uchun ATF va  $Sa^{2+}$  larning doimiy ta'minoti amalga oshirilishi lozim. Qisman qisqarish sharoitlari (ya'ni intensivlik va davomiylik) ga bog'liq holda ATF ning davomiy ishlab chiqarilishi yuqori energetik fosfatlar va yoki uglevodlar, yog' va oqsillarning metabolizmidan ta'minlanishi lozim. 10-bobda ushbu jarayonlarga jalb qilingan biokimyoviy yo'llar keltirilgan, va 10-bobda turli xil sport va mashg'ulotlarda ushbu yo'llarni boshqarish ko'rib chiqiladi.

Hozirgi zamon tushunchasi bo'yicha muskullarning qisqarish va bo'shshish jarayonlari va unda sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalarning ketma-ketligini quyidagicha ifodalash mumkin.

Markaziy nerv sistemasidan nerv-muskul apparati – sinapsga kelayotgan elektr impulslari muskul qisqarishini chaqiradi. elektr impulslari sinapsga etib kelishi bilan maxsus pufakchalarning bir qismi yorilib, undan neyromediator – atsetilxolin ajralib chiqadi va



membranadagi maxsus teshikchalar orqali hujayralararo bo`shliqqa o`tib, postsenaptik membranadagi(sarkolemmadagi) maxsus retseptor oqsili bilan bog`lanadi.

Retseptor oqsil – atsetilxolin kompleksi hosil bo`lishi retseptor oqsilining konformatsiyasini o`zgarishiga olib keladi, natijada sarkolemmani  $\text{Na}^+$  ionlari uchun o`tkazuvchanligi oshadi va ular muskul tolasi hujayrasi ichiga kira boshlab, sarkolemmaning ichki yuzasidagi manfiy zaryadlar sonini kamaytiradi.

Depolarizatsiya bo`lib, ta`sir toki hosil bo`ladi va u miniatur va potentsiallar shaklida aktin va miozin iplarini o`zaro ta`sir qiladigan miofibrillalarning qismini o`rab olgan sarkoplazmatik retikulumni T-sestimalari, sestirnalari va pufakchalarining barcha membranalarigacha tarqaladi. Sarkoplazmatik retikulumning pufakcha va sestirnarida  $\text{Ca}^{2+}$  bog`lab oladigan oqsil bo`lib, u  $\text{Ca}^{2+}$  - ATF azasi yoki kalsiy pompasi yoki kalsiy nasosi yoki bo`shashish omili deb yuritiladi.

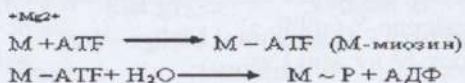
Sarkoplazmatik retikulumning pufakcha va sesternalariga elektr qo`zg`alishi (ta`sir toki) etib kelishi bilan kalsiy nasosi ishlab  $\text{Ca}^{2+}$  - ionlarini bo`shatib yuboradi. Sarkoplazmada  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarining konsentratsiyasi ko`payadi ( tinch holatdagi muskullarda  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarining konsentratsiyasi  $10^{-7}$  M bo`ladi,  $10^{-6}$  - $10^{-5}$  konsentratsiyada esa muskulning qisqaruvchanlik faolligi eng yuqoriv darajada bo`ladi. Bo`shalgan  $\text{Ca}^{2+}$  troponin C-ga bog`lanib konformatsion o`zgarishni chaqiradi ya`ni troponin trop-tropomiozin o`qining buralishi sodir bo`ladi va ingichka protofibrildagi (ipdagi) G-aktinning faol markazi bilan yo`g`on protofibrildagi miozinning “boshchasi” o`rtasida ko`ndalang ko`prikcha hosil bo`ladi. SHu bilan birga miozin ATF-azasi ishga tushib ATFni ADF va anorganik fosfatga parchalaydi va energiya ajratib chiqaradi. Shu energiya hisobiga miozinning “boshchasini” konformatsiyasi o`zgaradi, ya`ni  $90^\circ$  burchak bilan aktin ipining tegishli markaziga bog`lanib miozin boshchasi  $45^\circ$  buralib miozin ipi bo`ylab o`zi bilan aktin ipini tortadi (taxminan bitta elementar qadam -11 nm atrofida bo`ladi. Aktin ipi bitta qadam qilgaqndan keyin aktomiozin kompleksidan ADF va fosforkislotasi ajralib chiqadi.

Miozinning boshchasiga ATFning yangi molekulasiga  $\text{Mg}^{2+}$  -ionlari ishtirokida birikadi va jarayon miozin molekulasining keyingi boshchasi bilan takrorlanadi shu bilan birga miozin boshchasi bilan aktin o`rasida qancha ko`p ko`ndalang ko`prikchalar hosil bo`lsa, muskul qisqarishining kuchi shuncha katta bo`ladi. Muskulning boshlanishi uchun harakatlantiruvchi nervdan kelayotgan impulslar to`xtashi kerak va

sarkoplazmada  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarining miqdori kamayishi lozim. Bu sarkoplazmatik retikulumning pufakchalari va sesternalaridagi  $\text{Ca}^{2+}$  - ATF-azasi  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarini aksincha bog'lab olish yo'li bilan sodir bo'ladi. Shuni aytish kerakki,  $\text{Ca}^{2+}$  sarkoplazmatik retikulumning pufakchalari va sesternalarini ichiga tashilishi bir molekula ATFni parchalanganda ajralib chiqqan energiya hisobiga bo'ladi. SHunday qilib, skelet muskullarining qisqarishiga qancha energiya sarflangan bo'lsa, ularni boshlanishiga ham shuncha energiya sarflanadi.

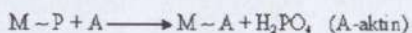
Muskullarning bo'shshish jarayonining o'zi quyidagi ko'rinishga ega: harakatlantiruvchi impulslarni uzatishi to'xtashi bilan  $\text{Ca}^{2+}$  SR sesternalari ichiga o'tib oladi. Troponin-C o'ziga bog'langan  $\text{Ca}^{2+}$  yo'qotadi, buning natijasida troponin-tromiozin kompleksida konformatsion o'zgarish yuz beradi va troponin-1 G -aktinning faol markazini boshchasi bilan bog'lanishga yo'l quymaydi. Sarkoplazmada  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarining konsentratsiyasi boshlang'ichdan ( $\approx 10^{-7}$  M dan) kamayib ketadi va muskul tolalari ko'ndalang ko'prikchalar hosil qilish qobiliyatini yo'qotadi. Bunday sharoitda qisqarish vaqtida deformatsiyalangan stromaning elastik kuchlari ustunlik qiladi va muskul bo'shshadi. SHu vaqtda miozinning boshchasi oldingi konformatsiyasini egallaydi, ingichka aktin ipi esa o'zining boshlang'ich holatiga qaytib keladi. Muskul ingichka va uzunroq bo'lib qoladi ya'ni boshlang'ich yo'g'onligi va uzunligini egallaydi. SHunday qilib muskullarning qisqarish va kelgusi bo'shshishi jarayonida ingichka aktin iplari miofibrillarning yo'g'on miozin iplari bog'lab sirpanadi natijada ikkita Z-membranalar orasidagi masofa qisqaradi.

Muskul ishi vaqtida ATFning sarflanish tezligi juda katta va daqiqaga bir gr muskulga 10 mkmol ni tashkil qiladi. Muskuldagi ATFning zaxirasi ko'p emas (0,25-0,40 % atrofida.), demak muskulning normal ishini ta'minlash uchun ATF qanday tezlik bilan sarflansa, shunday tezlikda uning zaxirasi tiklanib turishi kerak. SHunday qilib, skelet muskullarining qisqarish va bo'shshish jarayonida sodir bo'layotgan kimyoviy reaksiyalarning ketma-ketligini sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:

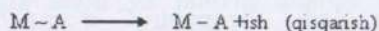




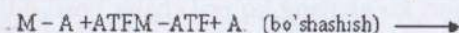
Miofibrillning ingichka ipi G- Aktinning faol markazi bilan miozin boshchalari o'rtasida ko'ndalang ko'prikchani (makroergikaktomiozinkompleksini) hosilbo'lishi.



Muskulning qisqarishi, ya'ni ATFning kimyoviy energiyasini mexanik ishga aylanishi.



Miozin boshchasi bilan aktin orasidagi ko'ndalang ko'prikchani uzilishi – bo'shashish:



### Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari

**ATF-** (adenozintrifosfor kislotalari) muskullarning qisqarishi va bo'shashishi uchun bevosita energiya manbasi bo'lib, makroerg birikma – adenozin trifosfat (ATF) yoki ATFning parchalanish reaksiyasi xizmat qiladi.

**Kreatinfosfat** -(K<sub>r</sub>F) muskullarda zaxira holida yig'iladigan makroerg birikma hisoblanadi.

**Kreatinkinaza reaksiyasi**-kreatinkinaza fermenti yordamida K<sub>r</sub>F va ADF perefosforlanib ATF va K<sub>r</sub> hosil bo'ladigan reaksiya.

**Miokinaza reaksiyasi**-miokinaza reaksiyasi bu reaksiya adenilatkinaza (yoki miokinaza A. fermenti ishtirokida ikki molekula ADF dan perefosforlanish hisobiga ATF va AMF hosil bo'ladi.

**Asetixolin** - nerv impulslarini muskul to'qimasiga o'tkazuvchi neyromediatoridir.

### Mavzuga oid test topshiriqlari

**1. Muskelning asosiy funksiyasi – bu:**

- a. struktura;      b. himoya;      c. yig'ish;      d. qisqarish

**2. Muskelning struktura – funksional birligi – bu:**

- a. muskul tolasi;      b. sarkomer;      c. miofibrillalar;      d. sarkolemma.

3. **Muskul tolasini 2 xilga bo'lishadi: oq tez qisqaradigan (FT) va qizil sekin qisqaradigan (ST). Bular bir-biridan quyidagi sifati bilan farqlanadi:**

- a. glikogen va yog'larni zahirasi bilan;
- b. kreatinfosfatni umumiy zahirasi bilan;
- c. mushak qisqarishining energiya ta'minot mexanizmlari bilan;
- d. oqsil biosintezining mexanizmlari bilan.

4. **Muskul tolasi hujayrasi boshqa organ va to'qimalarning hujayrasidan farqlanib o'z tarkibida ..... tutadi.**

- a. uoldji apparati;
- b. mag'iz (yadro);
- c. miofibrillalar;
- d. protofibrillalar.

5. **Muskulning qisqartiruvchi elementi bo'lib xizmat qiladi:**

- a. sarkomer;
- b. miofibrillalar
- c. mushak tolasi;
- d. sarkolemma.

6. **Sarkomer deb aytiladi –**

- a. ikkita A disk orasidagi masofa;
- b. A va I disklar orasidagi masofa;
- c. ikkita I disk orasidagi masofa;
- d. miofibrillardagi ikkita Z-membranalarining oralig'idagi masofa.

7. **Sarkomerning uzunligi genetikaga moyil omil bo'lgani uchun, u:**

- a. mashqlanish ta'sirida uzunlashadi;
- b. mashqlanish jarayo-nida qisqaradi;
- c. mashqlanish jarayonida o'zgarmaydi;
- d. a va b.

8. **Sarkoplazmatik retikulum (to'r)ning pufakcha va naycha-larida maxsus oqsil bo'lib, u ..... ionlarini bog'lab olish va bo'shatib yuborish vazifasini bajaradi:**

- a.  $Mg^{2+}$
- b.  $K^+$
- c.  $Na^+$
- d.  $Ca^{2+}$

9. **Sarkoplazmada  $Ca^{2+}$ Q ionlarning konsentratsiyasini ortishi bilan miozin ipi boshchasining manfiy zaryadlari neytrallashadi. Natijada ..... yaqinlashadi va ular o'rtasida "ko'prikchalar" hosil bo'ladi:**

- a. miozin ipining "boshchasi" va aktin ipining faol mar-kazi;
- b. aktin va tropomiozin;
- c. miozin va troponinlar;
- d. a va b.

10. **Muskul tolasining qisqarishida ..... orasidagi masofa kamayadi:**

- a. I disk va N-zona;
- b. A va I disklar;
- c. ikkita Z-membrana;
- d. I disk va M-zona.

**Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

- 1. Ko'ndalang-targ'il muskul (skelet muskuli) qanday biologik funktsiyani bajaradi?

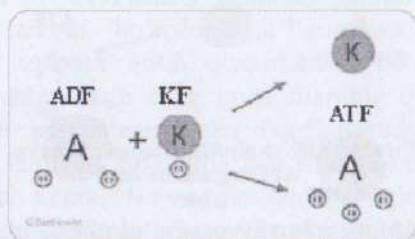


2. Muskulning struktura-funksional birligi bo'lib nima xizmat qiladi? Muskul tolasi deganda nimanı tushunasiz?
3. Muskul tolasi hujayrasining qaysi bir organoidi muskulning qisqartiruvchi elementi hisoblanadi?
4. Miofibrillalarning ikkita Z-membranasining oralig'i qanday nomlanadi?
5. Agarda sarkomerning uzunligi genetikaga moyil omil bo'lsa, u individual rivojlanish jarayonida va sport mashqlanish ta'sirida o'zgaradimi? Miofibrillalarda qanday qisqartiruvchi oqsillar bor?
6. Miozin oqsili molekulasining to'g'nog'ichsimon boshchasi qaysi fermentni faolligiga ega, ya'ni qaysi moddaning parchalanish reaksiyasini katalizlaydi (boshqaradi)?
7. Muskul tolasi qisqarganda miofibrillalardagi qaysi masofa kaltalashadi?
8. Muskullarning qisqarishi uchun qaysi bir kimyoviy modda bevosita energiya manbai bo'lib xizmat qiladi?

## XV BOB. MUSKUL ISH FAOLIYATIDAGI BIOENERGETIK JARAYONLAR

### 15.1. Muskul ishi uchun energiya manbalari

Mushak hujayralarida ATF yuqori miqdorda saqlanmaydi. SHu sababli mushaklar qisqarishi boshlanganida ATF resitezi tezlashgan darajada amalga oshishi lozim. ATF manbalarining uchta birlamchi manbalari mavjud bo'lib, ular quyidagi tartib bo'yicha: KrF, anaerob glikoliz va aerob jarayonlarda sarflanadi. Mashg'ulotlar uchun asosiy energiya manbalari jismoniy faoliyatning intensivligi va davomiyligiga bog'liq bo'ladi. Ushbu jarayonlarning energiyasi uchun uchta manbasi, ya'ni KrF, glikolitik va aerob manbalar hisoblanadi. Ushbu energiya hosil bo'lishi jarayonlari jismoniy mashg'ulotlarning muvofiq ravishda 1-10 sek, 10-60 sek va 60 sek dan yuqori vaqt davomida bo'lishini ta'minlaydi.



71-rasm. ATFning hosil bo'lishi

Energiya hosil bo'lishi tavsifining boshqa yo'li 71-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, unda turli distantsiyalarda yugurishning energiya manbalari keltirilgan. Shuni e'tiborga olish kerakki, 1-10 sek davom etadigan yuqori intensiv sprint yugurishlarda KrF ishlatiladi, 400 metrga yugurishda anaerob glikoliz, undan yuqori masofaga esa aerobik metabolizm ustunlik qiladi. Mushaklar uchun asosiy energiya manbalariga quyidagilar kiradi:

1) energiya manbalarining umumiy miqdori, undan yaqqol ko'rinib turibdiki, ATF ni tezroq hosil bo'ladigan manbalar chegaralangan (ayniqsa KrF va anaerob glikoliz uchun glikogen);

2) ATF hosil bo'lishi uchun energiya yagona manbai bo'lganida uning davomiyligi;

3) ular ATF hosil bo'ladigan maksimal darajasi.

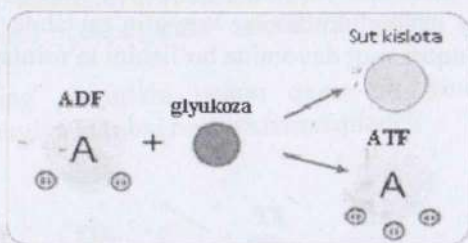


Adenozin trifosfat (ATF) mushaklar qisqarishi uchun foydalaniladigan energiya manbasi;

Kreatinfosfat (KrF) anaerob<sup>58</sup> glikoliz va aerob jarayonlar mashg'ulotlar davomida ATF ni qayta sintezlashi mumkin.

Yuqori intensiv mashg'ulotlar ularning muddati oshganida ATF hosil bo'lishi ko'p miqdorda talab ortadi va bu "tezkor" anaerob jarayonlar, ya'ni fosfokreatin (KrF) va anaerob glikoliz hisobidan amalga oshadi (72-rasm).

Mashg'ulotlar intensivligini boshqarishda past intensivlikda aerob energiya jarayonlari, masalan uglevodlar va yog'larning to'liq oksidlanishi zarur bo'ladi. Mushaklardagi ATF va KrF miqdori chegaralangan bo'ladi.



72 -rasm. ADF va glyukozadan sut kislova va ATFning hosil bo'lishi

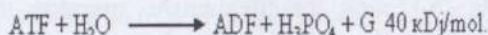
Shu sababli uzoq muddatli intensiv mashg'ulotlarda ularning jalb qilinishi zahirani pasaytiradi. Anaerob glikoliz sut kislotasining hosil bo'lishiga olib keladi va bu organizmning charchashni yuzaga keltiradi.

Energiyaning uglevodlar manbai (glikogen) yog'lar manbalariga nisbatan pastroq miqdorga ega. Oqsillardagi aminokislotalarning parchalanishi juda chegaralangan miqdorda mushaklarda energiya hosil bo'lishini ta'minlaydi.<sup>58</sup>

Muskulning qisqarishi va bo'shashi uchun bevosita energiya manbasi bo'lib, makroerg birikma – adenozin trifosfat (ATF) yoki ATFning parchalanish reaksiyasi xizmat qiladi. Odatda qabul qilinishicha, odam organizmida normal fiziologik sharoitda 1 mol ATF parchalanishida ajralib chiqqan energiya kJ ni tashkil qiladi. Tenglama bo'yicha ATF fermentativ parchalanganda qisqarish jarayonida mehanik ishga aylanadigan energiya ajralib chiqadi. oxirgi (uchunchi) makroerg

<sup>58</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 4-8)

fosfat bog'ini uzilganda har bir mol ATF dan 30 – 46 kilojulgacha energiya ajralib chiqadi.



Muskullarda ATFning miqdori nisbatan ko'p emas va 5 mmg/kg atrofida (yoki 0,25-0,40%) bo'ladi. Biroq, bir tomondan, muskullar o'zida ko'p miqdorda (5 mmg/kg dan ko'p) ATFni bo'la olmaydi, chunki bunday holatda miozin ATFfazasining substratli ingibirlanishi ro'y beradi. Bu esa muskullarning qisqarish va bo'shash jarayonlarining tezligini pasaytiradi. Natijada bajarilayotgan muskul ishining tezligi va intensivligi susayadi. SHu bilan birga muskullarda ATFning miqdori 2 mmg/kg dan kam bo'lishi mumkin emas.

Curunkali bunday holatda SR pufakchalari va sisternalaridagi "kalsiy nasosi" ( $\text{Ca}^{2+}$  - ATFazasi) ishlamay qoladi. Muskul to ATF zahirasi butunlay tamom bo'lishigacha qisqaradi va rigor holati rivojlanadi. Muskul toshdek qotib qisqarish va bo'shashi qobiliyatini yo'qotadi. Shuning uchun ham ATF muskullarning qisqarish jarayonida qanday tezlik bilan parchalanayotgan (sarflanayotgan) bo'lsa, uning zahirasi muskul ish faoliyati davomida ana shunday tezlik bilan tiklanib (resintezlanib) turishi kerak. Bu muskullardagi uglevodlar va boshqa organik birikmalarning anaerob va aerob oksidlanish jarayonlari bilan ta'minlanib turiladi.

### 15.2. ATF resintezining anaerob va aerob yo'llari.

Muskuldagi ATFning zaxirasi ko'p emas va 5 mM/kg atrofida yoki 0,25-0,4 % ni tashkil qiladi. Bu miqdordagi ATF faqat 3-4 yolg'iz maksimal kuchli qisqarishga etadi. Shu bilan birga muskullarda mikrobiopsiya usulini qo'llash yo'li bilan shu narsa aniqlandiki, ishlayotgan muskullarda ATFning konsentratsiyasi ishni boshlanishida biroz kamayib, so'ngra o'zgarimasdan bir darajada doimiy saqlanadi. Keratin fosfatning konsentratsiyasi esa ish boshlanishi bilan keskin kamayadi. Sut kislotasining miqdori aksincha ko'payib boradi. Bundan shunday xulosa qilinadi: muskul ish faoliyati davomida ishlayotgan muskullarda ATF qanday tezlik bilan sarflansa, taxminan shu tezlikda uning zaxirasi tiklanib (resentezlanib) turadi.

Haqiqatdan ham odam organizmida ATFni resentezlab turadigan bioenergitik jarayonlar borligi aniqlangan. Muskul ish faoliyatida



ATFning resentezi anerob sharoitda boradigan reaksiyalar davomida hamda kislorodning iste'moli bilan bog'liq bo'lgan hujayradagi oksidlanish jarayonlari hisobiga amalga oshishi mumkin. Odamning skelet muskullarida ATFning resintezlanishi mumkin bo'lgan uchta anaerob va bitta aerob jarayon borligi aniqlangan va 73-rasmda ushbu jarayonning sinflanishi keltilgan:

- kreatinkinaza reaksiyasi (alaktat anaerob jarayon) – ATFning resintezi kreatinfosfat (KrF) va

-ADFlarni perefosforlanishi hisobiga amalga oshadi;

- glikoliz (lakatsid anaerob jarayon) – ATFning resintezi uglevodlarning (glyukoza yoki glikogenni) sut kislotasigaCHA fermentativ parchalanishi davomida amalga oshadi;

- miokinaza reaksiyasi – ikki molekula ADFning perefosforlanish hisobiga ATF resintezlanadi;

- aerob jarayon – ATFning resintezi mitoxondriyada to'qimaning nafas olishida, ya'ni oksidlanishli fosforlanish jarayoni davomida amalga oshadi. Muskul ish faoliyatida ATF resintezining anaerob va aerob jarayonlarini miqdoriy baholash uchun uchta biokimyoviy kriteriyadan foydalaniladi:

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

- **hajm kriteriyasi** – energiya resurslarining umumiy zahirasini ifodalaydi;

- **samaradorlik kriteriyasi** – berilgan jarayonda ajralgan umumiy energiya bilan ATFning resintezlanishiga sarflangan energiyani o'zaro nisbatini ko'rsatadi.

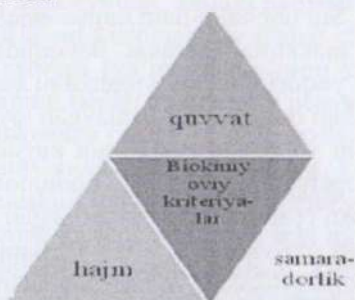
**Biokimyoviy kreteriyalar.** ATF resintezining anaerob va aerob mexanizmlari o'zlarining quvvat, hajm va samaradorlik ko'rsatkichlari bilan bir-birlaridan ancha farq qiladi. Quyida muskulda ATFning barcha resentez jarayonlarini va ularning ishga tushish tartibini ko'rib chiqamiz.

### 15.3. Kreatinkinaza reaksiyasida ATFning resintezi

Muskullarda ATFDan tashqari boshqa makroerg birikma – kreatinfosfat (KrF) bo'lib, uning miqdori ATFnikidan 3-4 marta ko'p, ya'ni 15-16 mMG`kg yoki 0,4-1,0%)ni tashkil qiladi. Muskulda ATFning konsentratsiyasi kamayishi bilan energiya ta'minotiga kreatinkinaza reaksiyasi kirishadi.



Bu reaksiyada ATFning esintezi KrF va ADFning perefosforlanishi hisobiga amalga oshadi. Ishlayotgan muskullarda keratinkenaza reaksiyasining tezligi bajarilayotgan ishning intensevligiga va muskul kuchlanishining kattaligiga to'g'ri proporsional bo'ladi (73-rasm). Kreatinkinaza reaksiyasi o'zining maksimal tezligiga muskul ishining 2-3 chi sekundlarida erishadi va 30 sekunddan keyin uning tezligini yarmisi qoladi. Muskul ishi boshlanish jarayonida birinchi bo'lib keratinkenaza reaksiyasi ATF resentezi jarayonida ishga kirishadi va musjullarda KrF ning zaxirasi ancha kamayguncha o'zining maksimal tezligi bilan ishlaydi. Ayniqsa, sportning sport o'yinlari turlarida, qaeda bajariladigan mashqlarning tezligi sharoitga qarab ko'p marta yo tezlashib, yo sekinlashib o'zgarib turadi.



73 -rasm. Biokimyoviy kriteriyalar

Ushbu reaksiyaning maksimal hajmi, ya'ni ATF va KrFlarning umumiy zahirasi maksimal intensivlikdagi mashqni berilgan quvvatini pasaytirmasdan 10-15 sekund davomida – bajarishga etadi. Kreatinkinaza reaksiyasining eng katta (maksimal) quvvati 3,8 kdj/kg/min. (900-1100kal/kg/min)ni tashkil qiladi. Bu reaksiya muskullarda ATFning konsentratsiyasini nisbatan doimiyiligini ta'minlaydigan o'ziga xos "energetik bufer" vazifasini bajaradi. Kreatinkinaza reaksiyasi osonlik bilan (engil) orqaga qaytar reaksiya. Ayniqsa sportning sport o'yinlari turlarida, qaeda bajarilayotgan mashqlarning tezligi sharoitga qarab ko'p marta yo' tezlashib, yo' sekinlashib o'zgarib turadi, kreatinkinaza reaksiyasi yo'nalishi yoki o'ngga – ATFni hosil bo'lishiga qarab, yoki chapga – KrFning zahirasini tiklashga qarab o'zgarib turadi. Biz oldin aytib o'tganimizdek, KrF darajasi YUIMga (yuqori intensivlikdagi mashq) mos ravishda sezilarli pasayadi. Haqiqatdan mushak KrF konsentratsiyasi YUIMning yagona faol to'plamida 80dan 15 mMga tushadi. 8.13-rasm KrF dagi 102 soniyadan ortiq maksimal mushak harakati natijasidagi



o'zgarishlarni ko'rsatadi va u deyarli barcha kamayishni namoyon etadi (Hultman et al., 1990). Biroq mavjud bo'lgan boshqa dalil KrF davolanish darajasi va mushaklarning kuch ishlab chiqarish darajasi o'rtasidagi ajralishni kuzatdi (MSCartney et al. 1986). Boshqacha qilib aytganda KrF qaytish mushak kuchining qaytishidan ko'ra tezroqdir. SHuningdek, ATF darajalari charchash nuqtasida yuqori bo'lib qola olar ekan, bu KrF ATF qayta sintezini chegaralash orqali mashqlarni chegaralashini ko'rsatmaydi.<sup>59</sup>Bu reaksiya lokal muskul ish faoliyatini biokimyoviy asosini tashkil qiladi. U qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni energiya ta'minotida hal qiluvchi ro'l o'ynaydi, jumladan: qisqa masofaga yugurish, sakrash, disk uloqtirish, og'ir atletika mashqlari, gimnastika va akrobatika elementlarini bajarish, velotrek, finisholdi tezlashishi va hokazolar.

KrFning buzilishi. Siz unchalik ham tanish emassiz, KrF gidroliz 10 soniyali davomiylikda maksimal harakat davomida ATF aylanishida muhimdir. KrF buzilishi yuqori intensiv yugurishni bajarish uchun sig'imi intensiv harakat davomidagi daqiqalarda kamaygan joylarda vaqtinchalik Bu, albatta, PSx buzilishi va resintezning vaqt kursida butun kuch bilan talab etilgan bir necha biopsiyaning bajarilishi nomunosibdir. Biroq YUIIM laboratoriya modellaridan topilmalarga asoslangan holda bu shunga o'xshaydiki, KrF buzilish individual to'qima to'plamida kattaroq bo'lish ehtimoli bor. Albatta ikkala glitsogen va KrF foydalanish 2 to'qima turida kattaroqdir, 30 soniyali yugurish yo'lakchasida yugurish davomida (Greenhaff et al., 1994). YUIIM davomida charchashga jalb etilgan metabolik omil sifatida KrF buzilishining ro'li maksimal 30 soniyali yugurish kuzatilgan energiya chiqishining yig'ilishi KrF resintezi orqali parallel bo'lgan kuzatuvlar orqali ko'rsatilgan (Bogdanis et al., 1995). Bundan tashqari 30 soniyali maksimal yugurishdan keyin 4 daqiqali dam olish 2 tur to'qimada KrF resintez uchun etarli emasdir (Casey et al., 1996).

Ushbu kuzatishlar YUIU sportlarda sportchilar uchun kreatin ta'minlovchi uchun ratsionallashgan qo'llashga etaklaydi va shu yo'sinda mavjud dalil charchashni bo'shatishda kreatinning ergogenik potentsialini qo'llaydi.

Kreatin ortishining 5 kunlari umumiy skelet mushak kreatin konsentratsiyasini dam olishni oshirish uchun etarlidir. Ushbu bajarish o'sish har bir to'plamdan oldin 2-to'qimaning turiga dam olish KrF

<sup>59</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK, Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 159)

konsentratsiyasiga ijobiy moslashtiriladi, lekin bu munosabat 1-to'qimada kuzatilmaydi.<sup>60</sup>

#### 15.4. Glikoliz jarayonida ATFning sintezi

Mushaklar qisqarishi boshlanishi bilan darhol anaerob glikoliz jarayoni boshlanadi. Anaerob glikoliz qisqa muddat ichida KKr kabi katta energiya ishlab chiqarmaydi, ammo uning ulushi 10-60 sekund ichida juda katta bo'ladi. Glikoliz davomida mushaklarda saqlangan glikogen va qonda mavjud glyukoza energiya ajralishi uchun moddalar ishlab chiqaradi. Glikoliz kislorod talab qilinmaydigan sitoplazmada sodir

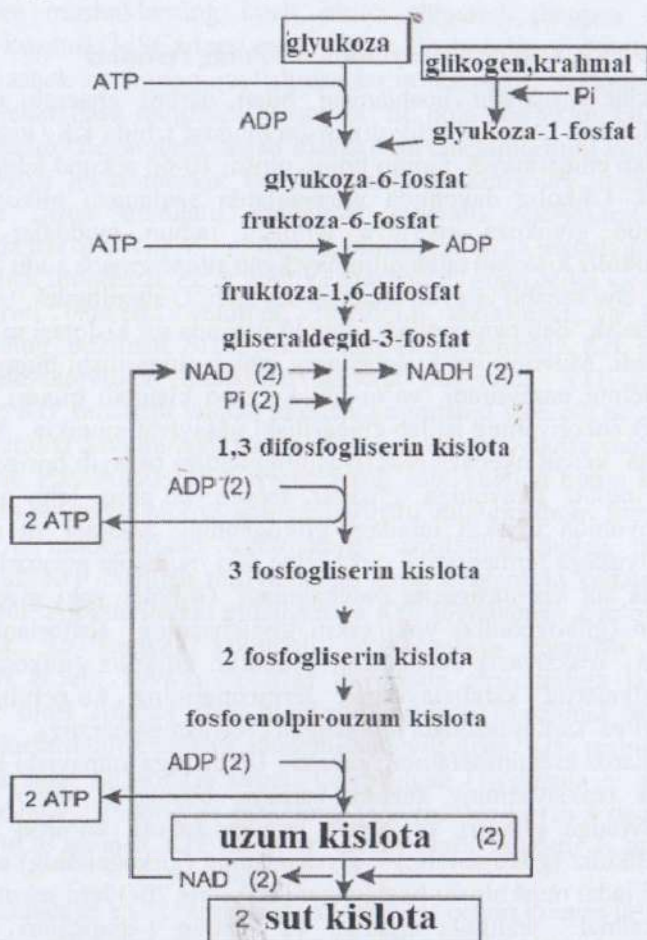
bo'ladi, shu sababli jarayon anaerob deyiladi. U shuningdek "anaerob sutli parchalanish" deb ham aytiladi, chunki natijada sut kislotasi mahsulot sifatida chiqadi. Muvofiq sut kislotasining ishlab chiqarilishi hujayraning pH ko'rsatkichini pasaytiradi (ya'ni uni ko'proq kislotali qiladi), va bu orqali keyingi energiyaning ishlab chiqarilishi pasayishi mumkin. Muskul ish faoliyatida kreatinkenaza reaksiyasining tezligi pasayib borishi bilan energiya ta'minoti jarayoniga glikoliz tobora ko'proq jalb qilinadi. Glikoliz jarayonida muskul ichidagi glikogenning zaxirasi va qondan kirayotgan glyukoza fermentative yo'l bilan ikki molekula pirouzum yoki ikki molekula sut kislotasigacha parchalanadi. Glikoliz yoki glikogeni fosforolizidan (glikogenoliz) yoki erkin glyukozaning fosforlanishidan (geksokenaza reaksiyasi) boshlanishi mumkin. Glikoliz (glikogenoliz) ayrim reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlarining ko'pchiligi SR membranalari va sarkoplazmada joylashgan (74-rasmga qarang).

Muskullarda kreatinfosfatning zahirasi 1/3 qismga kamayishi bilan oq kreatinkinaza reaksiyasining tezligi kamaya boshlaydi va ATFning sintez jarayoniga glikoliz va aerob jarayon tobora ko'proq kirisha boshlaydi. Glikoliz (glikogenoliz) – glyukozaning (glikogenning) anaerob parchalanishi jadal muskul ishi boshlangandan so'ng 20-30chi sekundlarda o'zining maksimal tezligiga erishadi va ishning 1-daqiqalari oxirida yangitdan sintezlanayotgan ATFning asosiy manbai bo'lib qoladi. Ammo muskullarda nisbatan uncha ko'p bo'lmagan glikogenning zaxirasini tez tugallanishi va hoisl bo'layotgan sut kislotasi hamda hujayra ichi pH ning pasayishini ta'sirida glikoliz zanjiri asosiy fermentlarining faolligini kamayishi mashqning davomiyligini oshishi

<sup>60</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 218)



bilan glikolizni tezligi pasayadi. Muskul ishi boshlangandan 15-daqiqa o`tgandayoq glikolizni tezligini yarimisi qoladi.



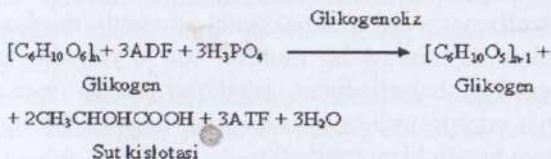
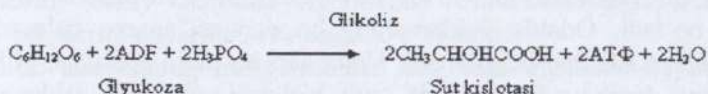
74-rasm. Glikoliz jarayoni va uning samaradorligi

Organizmdagi uglevodlarning umumiy zaxirasi va hujayra ichi pH ko'rsatkichlarini stabilizatsiya qilib turadigan buffer sestimalarini hajmi 30 soniyadan to 2-3 daqiqagacha intervaldagi mashqalarni berilgan intensivligini pasaytirmasdan bajarishni ta'minlaydi. Demak, ATF

resentezini glikoletik yo`lining hajmi ATF resentezining allaktat anaerob yo`lini hajmidan bir tartibda (10 martadan oshiqroq) ko`p.

Glikoliz jarayoni nisbatan unchalik yuqori bo`lmagan energetik samaradorligi bilan ajralib turadi. Chunki, 1 molekula glyukoza (yoki glikogenning 1 glyukoza qoldig`i) 2 molekula pirouzum yoki sut kislotasigacha anaerob jarayonida parchalanganida umumiy 2860 kJ/Mol energiyaning 240 kJ/mol i ajralib chiqadi. Qolgan energiya esa keyinchalik pirouzum (sut) kislotasining aerob oksidlanish jarayonida ajraladi. Demak, glikoliz dabomida ajralgan umumiy energiyaning (240 kJ/mol) 84 dan 125 kJ li ATFning makroerg fosfat bog`lariga aylanadi, ya`ni glikoliz jarayonida 2 molekula ATF (80 kJ) va glikogenolizda 3 molekula ATF (120 kJ) hosil bo`ladi. Shunday qilib, glikoliz jarayoning energetik samaradorligi umumiy ajralgan energiyaning taxminan 40% ni tashkil qiladi yoki foydali ish koeffesenti bo`yicha 0,4 ko`rsatkichi bilan ifodalanadi. Zo`riqqan muskul ishi sharoitida glikolitik yo`l bilan parchalanayotgan uglevodlarning asosiy miqdori sut kislotasiga aylanadi.

Anaerob ishga sut kislotasining to`planish darajasi bajarilayotgan mashqning intensevligi va davomiyligi bilan to`g`ri proporsional bo`lgan. Glikoliz va glikogenoliz jarayonlarining umumlashtirilgan tenglamalarini quyidagi ko`rinishda ifodalash mumkin: Ushbu tenglamadan ko`rinib turibdiki, glikoliz va glikogenoliz jarayonlarining energetik samaradorligi 2 va 3 molekula ATF ni yoki jarayonlarda ajralib chiqqan umumiy energiyaning 35-52% nitashkil qiladi.



Organizmdagi uglevodlarning umumiy zahirasi va hujayra ichi pH ko`rsatkichlarini barqaror qilib turadigan bufer sistemalarning hajmi, ya`ni glikoliz jarayoninin g maksimal hajmi 30 sekunddan to 2-3 minutgacha intervaldagi mashqlarni berilgan intensivligini pasaytirmasdan bajarishni ta`minlaydi. Demak, glikoliz jarayonining hajmi kreatinkinaza



reaksiyasining hajmidan bir tartibga (10 martadan oshiqroq) ko'p. Glikolizo'zinning nisbatan uncha yuqori bo'lmagan samaradorligi bilan ajralib turadi, ya'ni f.i.k. 0,35-0,52 gã teng, ajralib chiqayotgan energiyaning taxminan yarmicha (240 kDjdan 84-125 kDj) ATF molekulasidagi makroerg bog'ga aylanadi.

Hosil bo'lgan sut kislotasining har bir molekulasini ATFning 1-1,5 molekulasini resinteziga to'g'ri keladi. Anaerob ish vaqtida sut kislotasining yig'ilishi mashqning quvvati va umumiy davomiyligiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq bo'ladi. Muskullarning sarkoplazmasi sut kislotasining miqdorini ko'payishi muskul hujayrasida osmotis bosimni o'zgarishiga olib keladi. Shu bilan birga hujayralar aro bo'shlig'idagi suv muskul tolasi ishiga kirib, ularni shishiradi va tarangligini oshiradi. Muskullarda osmotik bosimni ko'p o'zgarishi og'riq sezishni sababi bo'lishi mumkin. Sut kislotasi plazmatik membrana orqali konsentratsiya gradienti bo'yicha qonga o'tib, bikarbonat bufer sistemasi bilan o'zaro ta'sir qiladi va natijada "nometabolik ortiqcha CO<sub>2</sub> (ExC CO<sub>2</sub>) ajralib chiqadi.



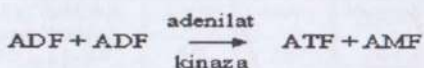
Ishlayotgan muskullarda glikolizning kuchayishini aks ettiruvchi omillar – sut kislotasining yig'ilishi, exC CO<sub>2</sub> ni paydo bo'lishi, pH-ning o'zgarishi va o'pkaning giperventilyatsiyasi odatda bajarilayotgan mashqning quvvati maksimal kritik quvvatning 50% ni tashkil qilganda namoyon bo'ladi. Odatda yuklamaning bu darajasi "anaero balmashinu vbo'sag'asi" (AAB deb belgilanadi. Unga qancha oldin erishilsa, glikoliz shuncha tez kuchayadi, natijada sut kislotasi yig'iladi ishlayotgan muskullarda toliqish rivojlanadi.

Shubilanbirga, glikoliz jarayoni submaksimal quvvatli muskul ish faoliyatini energiya bilan ta'minlashda muhim rol o'ynaydi; u 30 sekunddan 2-3 minutgaChA bajariladigan mashqlar (o'rta masofaga yugurish, 100-200 metrga suzish, trekda velosiped haydash va boshqalar) ni asosiy energiya manbasi bo'lib hizmat qiladi.

### 15.5. Miokinaza reaksiyasida ATFning resintezi

Sarkoplazmada hali ADFning konsentratsiyasi etarli darajada yuqori va ATF resintezining boshqa yo'llarini imkoniyati deyarli qolmaganda, ya'ni yaqqol toliqish holati ro'y berganda miokinaza reaksiyasi yuzaga

chiqishi mumkin. Bu reaksiyaning asosiy mohiyati shundan iboratki, unda adenilatkinaza (yoki miokinaza fermenti yordamida ikki molekula ADFning perefosforlanishi natijasida ATF va AMF hosil bo'ladi.



Miokinaza reaksiyasini "avariya" mexanizmi sifatida qabul qilish mumkin. Bu reaksiyani samaradorligi juda kam va organizm uchun nihoyatda foydasiz. Chunki, ikki molekula ADFdan bir molekula ATF hosil bo'ladi, ya'ni muskullarda ATFning umumiy zahirasini kamayishiga olib keladi. Hosil bo'lgan AMF dezaminirlanishga uchrab, energiya almashinuvining substrati bo'lmagan – inozinmonofosfatga aylanadi. Shu bilan birga, sarkoplazmada AMFning konsentratsiyasini bir oz ko'payishi uglevodlarning anaerob parchalanishiga asosiy fermentlarini aktivatori hisoblanadi va shu sababli ATF resintezi glikolitik yo'lining tezligini oshirishga imkoniyat yaratib beradi.

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

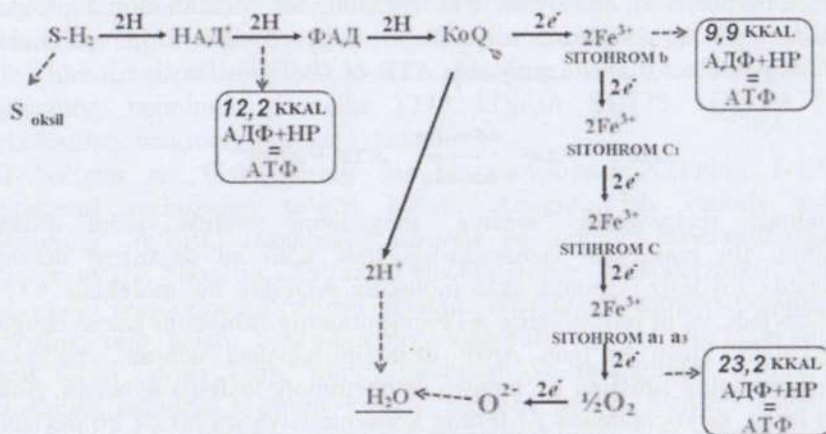
### 15.6. Aerob jarayonda ATFning resintezi

ATF resintezi aerob mexanizmi o'zining eng yuqori unumdorligi ajralib turadi: oddiy sharoitda organizmda resintezlanayotgan ATFning umumiy miqdorini deyarlik 90% unga to'g'ri keladi.

Aerob jarayonning tezligi muskul ishi boshlangandan keyingi 60-90nchi sekundlarda o'zining eng yuqori darajasiga erishadi. Jarayonning maksimal quvvati kreatinkinaza reaksiyasi va glikolizning maksimal quvvatlaridan ancha kam va 1,25 kJ/kg.minutni (250-450 kal/kg.min) tashkil qiladi.

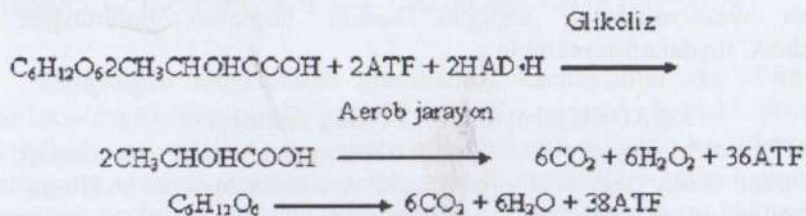
Aerob faoliyatlar doimiy ravishda past faoliyatli (odatda bir daqiqadan oshadigan) jismoniy mashg'ulotlarda amalga oshadi. SHunga e'tibor berish kerakki, yog'lar 25% VO<sub>2</sub> da (ya'ni yurish tezligida) ko'proq energiya sarfini talab qiladi, 50% energiya 65% VO<sub>2</sub> da (barqaror tezlikda) va 25% energiya 85% VO<sub>2</sub> da (ya'ni intensiv aerob faollik bilan sezilarli anaerob energiya jalb qilinganida sarflanadi (75-rasm).





75-rasm. Nafas olish zanjiri va energetikasi

Faol muskul ish vaqtida uglevodlarning anaerob va aerob oksidlanishning energetik balanslari quyidagi ko'rinishga ega:



Umuman olganda aerob jarayonda ajralib chiqayotgan energiyaning miqdori glikoliz jarayonida ajralgan energiyadan 10 martadan ham ko'proq. Bir molekula glyukozaning to'la  $6\text{CO}_2$  va  $6\text{H}_2\text{O}$  gacha parchalanganda 38 molekula ATF hosil bo'lsa, shundan 2 molekulasi anaerob glikoliz jarayonida, 36 molekulasi esa aerob jarayonda resintezlanadi.

## Jismoniy mashqlarning turli muddatlarida aerob va anaerob energetic manbalarning nisbati

Energiya mahsulotlari	Ishning davomiyligi							
	10 s	1 min	2 min	4min	10 min	30min	1 soat	2 soat
Anaerob	85	70	50	30	10	5	2	1
Aerob	15	30	50	70	90	95	98	99

Shunday qilib, ATF resintezining aerob yo'lini energetik samaradorligi 36 molekula ATFni yoki jarayonda ajralib chiqqan umumiy energiyaning 55-60%ni tashkil qiladi (f.i.k.q 0,55 – 60).

Ishlayotgan muskullarda aerob oksidlanishning substratlari sifatida glikogenning faqat muskullardagi zahirasi emas, balki uning jigardagi zahirasi, qondagi glyukoza, keton tanachalari, zahiradagi yog'lar, ba'zi bir hollarda hatto muskulning struktura oqsillari ishlatilishi mumkin. SHuning uchun ham aerob jarayonning umumiy metabolik hajmi juda katta bo'lib, uni aniq hisoblash ancha qiyindir. Aerob jarayonning maksimal quvvati bir me'yor ham O<sub>2</sub>ni foydali ishlatilish tezligiga, ham to'qimaga O<sub>2</sub>ni etkazib berish tezligiga bog'liq bo'ladi. Aerob jarayonning quvvati muskul ishini bajarish uchun ishlatilsa bo'ladigan kislorodning maksimal iste'molini (KMI) hajmi bilan belgilanadi. Sportchilarda bu miqdor 5,5-6 l/minutni tashkil qiladi. U O<sub>2</sub>ni iste'mol qilish tezligini ko'rsatgani uchun KMI ml. O<sub>2</sub> kg/min. bilan ifoda qilinadi. Sport bilan shug'ullanmagan yosh odamlarda KMI 40-45 ml/kg.min. (800-1000 Dj/kg.min.)ga, halqaro sportchilarda esa – 80-90 ml/kg/min (1600-1800 ml/kg/min)ga teng (77-rasm).

ATFning aerob jarayonda resintezlanish yo'li 3 minutdan bir necha soatgacha bajariladigan barcha tip mashqlarning asosiy energiya manbasi bo'lib hizmat qiladi. Qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarida eng ko'p miqdorda mitoxondriyalar, nafas olish sikli fermentlarining miqdori va yuqori faolligi aniqlangan. Shuning uchun ham, mashqlarni bajarayotganda yuklama ko'taradigan muskullarning tarkibida ana shu tolalarning miqdori (foyizi) qancha ko'p bo'lsa, sportchilarda shuncha maksimal aerob quvvat katta va ularning uzoq muddatli mashqlarda erishadigan yutug' darajalari shuncha yuqori bo'ladi.



### **15.7. Har xil quvvatli va davomiylikdagi mashqlarda ATF resintezining anaerob va aerob jarayonlarini nisbatlari**

Muskul ishi vaqtida energiya hosil bo'lish dinamikasida ma'lum qonuniyat kuzatiladi. Ishning boshlanishi bilan uning birinchi sekundlarida (birinchi 10-12 sek.) mashqning energetikasida kreatinkinaza reaksiyasi ustunlik qiladi. So'ngra glikoliz jarayoni tobora safarbar etiladi. Ishning 30 chi sekundidan 2,5 minutigacha bo'lgan oralig'ida o'zining eng katta quvvatiga erishadi. Sut kislotasini to'plana borishi va ishlayotgan muskullarga kislorodni etkazib berishi kuchayishi bilan glikolizning tezligi asta-sekin kamayadi va ishning 2-3chi minutlarida energiya ta'minotini aerob jarayon o'z zimmasiga oladi. Mashqlarning davomiyligi 5-6 minutgacha oshishi bilan energiyaning aerob hosil bo'lish jarayonining tezligi tez osha boshlaydi va ishning uzoq davom etishida kam o'zgaradi yoki o'zgarmaydi.

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

### **15.8. Energiya tizimlari va yugurish tezligi**

Jahon rekordlari statistikasiga asosan, odam maksimal sprint tezligini taxminan 200 m da erishadi. 100 va 200 m uchun jahon rekordlari o'rtacha tezligi deyarli bir xil, ya'ni muvofiq ravishda 22,4 va 21,6 mil/soat. Ammo masofa ortishi bilan tezlik pasayadi. Marafon jahon rekordi uchun o'rtacha tezlik 12,1 mil/soat, ya'ni sprint jahon rekordining 55% ni tashkil qiladi. Bu marafon masofasi sprint masofasiga nisbatan deyarli 200 marta ortiq bo'ladi.

Oliy sprint va marafon sportchilari uchun katta rol o'ynasa ham, muvaffaqiyat uchun odam energiya tizimi yuqori amaliyotga ega bo'lib, tayyorlangan bo'lishi lozim. Misol uchun, sprintda 200 m ga o'rtacha 22 mil/soat tezlikka erishish uchun kerak bo'lgan energiya va marafonda yugurish uchun o'rtacha 12,1 mil/soat tezlikka erishadi. Zarur bo'lgan energiya ikkita turli xil energiya tizimidan olinadi (turli xil tezlikka yugurishda ustivor bo'lgan energiya tizimlari 78-rasmda keltirilgan). 100

m gacha sprintda yugurish uchun birlamchi energiya manbasi KrF bo'ladi. 100-400 m ga yugurishda asosiy energiya manbai anaerob glikoliz 800 m dan yuqori masofalarga yugurishda esa atletlarda aerob metabolizm ishlaydi.

Glikogen va yog'lar ishlatilishi darajasi belgilangan yugurish tezligiga qarab o'zgaradi. Marafon masofada yugurishda glikogen ishlatilishi darajasi pastroq bo'lishiga qaramay, uning davomiyligi glikogen zahirasi tugashini oshiradi. Aksincha glikogen sarfi 5000 m masofada ancha yuqori ammo glikogen zahirasi tugashi darajasi yuqori bo'lmaydi va jarayon uzoq davom etmaydi.

Tezlikning maksimal pasayishi masofa 200 m dan 1500 m gacha oshganida taxminan 7 mil/soatga tushadi. Bunda, masofa 1500 m dan 42,2 km ga oshganida tezlikning maksimal pasayishi ko'pi bilan 3,5 mil/soatga etadi. O'rtacha hisobda, sog'lom, yuqori malakali bo'lmagan erkak sportchi 100-200 m sprintni o'rtacha taxminan 1-18 mil/soat tezlikda va marafonni o'rtacha 6-8 mil/soat tezlikda yugurib o'tadi. Yuqori yugurish tezligini uzoq muddatda saqlab turish imkoniyati yo'qligini yaqqol ko'rsatib beradi.

Yuqorida turli xil energiya manbalari sanab o'tildi. Turli xil energiya manbalari ATF ni turli darajalarda sintezlab beradi.

KrF reaksiyasida ATF hosil bo'ladigan jarayonlar orasida eng tez amalga oshadi. Mushaklarda hisoblab chiqilgan 9mmol/kg miqdorda anaerob glikolizdagi ATF hosil bo'lish darajasidan deyarli ikki marotaba ortiq. U o'z navbatida uglevodlarning aerob oksidlanishi jarayonidan deyarli ikki marotaba ortiq bo'ladi. So'ng uglevodlarning aerob parchalanishi yog'lar miqdoriga nisbatan ATF ni ikki marotaba tezroq boradi. Shu sababli sitoplazmadagi energiya jarayonlari ATF ni mitoxondriyada kislorod ishtirokidagi jarayonlarga nisbatan tezroq ishlab chiqaradi. Uglevodlar ATF ni yog'larga nisbatan tezroq ishlab chiqaradi. Keyingi bo'limlarda KrF ning ATF ni hosil bo'lishi reaksiyani, anaerob glikoliz o'nta reaksiyagacha borishini, glyukozaning aerob parchalanishi esa 26 ta reaksiyagacha (agar TSA xalqasi ikki marotaba ishlatiladi. Yog' kislotalarining to'liq oksidlanishi taxminan 90-100 ta reaksiya borishini ko'rib chiqamiz. ATF ning hosil bo'lishi turli xil darajalarga ega.

Mushaklarda KrF ning ma'lum miqdorda bo'lishi va anaerob glikolizdan ATF ning tez hosil bo'lishi natijasida sut kislotasi hosil bo'lishi bo'lgan holda shunisi ma'lum bo'ladiki, sport sprint tezligida marafonni yugurib o'ta olmaydi. Chunki KrF miqdori umuman sarflanadi yoki mushaklardagi pH ko'rsatkichi sut kislotasi sababli o'ta kislotali



bo'lib qoladi. Qo'shimcha tarzda, mushak va jigardagi uglevodlar (glikogen) miqdori ham sarflanganda ular marafonni to'liq o'tishi uchun energiya manbai bo'la olmaydi. Yog' kislotalarning energiya sarfi sifatida bu tezlikda jalb qilish mushkul chunki yog' kislotalari ATF hosil bo'lishi miqdori juda past – bundan esa shu ma'lumot chiqadiki, energiya zahiralari tugab borishi bilan yugurish tezligi ham pasayadi.

### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

**Ishning kislorod ehtiyoji-** organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojini aerob jarayonlar hisobiga to'la taminlashga kerak bo'lgan kislorodning miqdori tashkil qiladi.

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

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

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

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

**Maksimal anaerob quvvat-**odam uchun maksimal mumkin bo'lgan quvvat maksimal anaerob quvvat (MAQ) nomini olgan. Bunday quvvatli mashqlarda ATFning kreatinkinaza reaksiyasidagi resintezi o'zining eng yuqori maksimal darajasiga erishadi.

### **Mavzuga oid test topshiriqlari**

**1. Startoldi holatida ..... gormonining hosil bo'lishi va uni qonga o'tishi ko'payadi:**

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| a. vazopressin; | c.. insulin;  |
| b.iroksin;      | d. adrenalin. |

**2. Simpatik nerv sistemasi va adrenalinning birgalikda ta'siri ..... ga olib keladi:**

- aylanayotgan qon almashinuvini ko'payishi;
- yurak qisqarishining tezligini oshishi;
- sut kislotasining miqdorini kamayishi;
- a va b.

**3. Qonning kislorod hajmi (100 ml qonning biriktirib oladigan O<sub>2</sub> ning miqdori) ..... ga teng bo'ladi:**

- a. 21-22 ml O<sub>2</sub>;
- b. 10-15 ml O<sub>2</sub>;
- c. 16-19 ml O<sub>2</sub>;
- d. 25-30 ml O<sub>2</sub>.

**4. Ishning kislorodga bo'lgan ehtiyoji – bu:**

- a. mo'ljallangan ishni bajarish uchun kerak bo'lgan O<sub>2</sub> miqdori;
- b. aerob jarayonlar hisobiga organizmning energiya ehtiyoji to'la ta'minlash uchun kerak bo'lgan O<sub>2</sub> miqdori;
- c. ish vaqtida sarflangan O<sub>2</sub> miqdori;
- d. a va b.

**5. Ishning kislorodli kirimi – bu:**

- a. ish vaqtida real iste'mol qilingan O<sub>2</sub> ning miqdori;
- b. kislorodni maksimal iste'moli;
- c. mo'ljallangan ishni bajarish uchun kerak bo'lgan O<sub>2</sub> ning miqdori;
- d. O<sub>2</sub> qarzini uzish uchun ketadigan O<sub>2</sub> miqdori;

**6. Ishdan so'ng organizmning anaerob almashinuv mahsu-lotlarini to'la oksidlash uchun yoki ularni boshlang'ich moddalargacha resintezlash uchun ishlatadigan O<sub>2</sub> miqdorini .....degan nom bilan yuritiladi:**

- a. kislorod defitsiti;
- b. kislorodga bo'lgan ehtiyoj;
- c. kislorodni maksimal ehtiyoji;
- d. kislorod qarzi (O<sub>2</sub> -qarzi).

**7. Ishning kritik quvvati (Wkr) – bu:**

- a. birinchi marotaba glikoliz jarayonini kuchayishi (tezlashishi) kuzatiladigan mashqlar quvvati;
- b. KMI darajasiga etadigan mashqlar quvvati;
- c. odam uchun maksimal bo'lgan quvvat;
- d. glikoliz jarayoni eng yuqori darajaga etadigan mashqlar quvvati.

**8. Glikoliz jarayoni o'zining eng yuqori darajasiga etadigan mashqlar quvvati ..... deb ataladi.**

- a. maksimal anaerob quvvat (MAQ);
- b. ishning kritik quvvati;
- c. holdan toyish quvvati;
- d. anaerob almashinuv bo'sag'asi (AAB).

**9. Odamning maksimal anaerob quvvati namoyon bo'lganda o'zining eng yuqori darajasiga etadi:**

- a. glikoliz jarayoni;
- b. ATF ning anaerob resintez yo'li;
- c. kreatinkinaza reaksiyasi;
- d. miokinaza reaksiyasi.

**10. Birinchi marotaba glikoliz jarayonining kuchayishi (tezlashishi) kuzatiladigan mashqlar quvvati .....deb ataladi.**



- a. maksimal anaerob quvvat;
- b. holdan toyish quvvati;
- c. kritik quvvat;
- d. anaerob almashinuv bo'sag'asi (AAB).

### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Start oldi holatida sportchining organizmida qanday biokimyoviy o'zgarishlar kuzatiladi?
2. Muskullarni energiya bilan ta'minlash imkoniyatini aniqlashda qaysi bir omil muhim ahamiyatga ega?
3. Odam organizmining energiyaga bo'lgan ehtiyoji aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlash uchun kerak bo'lgan kislo-rodning miqdorini nima deb ataladi?
4. Organizmning ishdan so'ng dam olish davrida anaerob jarayonlarning mahsulotlarini oksidlanishini tugallash va ish vaqtida sarflangan energiya manbalari zahirasini boshlang'ich darajasigacha qayta tiklash uchun sarflaydigan kislorodni qanday nom bilan yuritiladi?
5. Muskul ish faoliyatida sportchi organizmida energiya manbalari qanday tartib bilan sarflanadi?
6. Kislorodning iste'mol qilish tezligi o'zining maksimal darajasiga etganda mashqlarning quvvati qanday quvvat deb ataladi?
7. Jismoniy mashqlarning qanday holatdagi quvvatiga "holdan toyish" quvvati deb aytiladi?
8. Odamning maksimal anaerob quvvati (MAQ) deyilganda nimani tushunasiz?
9. Mashq vaqtida anaerob glikoliz jarayonini birinchi marotaba tezlashishi (kuchayishi) qanday nom bilan yuritiladi?
10. Bajarilayotgan ishning quvvati bilan uning bajariladigan vaqtini o'rtasida qanday o'zaro bog'lanish bor?





Yaxshi tayyorlangan velosipedchi misolida izohalanishi mumkin. Ushbu misolda, 33% da erishiladi qolgan 67% maksimal aerobik kuch o'rnida mashq intensivligini ifodalaydi. Shu sababli haddan ortiq mashq deb atalishi mumkin. Yuqori intensiv mashqlar haddan ortiq mashqqa teng. Velosiped minish, yugurish va maksimal qisqarish (MVC.larning) qo'llanilishi asosiy muskul guruhlari uchun biopsiya va qon tahlillaridan foydalanishning nisbatan osonligi sababli izlanishlarda qamrab olingan mashqning asosiy shaklidir. Magnit-rezonans stretoskopiya (MRS)dagi eng so'nggi yangiliklar fosforli metabolitlar (ATF, ADF, AMF va F)ni "real vaqt"da hisoblanadi. Shuningdek faol muskul ishdagi pHdagi o'zgarishlarni aniqlash imkonini yaratdi.

Yuqori intensiv mashqlarning ko'pchilik shakllari statikdan ko'ra ko'proq dinamik bo'lganligi sababli ham, MRS yoki biopsiya natijalarining qiymatlari e'tibor bilan qo'llanilishi kerak. Shu o'rinda, ilmiy manbalarda ta'kidlanishicha metabolitlardagi miqdoriy o'zgarishlar Haltman va uning jamoadoshlari tomonidan MVC va biopsiya ma'lumotlarini qo'llab, izohlangani qayt etish lozim.<sup>61</sup>

Muskul ish faoliyatidagi biokimyoviy o'zgarishlar faqat ishlayotgan muskullardagina emas, balki organizmning boshqa organ va to'qimalarida ham sodir bo'ladi (76-rasm). Shuningdek, bu o'zgarishlar faqat mashqlarni bajargan vaqtda emas, balki u ish boshlanishdan oldin, ya'ni start oldi holatida sodir bo'la boshlaydi. Fiziologik nuqtai nazardan start oldi holatida bir qator endokrin bezlarning faoliyati faollashadi (jumladan, gipofiz va buyrak usti bezining mag'iz qismi) va adrenalin gormonining hosil bo'lishi va qonga o'tishi kuchayadi.

Simpatik nerv sistemasi va adrenalinning birgalikdagi ta'siri yurakning qisqarish chastotasi va aylanayotgan qonning almashinuvining tezlashtirishga olib keladi. Energiya almashinuvining oraliq mahsulotlarini (AMF, SO<sub>2</sub>, sut kislotasi) muskullarda hosil bo'lishi, K<sup>+</sup> ionlarini hujayradan chiqarib tashlanishi va atsetilxolinning ajralishini kuchayishi muskullardagi kapillyarlarning devorlariga ta'sir qilib, ularni kengayishga olib keladi. Shu vaqtning o'zida adrenalin ichki organlarning qon tomirlarini toraytiradi. Natijada muskul ishi boshlanishi bilan organizmda qon oqimi qaytadan taqsimlanib, ishlayotgan muskullarni qon bilan ta'minlanishi yaxshilanadi. Biokimyoviy nuqtai nazardan start oldi holatiga gaz almashinuvining kuchayishi aerob oksidlanish jarayonining intensivligini oshganidan dalolat beradi.

<sup>61</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 145)

Ko'pincha anaerob glikolizning kuchayishidan dalolat beruvchi sut kislotasining miqdorini ko'payishi ham kuzatiladi. Bir qator tadqiqodchilarning fikricha start oldi biokimyoviy o'zgarishlar va mashqlarni bajaragan vaqtda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlarning xarakteri o'rtasida o'zaro bog'liqlik bor. Bundan tashqari, jismoniy mashqni bajarayotganda qonda qaysi bir metabolitning miqdori ko'proq orqasida, start oldi holatida ham ana shu metabolitning miqdori shuncha oshadi. Musobaqa oldidagi start oldi o'zgarishlari mashqlanish mashg'ulotlari o'zgarishidan katta bo'ladi. Musobaqaning javobgarligi qancha katta bo'lsa, start oldi biokimyoviy o'zgarishlar shuncha katta bo'ladi. Umuman olganda, moddalar almashinuvining shartli reflektorli start oldi o'zgarishlari o'ziga xos "psixik razminka" vazifasini bajarib, organizmning funksional qobiliyatlarini yaxshilashga yordam beradi. SHU bilan birga yuqori malakali sportchilar mo'tadil, lekin juda aniq start oldi biokimyoviy o'zgarishlari hosil bo'ladi.

## **16.2. Muskul ish faoliyatida organizmning energetik resurslarini jalb qilinishi.**

Skelet muskullaridagi moddalar almashinuvi birinchi navbatda qisqarish va bo'shshish uchun bevosita energiya manbasi sifatida ATFni sarflashga yo'naltirilgan. Skelet muskullarining "yonilg'isi" sifatida ularning faollik darajasiga ko'ra glyukoza, glikogen, erkin moy kislotalari yoki keton tanachalari ishlatilishi mumkin. Tinch holatdagi muskullarda energiya almashinuvining asosiy substrati bo'lib, jigardan qon bilan etkazib berilayotgan erkin yog' kislotalari yoki keton tanachalari hizmat qiladi. Bu substratlar oksidlanish yo'li bilan parchalanib, atsetil-KoAga aylanadi. So'ngra atsetil-KoA Krebs siklida CO<sub>2</sub> gacha oksidlanadi.

Mo'tadil quvvatli mashqlarni bajaranda muskullar yog' kislotalari va keton tanachalaridan tashqari qondagi glyukozani ham ishlatadi. Maksimal quvvatli muskul ishini bajarilayotganda muskullarning qisqarishi va bo'shshishiga sarflanayotgan ATFning miqdori shuncha ko'payib ketadiki, qon bilan energetik substratlar va kislorodni etkazib berish tezligi orqada qoladi, ya'ni etarli bo'lmaydi. Bunday sharojtda muskullarni o'zida jamlanib qolgan glikogen ishlatila boshlanadi va u anaerob glikoliz yo'li bilan sut kislotasigacha parchalanadi. Uzoq muddatli mashqlarni bajaranda muskullarning glikogen zahirasi etmay qolishi mumkin, bunday xolda muskullardagidan boshqa energiya manbalari ishlatila boshlanadi, ya'ni muskullardagidan tashqari energiya manbalari, birinchi navbatda jigarning glikogeni ishlatiladi. Kritik sharojtda yoki eng



katta quvvatli qisqa muddatli mashqlarni bajarayotganda skelet muskullarini maksimal miqdordagi ATF bilan ta'minlaydigan yo'l ham bor. Bu yo'l ATFning kreatinkinaza reaksiyasida sintezlanishidir. Yuqorida ko'rsatilganidek, bu reaksiyada muskullardagi KrF va ADF perefosforlanib ATF hosil bo'ladi. SHunday qilib, odam organizmida uchta turli energiya manbalari – alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob jarayonlar bor. Ularning har biri berilgan jarayondagi energiya ajralib chiqish tezligi, substratlarning miqdori va ulardan foydalanish samaradorligi bilan o'zaro bir-biridan keskin farqlanadi. Organizmdagi energiya manbaalarining substratlari quyidagi tartibda ishlatiladi (77-rasm):



77-rasm. Organizmdagi energiya manbaalarining ishlatilishi

### **Yuqori intensiv mashqlar davomida energiya ishlab chiqarilishi**

Tinch holatda turgan bilan taqqoslaganda yuqori intensiv mashqlarning ATF foydalanishida yuz baravar kuchlanishni talab qiladi., Talab qilinayotgan ATF darajasi juda yuqori ekanligini nazarda tutish muhimdir. Haqiqatdan ham, talab qilinayotgan ATF darajasi shunchalik yuqori kerakli energiya uchun kislorod ta'minotini etkazib berish imkoniyati kamdir. Agar haqiqiy kislorod ishlatilishi tinch holatdan mashqning barqaror holatiga nisbatan barqaror holatga erishishdan oldin vaqtda kechikishi borligini ko'rish mumkin. Mashq davomida talab qilinadigan kislorod miqdori bilan haqiqatda iste'mol qilinadigan kislorod orasidagi farq kislorod tanqisligi deyiladi. Ushbu kechikish fazasida, muskulning qisqarishi uchun kerak bo'ladigan energiya shuningdek, PDH majmuasining ishlashi uchun zudlik bilan etarlicha kislorod bilan ta'minlovchi yurak-qon-tomir tizimi etishmovchiligini kompensatsiyalab, anaerobik manbalardan keladi. Barqaror holatga erishilganda, kislorod yutilishi talab qilinayotgan kislorodga teng bo'ladi. Agar yuqori intensiv mashqlar davomida asosiy energiya manbalari haddan ortiq bo'lganda bu holatda kislorod tanqisligi ancha yuqori bo'ladi. Mashq davomida qayta tiklanmaydi chunki yurak-qon-tomir tizimi muskulga etarlicha kislorod etkazib bera olmaydi. Natijada esa kerakli energiyani to'la ta'minlay olmaslik kelib chiqadi. Yuqori intensiv mashqlar davrida kislorod etishmovchiligi aks ettirilgan va bunda barqaror holatga erishib bo'lmasligini kuzatish mumkin. Energiya- iste'moli uchun iste'mol

qilingan O<sub>2</sub> va yuqori intensiv mashqlar darajasi uchun kerakli O<sub>2</sub> ga miqdoriga asoslanib olib boriladi. Bu maksimal kislorod etishmovchiligi (MAOD. deb ataladi. Bu jarayonlarda aerobik metabolizmning kislorod talab qiluvchi jarayonlarida energiya hosil bo'lishi ehtimol bo'lgani sabab, ushbu barcha reaksiyalar sitoplazmada amalga oshadi. Bu nafaqat muskulga boruvchi kislorod tanqisligining balki allosterik ta'sirlar, misol uchun KrF emirilishi, glyukoza va glikogenoliz kabi qator reaksiyalarni amalga oshirgani sabab ham energiya hosil bo'lish jarayonini "jadallashuv" boshlanadi. Yana bir jarayondan muhimi miokinaza yoki adenilatkinaza reaksiyasi hisoblanadi. YUqori intensiv mashqlar davomida etarlicha ADF miqdori sitoplazmada miokinaza fermentining faolligini kuchaytiradi. Ferment ADFning ikkita molekulasini ATF va AMF ga aylantiradi.



ATF muskul qisqarishi uchun qo'llanilganda, AMF PNC dan ajratib olinadi. PNCning yakuniy mahsulotlaridan biri ammoniy bo'lib, 100% VO/max dan ortiqroq mashqlar kuchlanishida plazmadagi oshishlarni ko'rsatadi. Haqiqatda ham, mashq intensivligi oshishi natijasida, plazmada paydo bo'ladigan ammoniy hosil bo'ladi<sup>62</sup>.

### 16.3. Muskul ish faoliyatida kislorodni tashilishi va iste'mol qilinishi

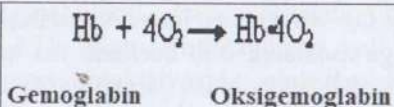
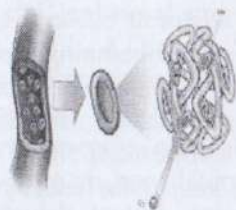
Kislorodni etkazib berish va ishlatilish tezligi ishlayotgan muskullarni energiya bilan ta'minlash imkoniyatini belgilovchi eng muhim omillardan biri hisoblanadi.

Nafas olayotgandagi kislorodning asosiy qismi (98,5% atrofida) qonda eritrotsitlarning gemoglobini bilan bog'lanib, uni oksigemoglobinga aylantiradi. Qolgan ozgina qismi (0,3 ml O<sub>2</sub> 100 ml qon zardobida) qon zardobida eriydi. Normal sharoitda katta yoshdagi odamlarning (erkaklar) 100 ml qonida 140-160 g gemoglobin bo'ladi. Harorat 0°C va bosim 760 ml sim.ust. bo'lganda 100 g gemoglobin 134 ml kislorodni bog'lab olish qobiliyatiga ega (78-rasm).

Shundan qonning kislorod sig'imi 21-22 ml O<sub>2</sub> ga teng bo'ladi (erkaklar uchun). Ayollarning qonida bu ko'rsatkich bir oz kamroq, ya'ni ularning qonida 13-14 g gemoglobin bo'ladi va shu sababli ularning qonini

<sup>62</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 146)





78-rasm.Kislorodning tashilishi

O<sub>2</sub>- sig'imi 18-19 ml O<sub>2</sub> ga teng bo'ladi. Odatda tinch holatda yurak minutiga 5-6 l qonni xaydaydi, ya'ni o'pkadan to'qima va organlarga 1000-1200 ml kislorodni tashiydi.

Yuqori intensivlikdagi muskul ishi vaqtida tashilayotgan qonning hajmi minutiga 30-40 litrga etadi, qon bilan tashilayotgan kislorodning hajmi esa 5-6 l. Ni tashkil qiladi, ya'ni 20 marta ko'payadi. Biroq, kislorodga bo'lgan ehtiyoj birdaniga qoniqtirilmaydi. chunki, nafas olish va qon aylanish sistemalarining faoliyatini kuchayishi va kislorodga boyigan qon to'qima organlarga etib borishi uchun vaqt kerak. Bir me'yordagi ishda, agar yurakning urishi minutiga 150 dan oshsa, kislorodning iste'mol qilish tezligi to metabolik jarayonlarning turg'un holati boshlanmaguncha ortib boradi va nihoyat kislorodning maksimal iste'moli (KMI) darajaga erishadi. Bunday turg'unlik holat in turg'unlik holat deb ataladi.

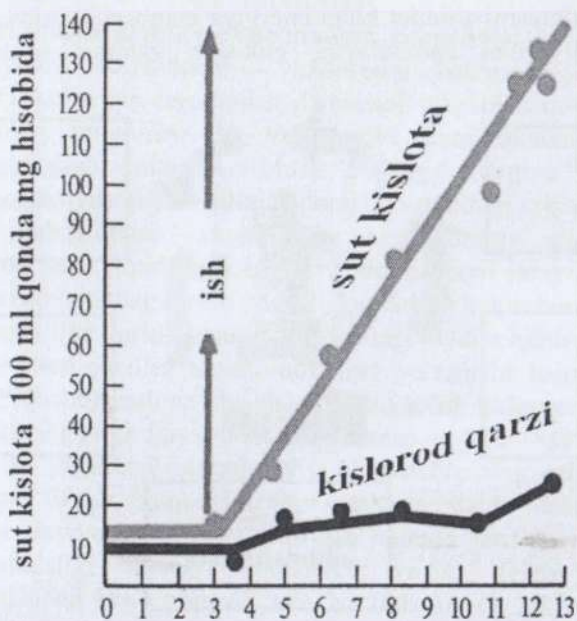
Turg'unlik holatida kislorodning iste'mol qilish darajasi bajarilayotgan mashqning quvvatiga bog'liq bo'ladi. Kislorodning iste'molini maksimal darajasi uzoq vaqt ushlanib turila olmaydi.

Uzoq davom etadigan ish vaqtida toliqishni rivojlanishi sababli uning tezligi pasayadi. Har bir ishni bajarish uchun ma'lum miqdordagi kislorod talab qilinadi. Organizmning energiyaga bo'lgan ehiyojini aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlashga kerak bo'lgan kislorodning miqdori ishning kislorod ehtiyoji (kislorodga bo'lgan talabi) deb ataladi.

Intensiv ishni bajarganda kislorodning real iste'moli (ishning kislorod kirimi) ishning kislorod ehtiyojidan doimo kichik (kam) bo'ladi. Ishning kislorod ehtiyoji bilan real iste'mol qilingan kislorodning farqi kislorod defitsiti deb ataladi. Kislorod defitsiti bajarilayotgan mashqlarning quvvatiga bog'liq bo'ladi, ya'ni mashqning quvvati qancha katta bo'lsa, defitsitining qiymati ham shuncha katta bo'ladi.

#### 16.4. Muskul ishi vaqtida kislorod qarzini hosil bo'lishi

Kislorod defitsiti sharoitida ATF resintezining anaerob reaksiyalari faollashadi, bu anaerob parchalanishning to'la oksidlanmagan mahsulotlarini organizmda yig'ilishiga olib keladi. Ana shu mahsulotlarni yo ularni ohirgi mahsulotlargacha ( $\text{SO}_2$  va  $\text{N}_2\text{O}$ ) to'la oksidlash yo'li bilan yo boshlang'ich moddalargacha resintezlash yo'li bilan hamda sarflangan energetik substratlarning zahiralarni to'ldirish yo'li bilan to'la bartaraf qilish uchun qo'shimcha miqdorda kislorod kerak bo'ladi. Ana shu tiklanishga kerak bo'lgan ortiqcha kislorod kislorod qarzi nomi bilan yuritiladi (79-rasm). Kislorod qarzi doimo kislorod defitsitidan katta bo'ladi va bajarilayotgan ishning quvvati va davomiyligi qancha ko'p bo'lsa, ushbu farq ham shuncha katta bo'ladi.



79-rasm. Kislorod qarzi, l

Turli xarakterdagi ishlar vaqtida har xil omillar kislorod qarzining hosil bo'lishini etaklovchi omili bo'lib qoladi. Masalan, qisqa muddatli mashqni bir marta bajarganda kislorod qarzini hosil bo'lishida KrF va ATF ning resintezi hal qiluvchi ro'lni o'ynaydi, yuklamani oshirish bilan

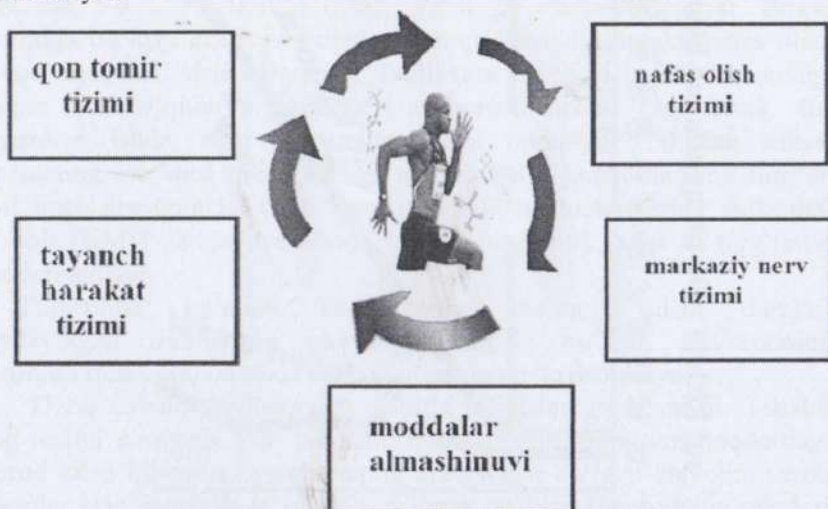


glikogen sintezi, ion muvozanatining tiklanishi va boshqa jarayonlarning ahamiyati kuchayadi.

### 16.5. Muskul ishi vaqtida turli organ va to'qimalardagi biokimyoviy o'zgarishlar

Muskul ishi vaqtida yurakning qisqarish tezligi oshadi va yurak muskullarida energiya almashinuvining kuchayishini talab qiladi. Ular aerob oksidlanish jarayoni fermentlarining faolligi juda yuqori bo'ladi (80-rasm).

Nisbatan tinch holatda yurak muskullari uchun asosiy energiya manbasi bo'lib qon bilan tashib kelinayotgan erkin moy kislotalari, keton tanachalari va glyukoza hizmat qiladi. Zo'riqqan ishi vaqtida miokard qondagi sut kislotasini shiddat bilan energiya manbasi sifatida so'rib olib oksidlash yo'li bilan parchalaydi, glikogen zahirasi unda deyarlik ishlatilmaydi.



### 80-rasm. Yugurish jarayonida organlardagi o'zgarishlar

Muskul ish faoliyati vaqtida bosh miyada ham energiya almashinuvi kuchayadi, bu qondan glyukoza va  $O_2$  ni iste'mol qilishni ko'payishi, glikogen va fosfolipidlarning yangilanish tezligini oshishi, oqsillarning parchalanishi va ammiakni yig'ilishini kuchayishida namoyon bo'ladi. Miya xuddi yurakdek aerob jarayonlar hisobiga energiya bilan ta'minlanadi. Bosh miya uchun asosiy energiya manbaasi bo'lib qondagi

glyukoza hizmat qiladi. Bosh miyada geksokinaza reaksiyasi ustunlik qiladi. Ish vaqtida ishlayotgan muskullarda sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarni kuzatib bo'lmaydi. Lekin ular qon, siydik va nafas bilan chiqayotgan havo tarkibida o'z aksini topadi. Shuning uchun ham, organizmda almashinuv jarayonlarining borishini va moddalarning taqsimlanishini asosiy qonuniyatlarini bilgan holda qon, siydik va nafas bilan chiqarilayotgan havoning analizlari bo'yicha muskullardagi energetik reaksiyalarni o'zgarishi, organizm ichki muhitining o'zgarishiga, energiya zahiralarning jalb qilinish tezligi va boshqalarga bardosh bera olishlik haqida fikr yuritish mumkin.

### **16.6. Muskul ishi paytidagi biokimyoviy o'zgarishlarning ko'rsatkichlari**

Energiya ta'minoti aerob mexanizmining intensivligi va hajmini eng aniq biokimyoviy ko'rsatkichi - kislorodni iste'mol qilish tezligi hisoblanadi. Glikolizning rivojlanish darajasini o'rganish uchun qondagi sut kislotasining miqdorini ish vaqtida va dam olishning birinchi minutlarida aniqlash mumkin. Muskullarning energiya ta'minotiga kreatinkinaza reaksiyasini jalb qilinish darajasi - qondagi kreatinfosfatning parchalanish mahsulotlari - kreatin va kreatinning miqdori bilan aniqlanadi. Yog'larni (lipidlarni) energiya almashinuvi jarayonlariga jalb qilinishi to'g'risida qondagi erkin yog' kislotalari va keton tanachalarining miqdori bo'yicha fikr yuritish mumkin. Qondagi siydikchilning miqdorini o'zgarishi bo'yicha oqsillar almashinuvining yo'nalishi hamda sportchi organizmining mashqlanish va musobaqalardan so'ng tiklanganlik darajasi haqida fikr yuritishga imkoniyat beradi va hokazo.

Muskul ishi paytidagi biokimyoviy o'zgarishlarning ko'rsatkichlari bo'yicha asosiy fikrlar: Yuqori intensiv mashqqa odatda >1 soniyadan 1-4 daqiqagacha davom etadigan to'xtovsiz holatda mashqlarni bajarish kiradi. O<sub>2</sub> tanqisligi va O<sub>2</sub> etkazuvchi va O<sub>2</sub> talabi o'rtasidagi muvozanatlashishdan kelib chiqadi. MAOD holatida O<sub>2</sub> etkazuvchi hech qachon kerak bo'lgan qiymatning o'rnini bosolmaydi. Anaerobik energiya ta'minoti ushbu fazalarda amalga oshadi. Fosfagenlar (ATF va PZR) anaerobik glikolizis va miokinaz reaksiyasi YUIM uchun energiya bilan ta'minlaydi.

Elektrik stimulyatsiya doirasida olib borilgan o'rganishlardagi dalilga ko'ra izometrik va dinamik mashq (holatdan oldi va keyin odatda biopisya misollaridan foydalaniladi) ATF, PZR va glikogen yaralanish darajasini hamda laktik kislotada o'sishni ko'rsatadi.



Yuqori intensiv mashqlar davomida anaerob va aerob jarayonlarga qisman yordamlashish mavjuddir va umumiy olib aytganda, aerob jarayoni borishi yuqori intensiv mashqlar davomi bilan ortadi.

Sportchilarda uglevodlarni ko'p miqdorda tanavvul qilish parhezning buzilishi odatiy holat bilan solishtirganda yuqori intensiv mashqlar bajarishning yaxshilashga olib kelmaydi. Bir necha kunlar davomida uglevodning haqiqatdanda juda kam miqdorda qabul qilish harakat qilishga zararli ta'sir ko'rsatishi mumkin.

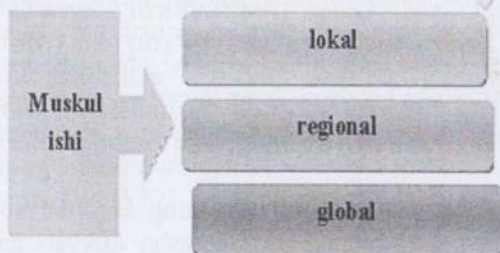
Uglevodlarga boy bo'lgan parhezda bo'lish tanada kislotali muhitni kuchaytirishga moyil bo'lib, bunda yuqori yog'li/oqsilli parhez asidotik stsenerioga ko'proq o'xshab ketadi. Foydali ergogenik yordamlar, ya'ni kreatin, kaffein, alkalaynazerlar va V-alaninlar, agar to'g'ri foydalanilsa, yuqori intensiv mashqlar bajarishni oshiradi.

Yuqori intensiv mashq bilan shug'ullanish YUIM natijasini yaxshilaydi. Shug'ullanmagan odamlarning YUIM shug'ullanishi dam olish mushaklar glikogenining o'sgan darajalari va fosforilaz, PFK, LDG, va SKning o'sgan darajalariga sabab bo'ladi, shuning uchun shug'ullangan shaxslardan foydalanish deyarli umuman yoki sezilarli o'zgarishlarni bermaydi. Balki hayratlanarlidir, YUIM SS va NAD kabi aerobik fermentlarning kuchayishini olib keladi. Bu shug'ullangan qatnashuvchilarda topilmaydi. Shug'ullangan odamlarning YUIM bajarishi Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> haydovchi subbirlashmasini natijasini oshiradi, bu esa ko'p miqdordagi funksional haydovchilarga sabab bo'ladi va YUIM bajarish davomida ish sig'imining oshishi uchun muhim ro'l o'ynaydi. YUIM davomida charchash ATF yaralanishida joylashga qo'shimcha hujayra K<sup>+</sup> to'planishi, qisqargan Ca<sup>2+</sup> chiqishi va SRdan va ichida olish va asosiy fermentlarning inaktivatsiyasi qo'zg'atuvchi kuchayish sababli bo'lishi mumkin.<sup>63</sup>

### **16.7. Ish paytidagi biokimyoviy o'zgarishlar xarakteri bo'yicha mashqlarni tizimga solish**

Muskul ish faoliyatida sodir bo'ladigan metabolik jarayonlar tezligining o'zgarishini qiymati ishda qatnashayotgan muskullarning umumiy miqdoriga, ishning rejimiga (izometrik yoki izotonik), ishning intensivligi va davomiyligiga, mashqlarni takrorlash soniga va ularning orasidagi dam olish vaqtiga bog'liq bo'ladi. Ishda qatnashayotgan muskullarning miqdoriga qarab ishni lokal, **regional** va **global** ishlarga bo'lishadi (81-rasm).

<sup>63</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 152)



### 81-rasm. Muskul ishi turlari

**Lokal ish** (miltiq otganda tepkisini bosish, shaxmat figurasini siljitib qo'yish va boshqalar) - bunda tana muskullarining j qismidan kamrog'i qatnashib, ishlayotgan muskulda biokimyoviy o'zgarishni chaqirish mumkin, lekin butun organizmdagi o'zgarishlar juda kichik yoki umuman bo'lmasligi mumkin.

**Regional ish** (gimnastika va akrobatika mashqlarining turli elementlarini bajarish, bir joyda tik turib ko'ptokni tepish va hokazo) - tana muskullarining j - s qismlari qatnashadi va lokal ishga nisbatan ancha ko'p biokimyoviy o'zgarishlarni chaqiradi.

**Global ish** (yurish, yugurish, suzish, konkida uchish, chang'i poygasi va boshqalar) - tana muskullarining s dan ko'proq qismi qatnashib, organizmning barcha to'qimalarida katta biokimyoviy o'zgarishlar chaqiradi.

Biokimyoviy jarayonlarning bajarilayotgan mashqlar quvvati va uning davomiyligiga bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin: ishning quvvati qancha katta bo'lsa, ya'ni atfning parchalanish tezligi qancha yuqori bo'lsa, organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyoji aerob jarayonlar hisobiga ta'minlash imkoniyati shuncha kam bo'ladi va energiyaning anaerob hosil bo'lish jarayonlari (glikoliz va kreatinkinaza reaksiyasi) shunchalik yuqori darajada bo'ladi. Kislorodning maksimal iste'molida etdandagi mashqlarning quvvati kritik quvvat (wkp) deb ataladi. Birinchi marta anaerob glikolizning kuchayishi kuzatiladigan mashqlarni quvvati aerob almashinuv bo'sag'asi (aab deb ataladi. sport bilan shug'ullanmagan kishilarda u kritik quvvatni 45-50% ini tashkil qiladi. Sportchilarda esa - 60-70%, lekin chidamkorlik bilan bog'liq bo'lgan sport turlarida ayrim yuqori malakali sportchilarda  $v_{2max}$  90% va undan bir oz ortiqroqqa etishi mumkin.



Glikoliz jarayonining eng yuqori ko'rsatkichi kuzatiladigan mashqlarning quvvatini - xoldan toyish quvvati ( $W_{xm}$ ) deb yuritiladi. Odam uchun maksimal mumkin bo'lgan quvvat - maksimal anaerob quvvat (MAQ) nomini olgan. Bunday quvvatli mashqlarda ATFning kreatinkinaza reaksiyasidagi resintezi o'zining eng yuqori maksimal darajasiga erishadi.

Yuqorida ko'rsatilganidek, ishning quvvati uning bajarish vaqtiga teskari proporsional ravishda bog'langan, ya'ni mashq quvvati qancha katta bo'lsa, toliqishga olib keladigan biokimyoviy o'zgarishlar tezroq sodir bo'ladi va mashqni bajarish vaqti shuncha qisqa bo'ladi. Agarda mana shu bog'liqlikni grafikda ifodalaniib, vertikal chizig'i bo'ylab quvvat ko'rsatkichini logarifmini va gorizonta l chizig'i bo'ylab ish vaqtining logarifmini belgilasak, hosil bo'lgan egri chiziq to'rtta bo'lakka bo'lingan siniq chiziq ko'rinishida bo'ladi va ularning har biri quvvatning to'rtta zonasiga to'g'ri keladi: maksimal, submaksimal, katta va mo'tadil zonalar i. Ana shu nisbiy quvvatning zonalarida ishning chegaralangan bajarish vaqti maksimal quvvat zonasida - 15-20 sek, submaksimal quvvat zonasida - 10 sekunddan 2-3 minutgacha, katta quvvat zonasida - 30 minutgacha va mo'tadil quvvat zonasida - 4-5 soatgachani tashkil qiladi.

**Maksimal quvvat zonasida** - ish asosan kreatinkinaza reaksiyasi va qisman glikoliz jarayoni hisobicha energiya bilan ta'minlanadi (chunki bu zonada glikoliz o'zining maksimal tezligiga erishmaydi). SHu sababli qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 1-1,5 g/l.dan oshmaydi, glyukozaning miqdori esa deyarli normadan oshmaydi. Kislorod qarzi - maksimal yuqori va kislorod ehtiyojini 90-95% tashkil qiladi (kislorod ehtiyoji 7-14l, kislorod qarzi - 6-12l.).

**Submaksimal quvvat zonasida** - ishning energiya ta'minoti asosan glikoliz jarayoni hisobiga amalga oshadi. Qondagi sut kislotasi ko'p miqdorda (to 2,5 g/l va undan ko'proq) to'planadi, glyukozaning miqdori esa 2 g/l.ga etadi. Jigarning glikogeni shiddat bilan jalb qilinadi. Siydikda etarli ko'p miqdorda (to 1,5 g/l.gacha. oqsil paydo bo'ladi. Kislorod ehtiyoji to 20-40 l.ga etishi mumkin, energiyaning sarflanishini darajasini aerob jarayonda ishlab chiqarilayotgan energiyaning maksimumidan 4-5 marta yuqori. Kislorod qarzi xali yana yuqori va kislorod ehtiyojini 50-80% tashkil qiladi. Ishning ohiriga kelib ishning energiya ta'minotida aerob jarayonlarning hissasi ko'paya boshlaydi.

**Katta quvvat zonasi** - aralashgan tipdagienergiya ta'minoti bilan tavsiflanadi. Glikolizning rivojlanishi etarli yuqori darajada bo'lsa ham ishning energiyaga bo'lgan talabi asosan aerob jarayonlar hisobiga

ta'minlanadi. Lekin, ishning davomiyligi uzayishi bilan uning energiya ta'minotiga glikolizning qo'shayotgan hisssasi keskin kamaya boshlaydi. Bu quvvat zonasida ishning kislorod ehtiyoji to 50-150 litrgacha oshib ketishi mumkin, kislorod qarzi kislorod ehtiyojining 10-30% ni tashkil qiladi. Energiya sarflanishining darajasi aerob jarayonda energiya hosil bo'lishining maksimumidan 1,5-2 marta yuqori. Qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 1,8-1,5 g/l, glyukoza - 1,5 g/l va oqsil - 0,6% gacha kamayadi.

**Mo'tadil quvvat zonasi** - asosiy energiya manbaasi bo'lib ATF resintezining aerob yo'li hizmat qiladi. Ishning kislorod ehtiyoji 500-1500 l.ga etishi mumkin, kislorod qarzi esa kislorod ehtiyojini 5-10% oshmaydi va ish davomida to'la yo'qotilishi mumkin. Qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 0,8-0,6 g/l ni tashkil qiladi va ish davomida butunlay yo'qolib ketishi mumkin. Glyukozaning qondagi miqdori ishning ohirida normaning pastki chegarasi (0,8 g/l) dan ham kamayib ketishi mumkin.

### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

**Gormon** Bu maxsus to'qimalar ishlab chiqarib albatta qon orqali boshqa to'qimalar mishenlarga borib o'zining spsisiflik faolligini ko'rsatadigan turli kimyoviy tabiatli moddalar.

**Asetaxolin** Nerv impulslarini muskul to'qimasiga o'tkazuvchi neyromediator

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

**KMI** Kislorodning maksimal istemoli.

**Kislorodning qarzi.** Ish vaqtida to'planib qolgan anaerob almashinuvining oraliq moddalarini to'la oksidlash yoki ularni boshlang'ij moddalargacha resintezlash hamda sarflangan energetik moddalar zahirasini tiklash uchun kerak bo'lgan kislorodning miqdori.

**Kislorod defitsiti.** Ishning kislorod ehtiyoji bilan real istemol qilingan kislorodning farqi.

### **Mavzuga oid test topshiriqlari**

**1. Muskul ish faoliyatida biokimyoviy o'zgarishlar ..... da sodir bo'ladi:**

- a. ko'pchilik organ va to'qimalarda
- b. faqat ishlayotgan mushaklarda
- c. ishlayotgan muskul, ko'pchilik organ va to'qimalarda
- d. ayrim organlarda



2. Startoldi holatida ..... gormonining hosil bo'lishi va uni qonga o'tishi ko'payadi:

- a. tiroksin
- b. insulin
- c. vazopressin
- d. adrenalın

3. Simpatik nerv sistemasi va adrenalinning birgalikda ta'siri ..... ga olib keladi:

- a. yurak qisqarishining tezligini oshishi
- b. aylanayotgan qon almashinuvini ko'payishi
- c. sut kislotasining miqdorini kamayishi
- d. A va V

4. Qonning kislorod hajmi (100 ml qonning biriktirib oladigan O<sub>2</sub> ning miqdori) ..... ga teng bo'ladi:

- a. 10-15 ml O<sub>2</sub>
- b. 16-19 ml O<sub>2</sub>
- c. 21-22 ml O<sub>2</sub>
- d. 25-30 ml O<sub>2</sub>

5. Ishning kislorodga bo'lgan ehtiyoji – bu:

- a. mo'ljallangan ishni bajarish uchun kerak bo'lgan O<sub>2</sub> miqdori
- b. aerob jarayonlar hisobiga organizmning energiya ehtiyojini to'la ta'minlash uchun kerak bo'lgan O<sub>2</sub> miqdori
- c. ish vaqtida sarflangan O<sub>2</sub> miqdori
- d. A va V

6. Ishning kislorodli kirimi – bu:

- a. ish vaqtida real iste'mol qilingan O<sub>2</sub> ning miqdori
- b. kislorodni maksimal iste'moli
- c. mo'ljallangan ishning bajarish uchun kerak bo'lgan O<sub>2</sub> ning miqdori
- d. O<sub>2</sub> qarzini uzish uchun ketadigan O<sub>2</sub> miqdori

7. Kislorod defitsiti deb aytiladi:

- a. ishni O<sub>2</sub> ga bo'lgan ehtiyoji bilan kislorod maksimal iste'moli (KMI) orasidagi farqqa
- b. ishni O<sub>2</sub> ga bo'lgan ehtiyoji bilan real iste'mol qilingan O<sub>2</sub> (ishni kislorodli kirimi) orasidagi farqi
- c. KMI bilan O<sub>2</sub> qarzining orasidagi farqi
- d. mushak ishi davrida organizm uchun zarur bo'lgan O<sub>2</sub> ning miqdoriga

8. Ishdan so'ng organizmning anaerob almashinuv mahsulotlarini to'la oksidlash uchun yoki ularni boshlang'ich moddalargacha resintezlash uchun ishlatadigan O<sub>2</sub> miqdorini ..... degan nom bilan yuritiladi:

- a. kislorod defitsiti

- b. kislorodga bo'lgan ehtiyoj
- c. kislorodni maksimal ehtiyoji
- d. kislorod qarzi ( $O_2$  qarzi)

**9. Mushak ish faoliyatida energiya resurslari quyidagi tartibda sarflanadi:**

- a. yog'lar → oqsillar → KrF → jigar glikogeni → mushak glikogeni
- b. oqsillar → KrF → yog'lar → mushak glikogeni → jigar glikogeni
- c. jigar glikogeni → KrF → mushak glikogeni → oqsillar → yog'lar
- d. KrF → jigar glikogeni → mushak glikogeni → yog'lar → oqsillar

**10. Ishning kritik quvvati ( $W_{kr}$ ) – bu:**

- a. birinchi marotaba glikoliz jarayonini kuchayishi (tezlashishi) kuzatiladigan mashqlar quvvati
- b. KMI darajasiga etadigan mashqlar quvvati
- c. odam uchun maksimal bo'lgan quvvat
- d. glikoliz jarayoni eng yuqori darajaga etadigan mashqlar quvvati

#### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Start oldi holatida sportchining organizmida qanday biokimyoviy o'zgarishlar kuzatiladi?

2. Muskullarni energiya bilan ta'minlash imkoniyatini aniqlashda qaysi bir omil muhim ahamiyatga ega?

3. Odam organizmining energiyaga bo'lgan ehtiyojini aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlash uchun kerak bo'lgan kislorodning miqdorini nima deb ataladi?

4. Organizmning ishdan so'ng dam olish davrida anaerob jarayonlarning mahsulotlarini oksidlanishini tugallash va ish vaqtida sarflangan energiya manbalari zahirasini boshlang'ich darajasigacha qayta tiklash uchun sarflaydigan kislorodi qanday nom bilan yuritiladi?

5. Muskul ish faoliyatida sportchi organizmida energiya manbalari qanday tartib bilan sarflanadi?

6. Kislorodning iste'mol qilish tezligi o'zining maksimal darajasiga etgandagi mashqlarning quvvati qanday quvvat deb ataladi?

7. Jismoniy mashqlarning qanday holatdagi quvvatiga "holdan toyish" quvvati deb aytiladi?

8. Odamning maksimal anaerob quvvati (MAQ) deyilganda nimani tushunasiz?



## XVII BOB. ORGANIZMNING TOLIQISHI VA MUSKUL ISHIDAN SO'NG DAM OLISH DAVRIDA SODIR BO'LADIGAN BOKIMYOVIY O'ZGARISHLAR

### 17.1. Charchash mexanizmlari

Mushaklar charchaganini mushaklarning faoliyatidagi mashqqa undovchi kamaytirish kuch ishlab chiqarganda mashq bo'lishi yoki bo'lmasligi orqali aniqlanishi mumkin (Bigland-Ritchie & Woods, 1984). Bu 30 soniyali Wingate testini o'tovchi shaxsning kuch zaxira profilini tekshiruvdan o'tkazish orqali amalga oshiriladi.

Ushbu profil birinchi bir necha soniyada yuqori nuqtani ko'rsatadi keyingi 25 yoki undan pastroq soniyalarda bu tusha boshlaydi. Nima uchun mushaklar davomiy yuqori nuqta kuchini tutib turish uchun etarli darajada energiya ishlab chiqarishini qo'llab-quvvatlay olmaydi?

Haqiqatdan ham, nima uchun odamlar ikki daqiqa yoki undan uzoqroq muddatda yuqori darajadagi maksimal yugurishni saqlay olisholmaydi? Bunda bir necha sabablar mavjud, va garchi ushbu bo'lim ba'zi omillarni qisqa ta'riflaydi, mushaklar charchog'i haqida yanada ko'proq ma'lumotga ega bo'lmoqchi bo'lsangiz, Allen et al. (2008) yoki enoka & Duchateau (2008). Bular o'z ichiga harakat potentsiali sarkolemma va T-tyubula,  $Ca^{2+}$  chiqishi va  $Sa^{2+}$ ni qayta qabul qilish endoplazmik retikulum, kesishmalarda qisqartiruvchi voqealar va ferment aktivatsiyalarini oladi. Ushbu bo'lim mushak glitsogeni yoki gidrodatsiyasi bilan bog'liq o'zgarishlarni ta'riflamaydi, lekin ATF va KrF kamaygan darajalari, o'sgan hujayrali Pi va ADF, qisqargan rN va  $K^+$ dagi o'zgarishlar va  $Na^+$  kabi omillar haqida qisqa aytib o'tadi.<sup>64</sup>

### 17.2. Toliqish davridagi biokimyoviy o'zgarishlar

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

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

Toliqish harakatlantiruvchi impulslarni hosil bo'lishi va ularni ishlayotgan muskullarga uzatilishlarining buzilishida namoyon bo'ladi. Natijada nerv

<sup>64</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Hey-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 157)

signallarining qayta ishlash tezligi sekinlashadi va markaziy nerv sistemasi (MNS)ning harakatlantiruvchi markazlarida “**himoyalovchi tormozlanish**” rivojlanadi. U nerv markazlarida alma-shinuv jarayonlarini buzilishi bilan ifodalanadi: ATF/ADF nisbatini va kreatinfosfatning miqdorini kamayishi bilan sodir bo‘ladigan nerv markazlaridagi ATFning parchalanish va resintezlanish jarayonlarining nisbati buziladi. Umuman olganda, makroerglarning miqdori kamayadi.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aqliy charchash</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>o‘ta charchash</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>jismoniy charchash</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>doimiy charchash</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>umumiy charchash</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>umumiy charchash</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>lokal charchash</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>lokal charchash</b></li> </ul>

### 82-rasm. Charchash turlari

“Himoyalovchi tormozlanish”ning rivojlanishi oddiy sharoitda nerv to‘qimalaridagi moddalar almashinuvining normal metaboliti bo‘lgan aminomoy kislorod o‘zgarishlariga ham bog‘liq bo‘ladi. “Himoyalovchi tormozlanish” ning rivojlanishi oddiy sharoitda nerv to‘qimalaridagi moddalar almashinuvining normal metaboliti bo‘lgan  $\gamma$ -aminomoy kislotasining (GAMK) miqdorini nerv hujayralarida muskul ish faoliyatida kuzatiladigan o‘zgarishlariga bog‘liq bo‘ladi. Agarda ana shu barcha o‘zgarishlar bitta yoki bir guruh muskullarni innervatsiya qilayotgan unchalik ko‘p bo‘lmagan nerv hujayralarida sodir bo‘lsa, bu **mahalliy charchash** sifatida (qo‘lim “charchadi”, ko‘krak qafasi yoki bel muskullari “charchadi” va h.k.), bordi-yu bosh miya po‘stlog‘ining katta qismini egallab olsa, **umumiy charchash** sifatida qabul qilinadi (82-rasm).

Ishningturiga qarab toliqishning mexanizmlari har xil bo‘lishi mumkin (87-rasm). Odatda toliqishni 4 turga bo‘lishadi: **aqliy** (shahmat va shashka o‘yinlari vaqtida, sportchi-merganlarning o‘q otish davrida), **sensor**, turli analizatorlarning faoliyati bilan bog‘liq bo‘lgan (ko‘rish, eshitish, hid



bilish va boshqalar), **emotsional** toliqish (emotsiya sport faoliyatining ajralvas hamrohi sigatida. va **jismoniy**– muskul ishi ta'sirida ro'yobga chiqadigan.

Jismoniy toliqish bir xil emas va u: 1) muskul ishining turiga, 2) ishda qatnashayotgan muskullarning miqdoriga va ishning intensivligi va 3) davom etish vaqtiga bog'liq bo'ladi.

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

Umuman olganda, muskul faoliyatidagi toliqishning rivojlanish sabablari hali to'la aniq emas. Uni kompleks hodisa sifatida qabul qilish mumkin. Jumladan, qisqa muddatli intensiv muskul ishida toliqishning asosiy sabablari bo'lib GAMKning hosil bo'lishi bilan bog'langan ATF/ADF balansining buzilishi natijasida markaziy nerv sistemasida "himoyalovchi tormozlanishni" rivojlanishi va ishlayotgan muskullarda miozin ATF-azasining faolligi yo'qotilishi xizmat qiladi. Uzoq muddatli mo'tadil quvvatli ishlarda toliqishning rivojlanishini sabablari ishning energiya ta'minotini buzilishi bilan bog'liq bo'lgan omillar (uglevodlar, lipidlar va oqsillar almashinuvining buzilishi, ularning almashinuv oraliq mahsulotlari – sut kislotasi, keton tanachalari, ammiak, siydikchil, siydik kislotasi va hakazolarni qonda yig'ilishi, ishlayotgan muskullarni o'zida bir qator fermentlarning, birinchi navbatda miozin ATFazasining faolligini pasayishi va h.k.) hisoblanadi.<sup>65</sup>

Umuman aytganda, toliqish – bu markaziy nerv sistemasi boshqarishida rivojlanadigan organizmning bir butun reaksiyasi. SHu bilan birga, ish qancha og'ir bo'lsa, ishlayotgan muskullarda sodir bo'layotgan o'zgarishlar shuncha katta ahamiyatga ega bo'ladi.

**Toliqish** – organizmning himoya reaksiyasi bo'lib, uni hayot uchun xavfli haddan tashqari darajadagi holdan toyishdan saqlaydi.

Toliqish – mo'tadil intensivlikda uzoq davom etadigan ishlar natijasida sekin va qisqa muddatli va zo'riqqan ishlar natijasida tez rivojlanishi mumkin. Yuqorida qayd qilinganidek, toliqishning bu shakllarini o'rtasida bir qator biokimyoviy o'zgarishlar bor. Lekin, faoliyatning barcha turlari uchun toliqishning rivojlanishini yagona sababi shu vaqtgacha ham

<sup>65</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 157-159)

aniqlanmagan. Tananing ko'pchilik muskullari ishtiroki bilan sodir bo'ladigan va sportning ko'pchilik turlari uchun xarakterli bo'lgan zo'riqqan muskul faoliyatida toliqish – energiya almashinuv mexanizmlarining faoliyati natijasida sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar (nerv markazlari, muskullar va boshqa ishlayotgan organlarda ATFning parchalanish va resintezlanish tezliklarining o'zaro nisbatlarini buzilishi, energiya substratlarini kamayishi, almashinublarning oraliq va ohirgi mahsulotlarini to'planishi, organizmning ichki muhitining doimiyligini buzilishi) hamda bir qator fermentlarning faolligini pasayishi, struktura oqsillarining katabolizmini kuchayishi, organizmda suv va mineral moddalarning yo'qolishi va qayta taqsimlanishi metabolic jarayonlar va fiziologik funksiyalarning normal boshqarilishini buzilishi bilan shakllanadi. Bir qator farmatsevtik dorivor moddalar – nerv sistemasining stimulyatorlari yordamida toliqishning boshlanishini uzoqlashtirish mumkin. Ammo shu narsani qayd qilib o'tish kerakki, deyarli ular hammasi odamning sog'lig'i uchun o'ta zararli. Shu sababdan ular dopinglar sinfiga kiritilgan va ulardan katta sportda foydalanish tegishli xalqaro shartnomalar bilan qat'iy man qilingan.

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

Muskullarning ish faoliyatida sodir bo'lgan organizmning muskul va boshqa organ va to'qimalaridagi biokimyoviy o'zgarishlar ishdan so'ng dam olish vaqtida tugatiladi. Muskul ishi vaqtida katabolizm jarayonlari ustunlik qiladi.

**Muskullarda** – kreatinfosfat, glikogen, moy kislotalari, keton tanachalari; jigarda glikogen glyukozagacha parchalanib, qon orqali ishlayotgan muskullarga, yurakka va bosh miyaga etkazib beriladi; yog'lar kuchli parchalanadi va moy kislotalari oksidlanadi va h.k. Bir vaqtning o'zida organizmda moddalar almashinuvining oraliq mahsulotlari – sut va fosfor kislotalari, karbon kislotasi, ADF, AMF, siydikchil va boshqalar to'planadi. Dam olish davri aerob oksidlanish va oksidlanishli fosforlanishlarning yuqori intensivligi bilan xarakterlanib faol borayotgan plastik jarayonni energiya bilan ta'minlaydi. Masalan, dam olish vaqtida ATF, kreatinfosfat, glikogen, fosfor-lipidlar, muskul oqsillari resintezlanadi, organizmning suv-elektrolit balansi oldingi holati – normaga qaytadi, ish vaqtida parchalangan hujayra strukturalari tiklanadi va boshqalar.



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

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

**Qoldirilgan tiklanish** – muskul faoliyatidan so'ng dam olishning ko'p soatlarini o'z ichiga oladi. Qoldirilgan tiklanishning tub ma'nosi organizmda plastik almashinuv jarayonlarining kuchayayotganligi va ish vaqtida buzilgan ion – endokrin muvozanatini tiklashdan iborat. Mana shu davrda organizmning energetik resurslarini ishgacha bo'lgan darajasiga qaytishi tugallanadi, ish vaqtida parchalangan struktura va ferment oqsillari va boshqa hujayra strukturalarining sintez jarayonlari kuchayadi. Muskul ish faoliyatidan so'ng dam olish davrida ish vaqtida sarflangan har xil energetik substratlarning tiklanish jarayonlari har xil tezlik bilan boradi va turli vaqtlarda tugallanadi. Birinchi navbatda organizmning  $O_2$  zahirasi va ishlayotgan muskullardagi kreatinfosfatning zaxirasi tiklanadi, so'ngra muskullarning glikogen zaxirasi va faqat oxirgi navbatda yog'larning rezervlari va ish vaqtida parchalangan ferment va struktura oqsillari tiklanadi.

Muskul ishdan so'ng dam olish davrida biokimyoviy ingredientlarning ana shunday tartibda tiklanishi muhim biologik qonuniyatga ega bo'lib, sport biokimyosida **getexronizm hodisasi** nomi bilan yuritiladi. Geteroxronizm hodisasi sport mashqlanish jarayonida katta ahamiyatga ega. Ishdan so'ng dam olish davrida tiklanish jarayonlarining borish tezligi va energetik moddalarning zahiralari to'lish muddatlari ularning jismoniy mashqlarni bajarish vaqtidagi sarflanish intensivligiga bog'liq bo'ladi (**Engelgard qoidasi**). Ishdan so'ng dam olishning ma'lum momentida energetik moddalarning zahirasi o'zlarining ishgacha bo'lgan (boshlang'ich) darajasidan oshib ketadi. Bu hodisa **superkompensatsiya** yoki **o'ta tiklanish** nomi bilan yuritiladi.

**Superkompensatsiya** – o'tkinchi hodisa. Ish vaqtida kamaygan energetik substratlarning miqdori dam olishning ma'lum davrida boshlang'ich (ish oldi) darajasidan oshib ketadi va so'ngra u to'liqinsimon yo'l bilan ish oldi darajasiga qaytib keladi. Ish vaqtida energiya kuchli sarflansa, energiya manbalarining resintezi shuncha tez bo'ladi va superkompensatsiya fazasida ish oldi darajasidan oshishi shuncha ko'proq bo'ladi. Lekin, bu qoidani barcha hollarda qo'llash mumkin emas.

**Qizg'in ishdan so'ng dam olish davrida turli biokimyoviy jarayonlarning tiklanishi uchun kerak bo'lgan vaqt**

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

Masalan, yaxshigina toliqishga olib keladigan va juda katta energiya sarfi hamda parchalanish mahsu-lotlarini to'planishi bilan bog'liq bo'lgan haddan tashqari zo'riqish bilan bajariladigan ishlarda tiklanish jarayonlarining tezligi pasayadi, superkompensatsiya fazasiga ancha kechroq erishiladi va kichik darajada ifodalanadi.

Superkompensatsiya fazasining davom etish vaqti ishning bajarilishini qancha davom etishi va organizmدا u chaqirayotgan biokimyoviy o'zgarishlar chuqurligiga bog'liq bo'ladi. Masalan, mana shunday ishda ishlayotgan muskullarda ish boshlanishigacha bo'lgan darajasidan ortishi, ya'ni glikogenning superkompensatsiyasi dam olishning 3-4 soatlarida boshlanadi va 12 soatdan so'ng glikogen o'zining boshlang'ich – ishigacha bo'lgan darajasiga qaytadi. Mo'tadil quvvatli uzoq davom etadigan ishlarda esa glikogenning superkompensatsiyasi 12 soatdan so'ng boshlanadi va ish tugagandan keyin 24-72 soatgacha davom etadi. Umuman olganda, superkompensatsiya hodisasi muskul faoliyatida u yoki bu darajada sarflanadigan yoki buziladigan (parchalanadigan) va dam olish davrida resintezlanadigan barcha biomolekulalar va strukturalarga xos. Ana shu biomolekula va strukturalarga – kreatinfosfat, glikogen, struktura va ferment oqsillari, fosfolipidlar, hujayra organoidlari (mitoxondriyalar, lizosomal, plazmatik membranalar va h.k.) kiradi.

Organizmining energetik substratlari zahirasini to'ldirib bo'lgan-dan so'ng oqsillar fosfolipidlar va boshqa hujayra strukturalarini sintezlanish



jarayonlari ancha kuchayadi, ayniqsa bu jarayonlar ularning parchalanishi bilan sodir bo'ladigan og'ir kuch ishlatadigan ishlardan so'ng yaqqol namoyon bo'ladi. Ish vaqtida parchalangan oqsillarning tiklanishi nisbatan sekin boradi. Odatda, mashqlanish yoki musobaqalarda qatnashgandan keyin ish qobiliyatining tiklanishini faqat oqsillarning resintezi aniq belgilaydi. Shu tufayli, oqsillar almashinuvining ko'rsatkichlari bajarilgan ishning og'ir-engilligi va tiklanish jarayonining borishi haqida muhim ahamiyatli informatsiyalarni berishi mumkin. Hozirgi vaqtda katta sport amalyotida keng qo'llanilayotgan ana shunday ko'rsatkichlardan biri qondagi siydikchil hisoblanadi. **Siydikchil** – oqsillar, nuklein kislotalar va nukleotid-larning katabolizm jarayonlarini tarkibida azot tutgan asosiy mahsuloti hisoblanadi.

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

#### **17.4. Mushak to'qimalarining tiklanishi**

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

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

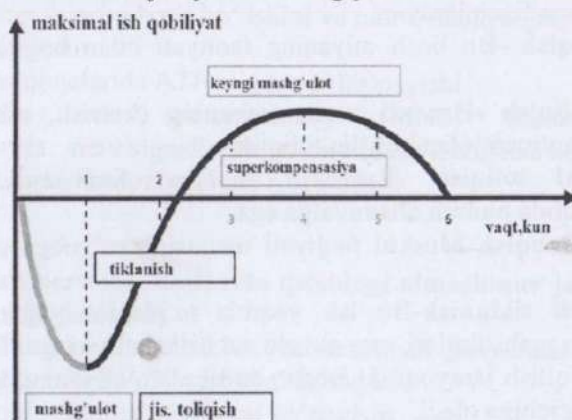
Keyingi yillarda biologik faol preparatlarning ba'zi guruhlari – tiklanish jarayonlarini tezlashtirish, ish vaqtida sarflangan plastik va energetik resurslarni faol to'ldirish, katta jismoniy yuklamalar vaqtida

organizmning muhim funksional sistemalarini tanlab boshqarishlar uchun maqsadga muvofiq ravishda foydalanilmoqda.

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

YUIM uchun energiya ishlab chiqarilishi tez talab qilinganligi sababli, asosiy fermentlarni harakatga keltiruvchi gormonlarning yuzaga kelishi ehtimoldir. Shuni esda saqlash kerakki, gormonlar qonga so'rilishi, keyin esa muskulga o'tishi, so'ng retseptor molekulaga birlashib keyin mos fermentlar harakatga kelishidan oldin molekulalarni aktivlashtirishi lozim. yuqoridagi dalillar taqdim qilganidek energiya ishlab chiqarilish (hattoki anaerobik glyukozadan sut kislotasining yaralishi orqali) bir sekunda kuzatilgan jarayonda ushbu jarayonlar ketma-ketligi anchagina sekin kechadi. Shuning uchun, biz YUIM davomida fermentlar harakatining gormonal boshqaruvini taqiqlay olamiz. Shunday qilib, ferment harakati nimani nazorat qiladi. Bunga javob shubhasiz allosterik nazoratdir. Bu ma'noda, ATF, ADF, AMF, va  $Ca^{2+}$  hujayralararo konsentratsiyalardagi o'zgarishlar nazorat qiluvchi elementlardir.<sup>66</sup>

**Mashqlar davomiyligining ta'siri.** Parolin (1999) 6, 15 va 30 sekund davomida YUIM jarayonida energiya manbalarini o'ldiradi va ATF



83 -rasm. Mushaklarni tiklanishi

<sup>66</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 152)



aylanmasi shuningdek, glyukoza hamda aerobik oksidlanish 8.9 chizma dan olingan KrF gidrolizining hissasi hisoblab chiqdi. E'tiborga olish kerakki, mashq davomiyligi oshgani sari, KrF va glyukogen energiyasi ulushi pasayib boradi, biroq, achish jarayoni oshadi. YAkuniy natija shuki, ATF aylanmasi darajasida pasayish kuzatiladi (83 -rasm).

Vintej testi uchun kuch shkalasi tekshiruvchi bir necha sekund ichida Yuqori nuqtaga chiqdi, qaysikim, 30 sekund davomida uzluksiz pasayish bilan davom etdi(8.10-chizmA.. Ushbu shkala keyingi 25 sekund davomida glyukozaning oshishidan oldin dastlabki 0-5 sekundda KrF ning ortiqcha qo'llanilishidan bo'ladigan o'zgarish bilan tushuntiriladi. Biroq shuni esda tutish kerakki, aerobik energiya ishlab chiqarilishi barqarorlik bilan amalga oshiriladi, ya'ni bu kuchdagi pasayishdir( ATF aylanmasining darajasini aks ettiradi).<sup>67</sup>

### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

#### **Superkompensatsiya (o'ta tiklanish) hodisasi -**

Superkompensatsiya – bu dam olish davrida energetik moddalarning zaxirasini boshlang'ich – ishgacha bo'lgan darajasidan oshishi.

**Toliqish** -Uzoq davom etgan yoki intensiv ish natijasida ro'y beradigan organizmning holati bo'lib, ish qobiliyatining pasayishi bilan sodir bo'ladi.

**Himoyalovchi tormozlanish.** -MNS harakatlantiruvchi markazlarida ATFning parchalanish va resintezlanish tezliklarini to'g'ri kelmay qilishi natijasida rivojlanadigan jarayon.

**Aqliy toliqish** -Bu bosh miyaning faoliyati bilan bog'liq bo'lgan toliqish.

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

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

**Jismoniy toliqish** Muskul faoliyati natijasida ro'yobga chiqadigan toliqish.

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

**Qoldirilgan tiklanish**-Bu organizmning energetik resurslarini boshlang'ich (ishgacha. darajasiga qaytishini tugallanishi, ish vaqtida

<sup>67</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 152)

parchalangan struktura va ferment oqsillari va boshqa hujayra strukturalarining resintez jarayonlarini kuchayishi hamda ish davomida buzilgan ion va endokrin muvozanatini tiklash jarayonlari.

**Engelgart qoidasi**-Tiklanish jarayonlarining boorish tezligi va energetis moddalarning zahirasini to'lish muddatlari mashqlarni bajarayotgan vaqtidagi ularning sarflanish intensivligiga bog'liq.

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

### Mavzuga oid test topshiriqlari

#### 1. Toliqish holati – bu:

- a. patologik hodisa
- b. vaqtincha ish qobiliyatini pasayishi
- c. charchash sezgisi
- d. fiziologik hodisa

#### 2. Toliqish bu:

- a. organizmning patologik holati
- b. organizmning himoya reaksiyasi
- c. organizmda yaqinlashib kelayotgan ko'ngilsiz biokimyoviy va funksional o'zgarishlarning darakchisi
- d. b va c

#### 3. Toliqish quyidagicha ifodalanadi:

- a. nerv impulslarini hosil bo'lishini va ularni ishlayotgan mushaklarga uzatilishini buzilishi
- b. nerv to'qimalarida ATF miqdorini ko'payishi
- c. markaziy nerv sistemasining (MNS) harakatlantiruvchi markazlarida nerv signallarini qayta ishlash tezligini sekinlashishi va "himoyalovchi tormozlanishni" rivojlanishi
- d. a va c

#### 4. Toliqish nerv markazlarida quyidagi almashinuv jarayonlarini buzilishi bilan ifodalanadi.

- a. ATFning parchalanish va resintezlanish jarayonlarini bir-biriga mos kelmasligi va ATP/ADP nisbatini kamayishi
- b. kreatinfosfatning miqdorini ko'payishi
- c. makroerglarning umumiy miqdorini ortishi kamayishi
- d. a. va c

#### 5. Bajarilayotgan ishning quvvati va davomiyligiga qarab nerv hujayralarida gamma-aminomoy kislotasining miqdori turliCHA



o'zgaradi. YA'ni qisqa muddatli jadal ishdan so'nggi toliqishda u .....

(I), uzoq muddatli quvvatli ishdan so'ng esa u .....

- (II).
- a. har ikki holatda ham ko'payadi
  - b. har ikki holatda ham kamayadi
  - c. ko'payadi
  - d. kamayadi

**6. Toliqishni uchta turga bo'lishadi, ya'ni:**

- a. aqliy, jismoniy, ko'rish
- b. jismoniy, sensor, eshitish
- c. jismoniy, sensor, aqliy
- d. aqliy, jismoniy, eshitish

**7. Jismoniy toliqish har xil bo'lib, u bog'liq bo'ladi:**

- a. mushak ishining turiga
- b. ishda qatnashayotgan mushaklarning miqdoriga
- c. ishning jadalligi va davomiyligiga
- d. Barcha javoblar to'g'ri

**8. Qisqa muddatli jadal ishda toliqishning asosiy sabablari bo'lishi mumkin:**

- a. Energiya resurs zahiralarning tugallanishi
- b. MNS da "himoyalovchi tormozlanishni" rivojlanishi va ATF/ADF nisbatini kamayishi
- c. ishlayotgan mushaklarda miozin ATF-azasi faolligining kamayishi
- d. b va c

**9. Uzoq muddatli mo'tadil quvvatli ishda toliqishning kelib chiqish sabablari bo'lishi mumkin:**

- a. Energiya ta'minoti buzilishi bilan bog'langan omillar
- b. oqsillar almashinuvi bilan bog'liq bo'lgan omillar
- c. lipidlar almashinuvi bilan bog'liq bo'lgan omillar
- d. barcha javoblar to'g'ri

**10. Tiklanish jarayonini ikki turga – shoshilinch (I) va qoldirilgan (II)ga bo'lishadi. Bular quyidagilarni o'z ichiga oladi:**

- a. sut kislotasini to'planishi
- b. ish vaqtida anaerob parchalanish natijasida yig'ilib qolgan mahsulotlarni yo'qotish va hosil bo'lgan O<sub>2</sub> qarzini uzish
- c. Energetik moddalar zahirasini tiklash
- d. plastik almashinuvni kuchayishi va ion va endokrin muvozanatini tiklanishi

### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Sport ish qobiliyatini belgilovchi biokimyoviy omillar (tezkorlik-kuchlilik sifati va organizmning bioenergetik imkoniyatlari) qanday guruh omillarga birlashtiriladi?
2. Sportchining tezkorlik-kuchlilik imkoniyatini eng avvalo qaysi bir biokimyoviy omil belgilaydi?
3. Sportchi (odam) organizmning bioenergetik imkoniyatlari deb qanday biokimyoviy omillarga aytiladi?
4. Odam organizmida energiya o'zgarishining qanday bioenergetik mexanizmlari (ATFning resintez yo'llari) bor?
5. Qaysi bir biokimyoviy jarayonlar sportchining aerob ish qobiliyati deyiladi va uni qanday biokimyoviy omillar belgilaydi?
6. Qanday bioenergetik jarayonlar sportchining anaerob ish qobiliyati deb yuritiladi va ularni qaysi bir kimyoviy jarayonlar belgilaydi?
7. Energiya o'zgarishining aerob, glikolitik va alaktat mexanizmlarining o'zaro nisbati taxminan qanday ko'rinishda bo'ladi?
8. Sportchining sport ish qobiliyati nima bilan belgilanadi?
9. Sportchi organizmidagi energiya o'zgarishining anaerob va aerob mexanizmlarini quvvat va hajm ko'rsatkichlari doimiy (sistematik) masqlanish ta'sirida qanday o'zgaradi?
10. Nima uchun yosh sportchilar (15-17 ga to'lmagan) og'ir jismoniy mashqlarni bajarishi mumkin emas?



## XVIII BOB. SPORT ISH QOBILIYATINING BIOKIMYOVIY OMILLARI

### 18.1. Sport ish qobiliyatini belgilaydigan omillar

**Ish qobiliyati** – organizmning ayrim bir vaqt ichida ma'lum hajmdagi jismoniy yoki aqliy ishni bajarish qobiliyatidir. Ish qobiliyati – mana shunday o'zakki, sportchilarning barcha qolgan xususiyatlari unga terib qo'yilgan. Sportchining ish qobiliyatini oshirish – bu har qanday darajadagi mashqlanish mashg'ulotlarining asosiy vazifasi hisoblanadi.

#### **Sport ish qobiliyatini belgilaydigan asosiy omillar**

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

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

Sportchilarning jismoniy ish qobiliyatini belgilaydigan biokimyoviy omillar ichida, birinchi navbatda muskullarning qisqartiruvchi oqsillarini umumiy miqdori va fermentativ xususiyatlarini ko'rsatish mumkin. Masalan, qisqarayotgan muskulda rivojlanayotgan kuchlanishni katta-kichikligi miofibrillardagi aktin va miozin iplarining o'rtasida hosil bo'lgan ko'ndalang ko'prikchalarni soniga to'g'ri proporsional bo'ladi. Har bir sarkomerning doirasida aktinning umumiy miqdori qancha ko'p va miozin ipi uzunroq bo'lsa, ana shu ko'prikchalarning hosil bo'lish

imkoniyati shuncha katta bo'ladi, binobarin, maksimal muskul kuchlanishining rivojlanishi yuqori bo'ladi.

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

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

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

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

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

**Alaktat anaerob ish qobiliyati.** Bu asosan ATF-aza va kreatinkinaza reaksiyalarida energiyani o'zgartirish jarayonlari hisobiga ishni bajarish imkoniyatlari. Alaktat anaerob qobiliyat – bajarilish vaqti 15-20



sekunddan oshmay-digan qisqa muddatli, maksimal intensivlikdagi mashqlarni bajaranda namoyon bo'ladi.

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

Yuqorida keltirilgan jismoniy ish qobiliyatining komponentlaridan har biri uchta biyokimyoviy kriteriyalar – quvvat, hajm va samaradorlik kriteriyalari bilan ifodalanadi.

## **18.2. Anaerob va aerob ish qobiliyatlarining ko'rsatkichlaridagi farqlar**

Energiya o'zgartirishning anaerob va aerob jarayonlari quvvatlari bo'yicha bir-birlaridan keskin farq qiladi. jumladan, alaktat anaerob jarayon (ya'ni kreatinkinaza reaksiyasi) davom etish vaqti 6-8 sekunddan oshmaydigan masqlarda o'zining maksimal energiya ishlab chiqarish tezligiga erishadi va yuqori malakali sportchilarda 3,6 kdj/kg.min tashkil qiladi.

Aerob jarayoning maksimal quvvatini bajarish vaqti 2-7 minutga teng bo'lgan mashqlarda kuzatiladi va yuqori malakali sportchilarda 1,2kdj/kg.min ni tashkil etadi. shunday qilib, agarda ana shu uchta energiya o'zgartirish bioenergetik jarayonlarining energiya ishlab chiqarish tezliklarining maksimal ko'rsatkichlarini o'zaro solishtirilganda aerob glikolitik va alaktat jarayonlarning nisbati 1:2:3 ko'rinishga ega bo'ladi.

Agarda bu jarayonlarning maksimal energetik hajimlarini solishtirganda, aerob jarayon o'zining energetik hajmi bilan alaktat anaerob va glikolitik anaerob jarayonlaridan birnecha marta ustunlik qiladi.

Aerob oksidlanish uchun substrat bo'lib faqat muskullardagi glikogen va yo'glarning zahiralari emas, balki qondagi glyukoza, erkin moy kislotalari, keton tanachalari, gliserin hamda jigarning glikogen zahirasi va turli yo'g rezervlari hizmat qiladi. Shuning uchun ham aerob jarayonining umumiy hajmini cheksiz desa bo'ladi va uni aniq chegaralab bo'lmaydi. Lekin ishni berilgan tezligida ushlab tura olish vaqti bo'yicha har uchchala bioenergetik jarayonlarning hajmini taqqoslaganda, aerob jarayoning hajmi anaerob glikolizni hajmiga nisbatan 1-tartibga, alaktat anaerob

jarayoninikigaesa 2-tartibga yuqori bo`ladi. Shunday qilib, aerob, glikolitik va alaktat jarayonlarning maksimal hajmlari o`zaro 100:10:1 nisbatda bo`ladi.

**5-jadval**  
**Sportchilarning jismoniy ish qobiliyati kriteriyalarini biokimyoviy ko`rsatkichlari**

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

**6- jadval.**  
**Muskul faoliyatida turli metabolik jarayonlar – energiya manbalari uchun quvvat, hajm va samaradorlik kriteriyalari**

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



Mana shu energetik jarayonlarning energetik samaradorligi ko'rsatkichlarida ham etarli darajada katta farqlar kuzatiladi. ATF energiyasini mexanik ishga aylanish samaradorligi aerob va anaerob jarayonlarga deyarli bir xil va 50% atrofida bo'ladi, fosforlanishning samaradorligi alaktat anaerob jarayonda eng yuqori –80% atrofida, anaerob glikolizda esa – eng kam, o'rtacha 44% atrofida va aerob jarayonda u tahminan 60% ni tashkil etadi. Eslatma: em – metabolik jarayonlarning energiyasini mexanik ishga aylantirishdagi umumiy f.i.k. Ef – fosforlanishning samaradorligi; EC – ATF energiyasini mexanik ishga aylanish samaradorligi;  $(Em=(Ef \times EC \times 100))$ .

### 18.3.Sport ish qobiliyatining spetsifikligi

Sportning u yoki bu turida jismoniy ish qobiliyatining aniq nomoyon bo'lishi spetsifiklik xarakteriga ega. Bu spetsifiklik sport mashqlari ta'sirida shakllanadigan sportchilarning aerob va anaerob qobiliyatlarining rivojlanish darajalarini o'zaro nisbatlariga bog'liq bo'ladi. Mashqlanish jarayonida oldinga qo'yilgan vazifalar va bajariladigan ishni harakteriga qarab asosiy jismoniy yuklama faqat ishni bajarishda bevosita qatnashayotgan u yoki bu muskullargina emas, balki energiyani (ATFni) asosan etkazib beruvchi bioenergetik jarayonlarga ham tushadi. Masalan, sportchilarning tezkorlik sifatini rivojlantirishga yo'naltirilgan, qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlar qo'llaniladigan mashqlanish jarayonida qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalar tasirida muskullarda kreatinfosfarning zahirasi ko'payadi, muhitning noqulay sharoitida miozin ATF-azasi va sarkoplazmatik kreatinkinazalarning barqaror ishlashi yaxshilanadi va umuman olganda, ATFning alaktat anaerob resintezlanish imkoniyati ortadi. Uzoq muddatli mo'tadil quvvatli ishdan foydalanilganda sportchining organizmida ATFning resintezlanishini aerob mexanizmlari takomillashadi, organizmning energetik substratlarini zahirasi ko'payadi (birinchi navbatda jigar va muskullardagi glikogenning zahiralari). Shunday qilib, sportning har xil turlarida jismoniy mashqlarning xarakteri va bajarish uslublariga qarab sportchilarning organizmida ATFning resintezlanishini u yoki bu bioenergetik mexanizmlari yaxshi ravojlanadi. Masalan, uzoq masofaga yuguruvchilar, chang'i poygachilari, shosseda velosiped haydovchilar, konkida uchadigan sportchilar aerob quvvatning eng yuqori ko'rsatkichlarini namoyon qilishadi. Eng katta alaktat anaerob quvvatini qisqa masofaga yuguruvchilar, xokkeychilar va trek velosiped poygachilari demonstratsiya qilishadi. O'rta masofaga yuguruvchilar, xokkeichilar, vaterpolchilar

glikolitik anaerob quvvatning maksimal ko'rsatkichini namoyon qilishadi. SHosseda velosiped haydovchilar, o'rta va uzoq masofalarga yuguruvchilar eng katta aerob hajmga ega. Alaktat anaerob hajimning eng yuqori darajasini qisqa masofaga yuguruvchilar, basketbolchilar va kurashchilar demonstrasiya qilishadi. Glikolitik anaerob hajimning eng katta miqdorini o'rta masofaga yuguruvchilar, trek velosiped poygachilari va xokkeychilarda kuzatish mumkin. Xulosa qilib aytganda, sportning har bir turida sportda erishiladigan yutuqlarga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadigan o'zining "etaklovchi" metabolik omillari bo'ladi.

#### 18.4. Sportchilarning ish qobiliyatiga mashqlanishning ta'siri

Sistematik mashqlanish jarayonida jismoniy ish qobiliyatining deyarli barcha ko'rsatkichlari ancha yaxshilanadi. Mashqlanishni ta'siri turli kvalifikatsiyali sportchilarda ATFning resintezini amalga oshiradigan bioenergetik jarayonlarning quvvati, hajmi va samaradorliklarini solishtirganda ayniqsa yaqqol ko'rinadi.

7-jadval.

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

Bioenergetik kriteriyalar	Baholanayotgan ko'rsatkichlar	Sportchilar II-III r.	Sportchilar HTSU	Yaxshilanish foizi
Quvvat:				
aerob	VO <sub>2</sub> max,	45	90	100
alaktat	m/kg.min	60	102	70
glikolitik	KrP/t, mM/kg.min	20	35	450
Hajm:	HLa/t, mM/kg.min			
aerob		3,2	13	306
alaktat	tusl.t. VO <sub>2</sub> max,	21,5	54,5	153
glikolitik	min	0,8	2,2	175
Effektivligi:	AlaCt. O <sub>2</sub> -qarzi,			
Aerob	ml/kg	44	85	93
	Hla max, g/kg			
	AAB, % MMR			

Masalan, sportchilarning masqlanganlik darajasini (malakasini) oshishi bilan jismoniy ish qobiliyatining barcha biokimyoviy xarakteristikalari yaxsilangan. Shu bilan birga, ayrim biokimyoviy parametrlarning yaxshilanish miqdori turli darajada namoyon bo'lgan.



Masalan, mashqlanish vaqtida ancha chidamlilikni talab qiladigan endigina shug'ullana boshlagan sportchilarda KMI 40-45 ml/kg.min ni tashkil qiladi, shu vaqtni o'zida yuqori malakali sportchilarda 80-90 ml/kg.min bo'ladi. Ma'lum bo'lishicha, ko'p yillar davomida sistematik ravishda mashqlanish natijasida shortchilarda aerob quvvat ko'rsatkichlari 2 marta, aerob hajm ko'rsatkichlari esa 4 martadan ortiqroq yaxshilanadi.

### **18.5.Sportchilarning ish qobiliyatiga yosh xususiyatlarning ta'siri**

Mashq intensivligini solishtirganda uzaytirilgan me'yoriy holat mashqi bir necha soat davom etib, o'sgan lipiod oksidatsiyasi va kamaytirilgan karbogidrit oksidatsiya darajalari tomonga o'zgartirilish orqali xarakterlanadi. Oksidatsiya darajalaridagi o'zgarishi energiya sarfi va kamaytirilgan mushak glitsogeni va imtglar chiqishiga ffa plazmaning o'sgan hissasi orqali amalga oshirilgan. Qo'shimcha qilib aytganda, qon plazmasida progressiv o'sish lipiod oksidatsiyasini stimulyatsiyalaydi.

(pdh) garmonlar harakatining ostki regulyatsiyasi mashq davomiyligi oshadi, kamaytirilgan piruvat ko'pirishi orqali kamaytirilishi sabab bo'lishi mumkin. Qo'shimcha ravishda, ko'pgina yaqindagi ma'lumotlar pdh harakatini saqlab turuvchi mashq davomida pdh kinaza harakatining yuqori regulyatsiyasini ko'rsatadi. Birgalikda olingan ushbu ma'lumotlar bir necha kuzatishlardan tashkil topgan, o'suvchi yoki kamayuvchi substrat mavjudligi ozuqa utilizatsiya misollarining ko'pgina regulyatorlarining mashq davomida biridir.<sup>68</sup>

Organizmning o'sib va rivojlana borganligi sari uning jismoniy ish qobiliyatida ma'lum qonuniyatlarga asoslangan o'zgarishlar sodir bo'lib turadi. Organism fiziologik balog'atga etgani sari aerob va anaerob bioenergetik jarayonlarda energiyaning o'zgartirish imkoniyatlari tobora ortib boradi. YOshning ulg'ayishi bilan tananing metabolizmida faol qatnashadigan massasi, ayniqsa skelet muskullari ko'payadi; ana shu muskul va boshqa to'qima va organlarda aerob va anaerob almashinuvning muhim fermentlarini miqdori oshadi, ana shu fermentlarni barqaror ishlashi uchun sharoitlar yaxshilanadi, organizmning energetik resurslarini zahirasi ko'payadi, modda va energiya almashinuv turli zvenolarini nerv va gormonal boshqarilish jarayonlari hamda muskul va boshqa to'qimalarga kislorod va ozuqa moddalarni etkazib berish va parchalanish mahsulotlarini chiqarib tashlashga javobgar bo'lgan vegetative sistemalarning ishi takomillashadi. Jismoniy ish qobiliyatining hamma ana

<sup>68</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.-2012.( page 168)

shu ko'rsatkichlari odam to'la fiziologik balog'atga etgan paytida, ya'ni 20-25 yoshlarida odatda o'zlarining maksimumiga chiqadi (erishadi). Asosan, yuqori energiya ishlab chiqarishni talab qiladigan sport turlarida ana shu yoshda eng yuqori sport ko'rsatkichlariga erishadi. 40 yoshdan keyin jismoniy ish qobiliyatining ko'rsatkichlari pasayaboshlaydi va 60 yoshga kelib balog'at yoshidagiga nisbatan tahminan ikki marta kamayadi.

Organizmining ish qobiliyatini belgilovchi bioenergetik jarayonlarning ko'rsatkichlari o'sish va rivojlanish davomida ma'lum qonunuyatlar asosida o'zgaradi. Masalan, erkaklarning 20 yoshlarida maksimal anaerob quvvat (MAQ) o'zining maksimal ko'rsatkichiga erishadi va to 30 yoshgacha tahminan shu darajaga saqlanadi va keyin pasaya boshlaydi. Ayollarda bu ko'rsatkich o'zining maksimumiga 18 yoshlarda etishadi va so'ngra nisbatan tez psaya boshlaydi. Erkaklarda kislorodning maksimal istemoli (KMI) o'zining maksimal ko'rsatkichiga 25 yoshlarda erishadi va 40 yoshgacha ana shu darajada saqlanadi, ayollarda esa bu ko'rsatkichlar 20 va 35 yoshni tashkil qiladi.

Bioenergetik jarayonlarning hajm va samaradorlik ko'rsatkichlari MAQ va KMI ko'rsatkichlaridan farq qilib, ancha sekin rivojlanish templari bilan xarakterlanadi va erkak va ayollarda yoshga nisbatan deyarli farqlari yo'q. Masalan, bu ko'rsatkichlar eng yuqori qiymatga 25-30 yoshlarda erishadi va sistematik mashqlanish natijasida tahminan shu darajada 40-45 yoshlargacha saqlanishi mumkin. Keksaygan va qarigan yoshda pasayish templari ayollar organizmida faqat ancha aniqroq ko'zga tashlanadi. Lekin, shu narsani uqtirib o'tish kerakki, organizmning yuqori tezlikda o'sishi va rivojlanish munosabati bilan, ya'ni energetik substratlarning biologik oksidlanish jarayonida ajralib chiqayotgan energiyaning asosiy qismi plastik almashinuvida ishlanilayotganligi sababli bolalar va o'spirinlarda katta yoshdagilarga nisbatan muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlash imkoniyatlari ancha kam bo'ladi. Aerob va anaerob jarayonlarda ajralib chiqayotgan energiyaning asosiy qismi hujayralarning yangidan hosil bo'lishi va yangilanib turishlarini ta'minlaydigan struktura va ferment oqsillari, nuklein kislotalar, lipoudlar va boshqa hujayra strukturalarining sintezi uchun ishlatiladi. O'sayotgan organizmning yana bir qator biokimyoviy hususiyatlari bunday cheklanishni kuchaytiradi. Jumladan, kislorodni etkazib berishni ta'minlaydigan qondagi gemoglobin va muskul tolasi hujayralaridagi mioglobin oqsillarning miqdori bolalarda katta yoshlilarnikiga nisbatan kam, demak bolalar organizmining kislorod hajmi kichik. Bolalar va o'spirinlarda yurak-qon tomirlar va nafas olish sistemalari hatto tinch



holatda ham katta yoshlilarnikiga nisbatan ancha zo'riqish bilan ishlaydi, demak kam funksional rezervlarga ega. Boshqacha qilib aytganda, organizmning kislorodga bo'lgan ehtiyoji oshganda bolalar va o'spirinlarning ana shu sistemalarini faoliyati kam darajada kuchaydi. Manashularning hammasi bolalarda intensiv muskul ishlarini aerob energiya ta'minotining imkoniyatlarini chegaralab quyadi. Bulardan tashqari, bolalarda muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlash imoniyatlari va kislorod qarzi sharoitida ish bajarish qobiliyati ham katta yoshlilarga nisbatan kam bo'ladi. Shu bilan birga, yoshi qancha kichik bo'lsa, bajarish mumkin bo'lgan ishning maksimal quvvati shuncha kichik bo'ladi. Bolalar va o'spirinlarning jismoniy tarbiyasining yana bir muhim tomoni – ularning muskul ish faoliyatida uglevodlarning ishlatilishini osonlik bilan (engil) tormozlanishidir. Masalan, ko'pchilik jismoniy mashqlar (ayniqsa qiziqarli bo'lmagan va uzoq davom etadigan) bolalarning qonidagi glyukozani konsen-trasiyasini tez pasaytirib yuboradi. Turli-tuman, ayniqsa tarkibida har xil o'yin elementlarini tutgan, emotsiyaga boy mashg'ulotlar qondagi glyukozaning yuqori darajasini to darsni ohirigacha ishlab turishga imkoniyat tug'diradi. Qariyotgan organizmning o'ziga hos hususiyatlaridan biri – moddalar almashinuvining intensivligini umumiy pasayish holatida plastik almashinuvining intensivligini ham pasayishidi. Qariyotgan organizmlarda birinchi navbatda oqsillarni yangilanib turish jarayoni sekinlashadi. Oqsilarning sintezini sekin-lashishi hujayralarning bo'linish tezligini kamayishiga va ularning fiziologik regeneratsiyasini buzulishiga olib keladi. Ko'p hujayralar faoliyat qobiliyatini yo'qotib o'lishadi. Qarilikda bosh miya po'stlog'idagi va miyachadagi nerv hujayralarining soni ham kamayadi. Suyak hujayralarining ko'payishi sekinlashishi va nobud bo'lishi kuzatiladi, bu esa ularni g'ovaklashishiga va pishiqligini kamayishiga olib keladi. Eritrositlarni yangitdan hosil bo'lishi ham sekinlashadi. Yaralarning bitishi ham yomonlashadi va h.k.

Ikkinchidan, qariyotgan organizmda oksidlanish jarayonlarning intensivligi ancha pasayadi. Jumladan, aerob va anaerob energiya ishlab chiqarish imkoni-yatlari pasayadi. Shuning uchun ham, keksaygan odamlarda xuddi bolalar va o'spirinlardagidek, qonda sut kislotasining konsentrasiyasi 20-30 yoshli odamlar-dagiga nisbatan standart ishni bajarganda ko'p, maksimal quvvatli ishni bajarganda esa kam darajada ortishi bilan sodir bo'ladi. Ishning maksimal mumkin bo'lgan quvvati yoshini ulg'ayib borishi bilan keskin pasayib boradi. Jumladan 60 yoshli

odamlarda 20-30 yoshlar rivojlantirishga qodir bo'lgan quvvatni 50% bo'lishi mumkin.

Keksaygan yoshli odamlar uchun yana bir o'ziga hos hususiyat huddi bolalar va o'spirinlarnikidek, muskul faoliyatida uglevodlar sarflanishini engil tormozlanishi hisoblanadi. Masalan, ayniqsa bir xil, zerikarli jismoniy mashqlar ko'pincha qonda glyukozani kamayishi bilan sobirbo'ladi. Shu yoshlarda lipidlar almashinuvi ham o'zgaradi: qonda xolisterinning miqdori ko'payadi, bu esa ateroskleroz kasalligini rivojlanishiga olib keladi. Shunday qilib, maktab/litsey va kollejlarda bolalar va o'smirlarni jismoniy tarbiya bo'yicha dasturlarni ishlab chiqishda, ayniqsa yosh sportchilar (sportchi qizlar) uchun mashqlanish mashg'ulotlarini tashkil qilish va o'tkazishda, hamda har xil yoshdagi odamlar bilan jismoniy tarbiya va sport bo'yicha sog'lomlashtiruvchi mashg'ulotlarni o'tkazishda jismoniy ish qobiliyat ko'rsatichlarining yoshga qarab o'zgarish dinamikasining o'ziga hos xususyatlarini albatta inobatga olish kerak.

Uglevodlar intensiv, ayniqsa davomiy mashqlarda energiyaning muhim manbasidir. Mushak va jigarda glikogen miqdori pasayishi charchashning asosiy jihatlari biri deb kelingan gipoglikemiyaga bog'liq bo'ladi. Uglevodlar uglerod, vodorod va kisloroddangina iborat bo'ladi. Monosaxaridlar uglevodlarning eng oddiy zanjiridir. Disaxaridlar ikkita monosaxaridning glikozid bog' orqali o'zaro bog'lanishidan ishlab chiqarilgan. Polisaxaridlar uglevodlarning saqlash xonasi hisoblanadi. Glyukoza uglevodlarning energiya uchun asosiy ishlatiladigan shaklidir. Glikoliz glyukozaning pirouzum kislotasiga parchalanishidan paydo bo'ladi: u sitoplazmada bir qator reaksiyalar davomida amalga oshadi, va bu erda PFK fermenti ancha chegaralangan. Glyukoneogenezis bir qator glyukoza-1-fosfatlarning fosforilaza fermenti yordamida hosil bo'lishidan paydo bo'ladi.

Pirouzum kislotasi intensiv mashqlarda LDG orqali sut kislotasiga aylantiriladi, va bu glikolizning davom etishiga imkon beradi. Aerob, barqaror mashg'ulotlar davomida pirouzum kislotasi mitoxondriya ichiga o'tadi, va u erda FDH orqali atsetil-KoA ga aylanadi. Atsetil-SoA UKK sikliga kiradi, va u erda karbonat anhidrid va suvgacha to'liq oksidlanib, 12 ta ATF molekulasini ishlab chiqadi

Elektron almashinuv zanjiri mitoxondriya membranasi ichidagi asosan sitoxrom saqlagan komplekslardan foydalanib, bir qator oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini o'z ichiga oladi, va bu orqali NADH va FADH<sub>2</sub> larning qayta oksidlanishiga imkon beradi. Elektron almashinuvi



natijasidan olingan moddadan oksidlovchi fosforlanish asosida ATF ishlab chiqariladi.

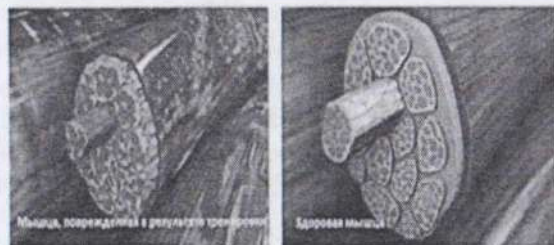
Glyukoza ning pirouzum kislotagacha anaerob parchalanishidan ikkita ATF molekulasini, va umumiy oksidlanishdan 38 ta ATF molekulasini sof mahsulot chiqadi.

Fruktoza faqat jigarda metabolizm qilinishi mumkin, chunki boshqa organlarda, shu jumladan mushaklarda fruktokinaza fermenti mavjud bo'lmaydi.

**Glyukoneogenez** sut kislotasidan substrat sifatida foydalanadi, va natijada glikolizni teskari qaytarib, glyukoza hosil qiladi. Bu jarayon uchun zarur barcha fermentlar (ya'ni piruvat karboksilaza, fosfoenolpiruvat karboksilaza, glyukoza-6-fosfataza. jigarda topilishi mumkin, mushakda esa glyukoza-6-fosfataza mavjud bo'lmaydi, shuning uchun u glyukoza hosil qila olmaydi. Biroq mushaklar sut kislotasidan glikogeni sintezlashi mumkin. Alanin, glutamin va glitserol ham glyukoneogenez ishtirokchilari bo'la oladi. Glyukagon gormoni glyukoneogenezni faollashtiradi. Glyukogenez insulin tomonidan (va glyukoza mavjudligidan) faollashadi va glikogen sintaza fermentini jalb qiladi.<sup>69</sup>

**Mushak to'qimalarining tiklanishi.** Skelet mushaklarning ko'pchiligi turli xil mushak to'qimalarining aralashmasi bo'lganligi sababli berilgan motoneyronidagi mushak to'qimalarining barchasi bitta turga mansub bo'ladi (84-rasm).

Mushak to'qimalarining katta qismi IIa va IIx motoneyron turini tashkil etib, I turdagi motoneyron miqdoridan ancha yuqori bo'ladi. Shu sababli I -motoneyron faollashganida deyarli barcha mushaklar II -motoneyron faollashgani dagiga nisbatan ko'proq faollashadi.



84-rasm. Mushak turlari

<sup>69</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 107)

Natijada II tur to'qimalari eng yuqori tortishishga tezroq erishadi, va ular umumiy ravishda I turdagi to'qimalarga nisbatan ko'proq kuch ishlab chiqaradi.

Mushaklarimiz qisqarganida ishlab chiqarilgan qisqarish kuchiga nisbatan aniq to'qimalarning ulushi qisqarishning intensivligi va davomiyligiga bog'liq bo'ladi. Misol uchun, agar bir oz kuch ishlab chiqarilishi, masalan yurish yoki engil mashg'ulotlarda, talab qilinsa, u holda sekin tortishadigan mushaklar eng faol bo'ladi. Bir gramm skelet muskulida 100 mg ga yaqin oqsil bor. Aktin- oirligi 50-80 kDA oqsil bo'lib 1948-yilda Bruno Shtraux tomonidan aniqlangan. Aktin ATF gidrolizini stimullaydi. Aktin oqsilining ikkita monomeri mavjud:

**G aktin** – globular tuzilishga ega **F aktin** – Fibrillar tuzilishga ega. Aktin iplarining uzunligi 1 mkm, qalinligi 5-7 mkmga teng. Aktin molekulari munchoq kabi ikki qatorda joylashgan, bir biriga spiral shaklida o'ralgan, diametri 5-7 nm Har bir aktinning spiral ipida 14 ta munchoq bor 40 nm masofada aktin ipida uzunchoq troponin molekulari aktin ipining spiralning ichida tropomiozin molekulari joylashgan. G aktinning ristal strukturasi 1990-yilda aniqlangan.

Agar mashg'ulotlar intensivligi masalan, tez yugurishgacha oshsa, u holda IIa mushaklar turi faollashadi. So'nggira, agar mashg'ulotlar to'liq hajmda masalan sprintga o'tib ketsa u holda II xil mushaklar turi faollashadi. Demak, mushak to'qimalari ketma-ketlikda (ya'ni I, II va II xil mushak turlari) mashg'ulotlar intensivligiga ko'ra jalb qilinadi. Mushak to'qimalarining ushbu ketma-ketlikda jalb qilinishi tartibli tiklanish prinsipi ostida ma'lum bo'lib, u hajm prinsipi bilan tushuntirilishi, ya'ni motoneyronning jalb qilinishi bevosita motorik neyron hajmiga bog'liqligidan tushuntirilishi mumkin. I turdagi motoneyron kichikroq hajmga ega bo'lganligi sababli ular engil mashg'ulotlarda birinchi bo'lib ishga tushadi, keyin mashg'ulot intensivligi oshgani bilan hajmi kattaroq bo'lgan II turdagi motoneyronlar kuch ishlab chiqarishga jalb qilinadi.

Muskul qisqarish mexanizmi 5 bosqichda boradi:

Miozin kichik "boshchasi" ATF ni ADF va  $H_3PO_4$  gacha gidrolizlaydi ATF va  $H_3PO_4$  ni o'z ichiga olgan miozin "boshchasi" burchak hosil qilib buraladi va F-aktin bilan bog'lanadi. Bu o'zaro ta'sirlashish aktin-miozin kompleksidan ADF va  $H_3PO_4$  ajralishiga olib keladi. Yangi ATF molekulari miozin F-aktin kompleksi bilan bog'lanadi.

Miozin-ATF kompleksi aktonga kuchsiz bog'lanadi va shuning uchun F-aktindan miozinli boshchani ajralishi oson bo'ladi. Sikl shu tarzda davom etadi.



Mashg'ulotlar davomida mushak to'qimalarining tiklanishi modellari to'g'risidagi ma'lumotlarning ko'pchiligi turli xil mushak to'qimalari turlarida mushak glikogeni kamayishi modellarini tadqiqot qilishdan olingan.

Odatda, ushbu tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki mashg'ulotlarning intensivligi pastdan yuqoriga oshib borishi bilan glikogen kamayishi I tur to'qimalarida past ko'rsatkichlarga ega bo'ladi, II a to'qima turlarida esa yuqori intensiv mashqlarda glikogen kamayishi ancha oshadi. Bundan xulosa qilish mumkinki, mashg'ulot intensivligi pastroq bo'lgan davomiy mashg'ulotlarda (masalan sekin yugurishda. I turdagi mashg'ulotlar ko'proq jalb qilinadi, II turdagi to'qimalar esa sprint yoki yuk ko'tarish kabi yuqori intensiv mashqlarda ko'proq tiklanadi. Harakatlarning turli xil intensivligiga ega sport turlarida (masalan futbolda. mashg'ulotlar davomida glikogen kamayishi barcha to'qimalarda kuzatilishi odatiy hol. Bu sport turlari uzlukli harakatlar bilan xarakterlanadi.<sup>70</sup>

#### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

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

**Glikolitik anaerob ish qobiliyati** Ishni energiya o'zgartirish jarayonlarining ATFaza va kreatinkinaza reaksiyalari hisobiga bajarish imkoniyati.

**Potensiya omillari** Bu tezkorlik – kuchlilik sifatleri va bioenergetik qobiliyatlarini o'zida mujassamlashtirgan organizmning ichki imkoniyatlari

**Alaktat anaerob ish qobiliyati.** Ishni energiya o'zgartirish jarayonlarining ATFaza va kreatinkinaza reaksiyalari hisobiga bajarish imkoniyati

**Unumdorlik omillari** Sport turlarining aniq sharoitlarida potensiya omillarini amalga oshirish darajalarini belgilaydi. Ularga texnika, taktika va psixologik tayyorlash omillari kiradi. Bu sut kislotasini yig'ilishi bilan boradigan ish vaqtidagi anaerob glikolizning kuchayish imkoniyatlari

#### **Mavzuga oid test topshiriqlari**

### **1. Sportchining jismoniy ish qobiliyatini asosan qaysi omillar belgilaydi?**

a. tezkorlik-kuchlilik sifatini rivojlanishi, organizmning bioenergetik imkoniyatlari

<sup>70</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. (page 24)

b. mashqlarni bajarish texnikasi va sport o'yinlarini olib borish taktikasi

c. sportchini psixologik tayyorlash

d. barcha javoblar to'g'ri

**2. Potensiya omillari guruhi o'zini ichiga oladi:**

a. tezkorlik-kuchlilik sifatlarini

b. organizmning bioenergetik imkoniyatlarini

c. sport o'yinlarining olib borish taktikasini

d. a va b

**3. Taktika, texnika va sportchilarni psixologik tayyorlash samaradorlik omillari guruhiga birlashtiriladi va bular quyidagi xususiyatlarni belgilaydi:**

a. bajarilayotgan mashqlarning quvvati

b. ichki imkoniyatlar (potensiya. omilini ishlata olish darajasi

c. tezkorlik-kuchlilik sifati

d. mashqning davomiyligi

**4. Sportning tezkorlik-kuchlilik qobiliyatini belgilaydigan biokimyoviy omillar orasida eng avvalo quyidagilarni ko'rsatish mumkin:**

a. Mushakning qisqartiruvchi oqsillarining umumiy miqdori va fermentlik xususiyatlari

b. aktin va miozin iplari o'rtasidagi ko'ndalang tutashgan nuqtalarning soni

c. miozin ATF-azasining faolligi

d. oq va qizil muskul tolachalarining nisbati

**5. Oq (FT) va qizil (ST) muskul tolalarining nisbati va sarkomerning uzunligi genetik omil bo'lgani uchun, bular:**

a. mashqlanish ta'sirida ko'payadi

b. mashqlanish ta'sirida o'zgarmaydi

c. sarkomerning uzunligi ortadi

d. ishlayotgan mushakda oq tolalarning soni ko'payadi

**6. Sportchilarning jismoniy ish qobiliyatini ta'minlovchi eng muhim biokimyoviy omil – bu:**

a. tezkorlik-kuchlilik sifati

b. miozin ATF-azasining faolligi

c. organizmning bioenergetik imkoniyatlari

d. oq va qizil mushak tolalarining nisbati

**7. Sportchining alaktat anaerob ish qobiliyati – bu:**

a. ishni miokinaza reaksiyasi hisobiga bajarishi



b.ishni kreatinfosfokinaza va ATF-aza reaksiyalarida energiya o'zgarishi hisobiga bajarish imkoniyati

- c. anaerob glikolizni kuchayishi hisobiga ish bajarish
- d. aerob jarayonlar hisobiga ish bajarish

**8. Ish vaqtida anaerob glikolizni kuchayish mumkinligi (uning natijasida sut kislotasi yig'iladi) sportchining ..... ni aks ettiradi:**

- a. glikolitik anaerob ish qobiliyati
- b. alaktat anaerob ish qobiliyati
- c. aerob ish qobiliyati
- d. organizmning bioenergetik imkoniyatini

**9. Sportchining aerob ish qobiliyati – bu ishni ..... kuchayish hisobiga bajarishdir:**

- a. mitoxondriyalardagi aerob jarayonlarni
- b. ishlayotgan mushaklarga  $O_2$  ni etkazib berish va foydalanish
- c. ozuqa moddalarni etkazib berish
- d. a va b

**10. Alaktat anaerob (I), glikolitik anaerob (II) va aerob (III) ish qobiliyatlarining quvvatini bioenergetik kriteriyalaridan biri – bu:**

- a. sut kislotasining to'planish tezligi (HLa/t)
- b. mushakda kreatinfosfatni umumiy miqdori
- c. makroerglarni parchalanish tezligi (~P/t)
- d. KMI ( $VO_2_{max}$ )

### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Sport ish qobiliyatini belgilovchi biokimyoviy omillar (tezkorlik-kuchlilik sifati va organizmning bioenergetik imkoniyatlari) qanday guruh omillarga birlashtiriladi?

2. Sportchining tezkorlik-kuchlilik imkoniyatini eng avvalo qaysi bir biokimyoviy omil belgilaydi?

3. Sportchi (odam) organizmining bioenergetik imkoniyatlari deb qanday biokimyoviy omillarga aytiladi?

4. Odam organizmida energiya o'zgarishining qanday bioenergetik mexanizmlari (ATFning resintez yo'llari) bor?

5. Qaysi bir biokimyoviy jarayonlar sportchining aerob ish qobiliyati deyiladi va uni qanday biokimyoviy omillar belgilaydi?

6. Qanday bioenergetik jarayonlar sportchining anaerob ish qobiliyati deb yuritiladi va ularni qaysi bir kimyoviy jarayonlar belgilaydi?

7. Energiya o'zgarishining aerob, glikolitik va alaktat mexanizmlarining o'zaro nisbati taxminan qanday ko'rinishda bo'ladi?

8. Sportchining sport ish qobiliyati nima bilan belgilanadi?

9. Sportchi organizmidagi energiya o'zgarishining anaerob va aerob mexanizmlarini quvvat va hajmi ko'rsatkichlari doimiy (sistematik) mashqlanish ta'sirida qanday o'zgaradi?

10. Nima uchun yosh sportchilar (15-17 ga to'lmagan) og'ir jismoniy mashqlarni bajarishi mumkin emas?



## **XIX BOB.SPORTCHILARNING TEZKORLIK-KUCHLILIK SIFATLARINING BIOXIMIYAVIY ASOSLARI VA ULARNI RIVOJLANTIRISH USULLARI**

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

Muskul faoliyatida namoyon bo'ladigan sportchining jismoniy sifatleri (kuch, tezlik, quvvat, chidamkorlik va h.k.) odamning biokimyoviy, fiziologik, morfologik xususiyatlariga hamda uning psixik, texnik va taktik jihatdan tayyorlanganlik darajasiga bog'liq bo'ladi. alohida muskul tolasi rivojlantirayotgan kuch undagi qisqartiruvchi oqsillarning miqdoriga, ya'ni aktinning umumiy miqdoriga va miozinning polimerizatsiyalanish darajasiga bog'liq bo'ladi.

Boshqacha qilib aytganda, qisqarayotgan muskulda rivojlanayotgan kuchlanishning katta-kichikligi miofibrillarning tarkibiga kiradigan har bir sarkomer doirasidagi aktin va miozin iplari orasida hosil bo'ladigan ko'ndalang ko'priklarining soniga to'g'ri proporsional bo'ladi. Skelet muskullarining miofibrillarida ko'ndalang ko'priklarni hosil bo'lish va uzilish tezligi va shu bilan bog'liq bo'lgan kuchlanishni rivojlanishi va muskul qisqarish tezliklari miozinning atf-azalik faolligiga bog'liq. miozin atf-azasi yordamida atfning fermentativ parchalanish tezligi har xil tipdagi muskul tolalarida keskin farq qiladi: oq tez qisqaradigan tolalarda sekin qisqaradigan tolalarga nisbatan u ancha yuqori bo'ladi. yuqorida eslatilganidek odamning skelet muskullarida ft va st tolalari har xil nisbatda bo'ladi.

Ft va St tolalarining proporsiyalarini o'zgarishi muskulning funksional xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. chunki bu muskul tolalar turli harakatlantiruvchi birliklar tarkibiga kiradi, turli motoneyronlar bilan innervatsiya qilinadi va hat xil vaqtlarda ishga kirishadi. SHu bilan birga ishlayotgan muskullarni tarkibida qancha Ft tolalar ko'p bo'lsa, ularning tezkorlik-kuchlilik sifatleri shuncha yuqori bo'ladi.YUqorida bayon qilingan ma'lumotlardan muhim bir qonuniyat kelib chiqayapti, ya'ni maksimal muskul kuchlanishining katta-kichikligi (muskul kuchi) sarkomerning uzunligiga yoki yo'g'on miozin iplarining uzunligiga, ya'ni asosiy qisqartiruvchi oqsil – miozinning polimerizatsiyalanish darajasiga to'g'ri proporsional. Boshqacha qilib aytganda, miofibrillardagi aktin va miozin iplarini o'zaro ta'sirida rivojlanayotgan kuch ularning orasida hosil bo'layotgan ko'ndalang ko'priklarining soniga yoki ularning tutashgan maydoniga to'g'ri proporsional bo'ladi. Hosil bo'lgan ko'priklarining

soni qancha ko'p bo'lsa, har bir sarkomer doirasida rivojlanayotgan kuch shuncha katta bo'ladi.

Eng uzun sarkomerlar mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullarda, eng kaltasi esa hashoratlar va jannat qushining uchish apparatlarida kuzatilgan. Mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullari odamning maksimal muskul kuchidan 3-6 marta ortiq muskul kuchlanishini rivojlantirish qobiliyatiga ega. Hasharotlar va jannat qushining uchish muskullari rivojlantirayotgan kuchning maksimal kattaligi odamnikidan 3 marta atrofida kam. Odamning skelet muskullarida sarkomerning uzunligi o'rtacha 1,8-2,5 mkm, miozin iplarini uzunligi 1500 nm ni tashkil qiladi.

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

Muskul miofibrillarida aktinning miqdori kreatinning umumiy miqdoriga to'g'ri proporsional ravishda bog'liq bo'ladi, ya'ni hujayrada (muskul tolasi hujayrasida) aktinning miqdori qancha ko'p bo'lsa, kreatinning miqdori ham shuncha ko'p bo'ladi. Aktinning miqdorini aniqlash juda murakkab va sermehnat ish va uni har doim aniqlash mumkin emas. Shuning uchun ham sport amaliyotida ko'pincha muskullarda yoki qonda kreatinning umumiy konsentratsiyasini aniqlash muskul kuchini rivojlanishini nazorat qilishda va tezkorlik-kuchlilik mashqlarida sportda erishiladigan yutuqlarning darajasini oldindan aytib berishda qo'llaniladi. SHunday qilib, xulosa qilish mumkin: kuchning biokimyoviy asoslari – muskullarning qisqartiruvchi oqsillarini umumiy miqdori va fermentativ xususiyatlari ya'ni miozinning polimerizatsiyalanish darajasi va uning ATP-aza faolligining katta-kichikligi hamda aktinning umumiy miqdori, hisoblanadi.

Tezkorlikning (tezlikni) namoyon bo'lishini biokimyoviy asoslari ko'p jihatdan xuddi kuch sifatlarinikidek: qisqartiruvchi oqsillarning miqdorini ko'pligi va ATFni parchalaydigan ferment sifatida miozinning yuqori darajada faolligi bilan belgilanadi. Lekin, qisqarishning maksimal tezligi sarkomerning uzunligiga yoki yo'g'on miozin iplarining uzunligiga teskari proporsional va nisbiy ATF-aza faolligiga to'g'ri proporsional.



Qisqarishning eng yuqori tezligi hashoratlar va jannat qushining o'zini tarkibida eng qisqa sarkomer tutgan uchish muskullaridakuzatilgan, qisqarishning eng kichik tezligi – o'zining tarkibida eng uzun sarkomerni tutgan mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullarida kuzatiladi.

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

Bulardan tashqari, qisqarishning yuqori tezligini namoyon qilish uchun ATFning tez resintezlanaolish qobiliyati asosan kreatinkinaza teaksiyasida,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  va  $Na^+$  ionlarining konsentratsiyasi va ularning tez bog'lanaolish va ajralaolish imkoniyatlari katta ahamiyatga ega. Umuman olganda, tezkorlikning (qisqarish tezligining) biokimyoviy asoslari miofibrillarning qisqartiruvchi oqsillarini faoliyati bilan ayniqsa ATF-azalik faol-ligi bilan ya'ni kimyoviy energiyani ishlatilish (mobilizatsiya. tezligi bilan bog'langan. Kuch sifatiga nisbatan aksincha qisqarishning maksimal tezligi sarkomer-ning uzunligiga yoki bitta sarkomer doirasida yo'g'on muiozin iplarining uzunligi-ga teskari proporsional bo'ladi: qisqarish tezligi qancha katta bo'lsa, sarkomerning uzunligi shuncha kalta (qisqa bo'ladi. Bundan tashqari, tezkorlik sifatlarini namo-yon bo'lishida ATPning kreatinkinaza reaksiyasida sintezi muhim ahamiyatli. Odamning erkin harakatida kuch va qisqarishning tezligini o'zaro bog'lanmasdan alohida namoyon bo'lishi emas balki rivojlanayotgan kuchla-nishning quvvati bilan belgilanadigan ularning birgalikda ko'rsatgan samarasi (effekti) ahamiyatga ega. Muskul rivojlantirayotgan quvvat – ya'ni ATF-aza faolligini ya'ni ATFning parchalanishini umumiy tezligini to'g'ri chiziqli funksiyasi hisoblanadi. Maksimal quvvat korsatkichlari ham qisqarishning maksimal tezliginiki singari har xil tipdagi muskul tolalarida ancha farq qiladi va ma'lum tur harakat faoliyatiga moslashishda sezilarli darajada o'zgaradi.

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

## 19.2. Chidamkorlikning biokimyoviy omillari

Chidamkorlik – odamning (sportchining) eng muhim jismoniy sifati bo'lib, asosan uning ish qobiliyatini umumiy darajasini belgilaydi. Chidamkorlik ikkita formada namoyon bo'lishi mumkin: yo davomli ishni berilgan quvvat darajasi toliqishni birinchi belgilarigacha, ya'ni mashqni quvvatini pasaya boshlaganicha bajarish, yoki toliqishni boshlanishi

natijasida ish qobiliyatini pasayishi sifatida namoyon bo'ladi. Chidamkorlik – ishni oxirigacha bajarish vaqti bilan o'lchanadi ( $t_{ox, min}$ ). Biokimyoviy nuqtai nazardan chidamkorlik – ma'lum ishni bajarishda ishlatishga qulay bo'lgan energiya zahiralarning umumiy miqdorini energiyaning sarflanish tezligiga bo'lgan nisbati bilan belgilanadi. Chidamkorlikni aniqlash formulasi quyidagicha ifodalanadi.

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

Chidamkorlik – berilgan intensivlikdagi ishni bor energiya resurslarini batamom tugaguncha bajarilgan vaqti bilan aniqlanadi. Lekin, qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni bajarishda kreatinfosfat zahirasini  $1/3$  qismi ishlatilishi bilanoq ishni bajarish tezligi pasaya boshlaydi yoki bosh miyada ishni bajarish davrida kreatinfosfatning zahirasi umuman ishlatilmaydi. Boshqa tomondan chidamkorlik ish vaqtida toliqishni boshlanishini orqaga surish hamda toliqish kuchayib borayotgan sharoitda ishni unumli bajarishga imkoniyat yaratadi. Sportchi organizmining bu qobiliyati birinchi navbatda muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlashga javobgar bo'lgan metabolik jarayonlarning rivojlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Odam organizmida ATF resintezining uchta asosiy yo'llari borligiga ko'ra chidamkorlikning uchta biokimyoviy komponentlarini ajratiladi: alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob komponentlari. Demak, umumiy chidamkorlikni ana shu energiya manbalarining quvvat, hajm va samaradorlik parametrlarining turlicha kombinatsiyalarini natijasi deb qarash mumkin. Ana shu komponentlarning hammasi chidamkorlikning har qanday spetsifik turini namoyon bo'lishida o'z hissalarini qo'shadi, lekin shulardan biri etakchi (muhim) ro'lni o'ynaydi. Ana shunday etakchi komponentni aniqlash mashqlanish vositalari va uslublarini to'g'ri tanlash uchun muhim ahamiyatga ega. Chidamkorlikning alaktat anaerob komponentini rivojlanish darajasi ishlayotgan muskullar va boshqa to'qima va organlardagi kreatinfosfatning zahirasi va uning mashqlarni bajarish vaqtida sarflanishini tejamligiga bog'liq bo'ladi. Kreatinning sarflanishini tejamlilik o'z navbatida mashqlarning elementlarini bajarish texniasini samaradorligi hamda anaerob almashinuvning sut kislotasi va boshqa mahsulotlari yig'ilayotgan sharoitda sarkoplazmatik kreatinkinaza va miozin ATF-azasi – fermentlarini barqaror ishlashiga bog'liq.



Chidamkorlikning bu komponenti qisqa muddatli (tezkorlik va kuchlilik) maksimal intensivlikdagi mashqlarni bajarishda asosiy energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti uchun faqat organizmning uglevod zahiralari (muskul va jigarning glikogen zahiralari va qonning glyukozasi) va ularning sarflanishini tejamliligigina emas, balki sut kislotasi hosil qilayotgan vodorod ionlarini neytrallashga imkoniyati bo'lgan bufer sistemalar hamda organizmning kislotalik-ishqorlik balansini o'zgarishiga ferment sistemalarini chidamliligi muhim rol o'ynaydi. Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti bajariladigan vaqti 30 sekunddan 2-3 minutgacha bo'lgan og'ir mashqlarni bajarishda asosiy energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

Ish vaqtida organizmning mobilizatsiya qilinayotgan energiya rezervlarining (uglevodlar, yog'lar, oqsillar) miqdori, ishlayotgan to'qima va organlarda kislorod va ozuqa moddalarni etkazib berishni ta'minlaydigan nafas olish va qon aylanish sistemalarining turg'un (barqaror) ishi va ishlab-turishini tezligi va aerob almashinuv fermentlarining miqdori hamda faolligi chidamkorlikning aerob komponentini ifodalaydi. Chidamkorlikning bu komponenti 3 minutdan birnecha soatgacha davom etadigan katta va mo'tadil quvvatli mashqlarni asosan energiya bilan ta'minlaydi. Garchi chidamkorlik odamning boshqa harakat sifatleri kabi ko'pchilik omillarga bo'g'liq bo'lsada, organizmning biokimyoviy (bioenergetik) xususiyatlari uni ro'yobga chiqarishda hal qiluvchi rolni o'ynaydi, chunki chidamkorlik u yoki bu turdagi ish vaqtida ATFning resintezlanish imkoniyatlari bilan belgilanadi.

Chidamlilikka oid mashqlarning ta'rifi va misollar. Ta'riflanishiga ko'ra chidamlilikka mashq odatda 4 daqiqa va 4 soat o'rtasidagi davomiylikka ega uzaytirilgan bir maromdagi mashq holatini bajarish deb ta'riflanadi (Whyte, 2006). Bu shuning uchun o'rtacha masofaviy holatlarni o'z ichiga oladi (masalan, yugurish yo'lagi aylanishi, engil yugurish va suzish), marafon yugurishga va Tour de Francedagilar kabi (4 soat atrofida bo'lgan davomiylikka ega mashq, ya'ni "Iroman triatlons" o'ta chidamlilik degan manoda sinflanadi) yo'l aylanmasining kengaytirilgan stadiyalarida bo'ladi. Bunda sportchilar ushbu holatlarda foydalanadigan qadam tashlash strategiyalari shubhasiz mavjuddir, mashq zichligi odatda mustahkam holat deb tushuniladi, (masalan, doimiy zichlik), bunga sabab sportchi qo'lidan kelgan darajada eng yuqori kuchda mashq qilishni maqsad qilishganligidir.

Chidamlilikka mashqning eng oddiy ko'rinishlari va adabiyotda eng ko'p o'rganilganlar bu velospedda yurish va yugurishdir. Velosiped haydash o'rganilayotgan mashqlar orasida eng ustun shakllardan biri bo'lib hisoblanadi, balki bunga sabab tajriba o'tkazuvchilarga taklif etadigan metodologik nazoratdadir. Masalan, vastus lateralis haydash davomida kchli tarzda ishlatilgan va mushaklar mashq qilish uchun ma'lum moslashishlarni o'rganishda mos misoli o'rinlarni ko'rsatadi. Bu oyoqlarning mushaklari, ya'ni vastus lateralis bilan qiyoslaganda gastronomius va soleus faolroq bo'lgan yugurish musobaqalaridadir (Morton et al., 2009). Bundan tashqari: haydash vaqtida mashq zichligi osongina nazorat qilinishi mumkin vaenergiyani sarflash (masalan qilingan ishga) pedalni aylantirayotganda shaxsning kuch ishlatishi o'lchanuvchi ergometrdan foydalangan holda tayyor ravishda sanaladi. Chunki odamning qo'llari nisbatan mos pozitsiyada bo'ladi (yugurishga qarama-qarshi ravishda, vena qon misolida ko'rsak mashq davomida osongina aniqlanadi, shuning uchun ruxsat etilgan substrat kinetikani qo'shimcha o'rganishlar mashqlar davomida sodir bo'ladi (96-rasm). Ko'pgina izlanuvchilar garmonal javob qaytarish va qon oqish chegaralari ta'sirlarini kamaytirgani sababli foydali bo'lgan metabolik tartibga solishni o'rganishda tizza ektensor modellaridan foydalanishadi va ma'lum ravishda o'ziga mos holda metabolik javobni ajratadi.

Biokimyoni tajriba qiluvchi talabalar ishlatilgan absolyut faol mushak massasi va albatta, energiya qiymatini baholay olishlari kerak va mashqlarga gormonal va metabolik javob qaytarish ushbu mashqlar orasida turlichadir (Arkininstall et al., 2001). Chidamlilik mashqlarida energiya ishlab chiqarish. Metabolizm mashqi sizning o'rganishlaringizning ushbu stadiyasida mashq davomida ATF ishlab chiqarilishining ko'pchiligi metabolizm orqali amalga oshirishni siz to'liq tarzda baholashingiz kerak. Ko'pgina yonilg'i manbalari plazma FFAlar (yog' qavati lipolisizidan olinadi) yoki plazma glyukoza (jigar glyukogeni yoki gastroinestinal traktatdan olingan glyukoza kabi qo'shimcha mushakli manbalardan ta'minlanadi. Substratlar mushak glikogeni yoki intra mushkulli triglatsirid (IMTG) kabi intra mushkulli manbalardan ta'minlanadi.

Oqsil (m-n, amino kislotalar) mashq davomida ATF ishlab chiqarishning kichik proportsiyasiga yordam berishi mumkin (odatda 5% atrofidagi ATF ishlab chiqarishi) va chidamlilik mashqlari davomida aminokislota metabolizmining tartibga solinishi ushbu bo'limda alohida ta'kidlab o'tilgan.



Chidamlilik mashqida metabolik tartibga solishga umumiy fikrlar. Ichki mushakli va tashqi mushakli substrat (parhez va katexolaminlar va insulin kabi kalit garmonlar kabi harakatlar orqali nazorat qilinadigan) mavjudligini, ham plazma, ham mitoxondrial membranalar orqali substratlar kelishiga qaratilgan ko'p miqdordagi oqsil kelishi va, albatta, metabolik yo'lakda to'plangan asosiyregulyator fermentlarning harakatini o'z ichiga olgan. Oldingi bo'limga aytib o'tilganidek, fermentlarning harakati kovalent modifikatsiyalar (masalan, fosforlash va defosforlash) va globulyar oqsili yoki qisqarish natijasida mushaklarda ishlab chiqarilgan zaruriy signal molekulalar orqali allosterik regulyatsiyalar orqali keskin ravishda shakllana oladi. Ferment harakati substrat aktivatsiyasi yoki mahsulot saqlab turish, ya'ni o'suvchi substrat konsentratsiyasi katalizini o'stiradi va o'sgan mahsulot konsentratsiyasi reaksiyani saqlab turishi orqali shakllanishi mumkin. Oxir oqibat, ferment aktivatsiyasi uzoq vaqt davomida aktual ferment oqsillarining (m-n, bir qancha fermentlar mavjud mushak hujayralarining tarkibini o'stirish orqali tartibga solinishi mumkin, bu esa kuchli shug'ullanish bilan sodir bo'ladi. SHunisi aniqki, bir mushak hujayralar yuqori koordinatsiyalashgan va ATF sintezi orqali belgilangan ATF talabini aniqlash uchun ishlovchi qarama-qarshi aloqa yo'li va signallashning regulyator tarmog'ini egallaydi. Fiziologik ko'rinish, zaruriy ustunlik qiluvchi omillar, ya'ni mashq zichligi, davomiyligi, ovqatlanish statusi, shug'ullanish statusi va boshqalar, yuqorida aytilganidek, potensial tartibga soluvchi nazorat nuqtalarga ta'sir qilish orqali barcha mashqlar davomida substrat foydalanishni tartibga sola oladi. Ushbu bo'lim chidamlilik mashqlari davomida navbatma-navbat ushbu faktorlarni har birini muhokama qilish orqali substrat foydalanishning metabolitik tartibga solishni ta'kidlab o'tamiz, bunda biz maxsus holatga mos bo'lgan tartibga solishning ustun o'rinlarini hozirda hisobga olinadiganlarga alohida e'tibor qaratamiz.

Mashq zichligining ta'sirlari. To'g'ri bo'lmagan kalorimetriya, barqaror izotop yo'nalishlar va mushak biopsiyasi kabi metodologik miqyosdan foydalanuvchi klassik o'rganishlar CHO va lipoidlarni submaksimal mashq zichligi miqyosida ATF ishlab chiqarishga o'zgarishlar hissasini ko'paytiradi (Romijn et al., 1993; Van Loon et al., 2001). Ushbu o'rganishlarning biridan ma'lumotlar shuni aniq ko'rinadiki, mashq zichligi (va shuning uchun energiya sarfi) o'sar ekan, carbonsuvlarning ATF mahsulotga hissasi o'sadi, ATF mahsulotga lipoid manbalarining hissasi kamayadi. Odatda mashq zichligi o'tachadan (masalan,  $VO_2$ maxdan) yuqori harakat ( $85\% VO_2$ max gacha) o'sadi,

mushak glikogenolizisi va glyukoza qabul qilish o'sishi, ya'ni carbonsuvlar metabolizmi ustunlik qiladi. Farqli o'laroq, bunda ham plazma FFA va ichki mushakli triglitseridda kamayish sababli butun tana lipid oksidatsiyasida kamayish bo'lishi ma'lum bo'ladi. Lipid oksidatsiyaning maksimal darajasi 65% VO<sub>2</sub>max atrofida sodir bo'lishi hisoblanadi, shunday qilib, bunda u shug'ullanish statusi, jins va parhez kabi boshqa bir necha omillarga bog'liqdir (ACH ten & Jeukendrup, 2004). Kuzatib borilishicha, biz mashq zichligi oshishi bilan carbonsuvlarning yuqori regulyatsiyasi va lipid oksidatsiyasining ostki regulyatsiyasini mustahkamlovchi regulyator mexanizmlarini muhokama qilamiz.<sup>71</sup>

### **19.3.Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik va chidamkorlik sifatlarini rivojlantirish uslublari**

Modomiki chidamkorlikning biokimyoviy ko'rsatkichlari xuddi tezkorlik-kuchlilik sifatleri (tezlik va kuch)ning ko'rsatkichlaridek sportchilar organizmining aerob va anaerob bioenergetik imkoniyatlariga bog'liq ekan, chidamkorlikning mashqlanishlarini eng avvalo organizmning ana shu bioenergetik imkoniyatlarini ko'payishiga yo'naltirilgan bo'lishi kerak. Sport amaliyotida chidamkorlikni rivojlantirishning eng samarali uslublari sifatida hammasidan ko'proq uzoq davom etadigan uzluksiz ish uslubi (bir tekis yoki o'zgaruvchan), takroriy va interval ish uslublari qo'llaniladi. Sport amaliyotida chidamkorlikni rivojlantirish uchun qo'llanilayotgan uslublardan har biri chidamkorlikning har xil komponentlariga, hatto ularning asosida yotgan turli biokimyoviy sistemalarga ham bir xil bo'lmagan ta'sir ko'rsatadi.

**Chidamkorlikning alaktat anaerob komponenti.** Uni rivojlantirishga yo'naltirilgan takrorlash va intervalish uslublarida muntazam (sistematik) ana shunday mashqlanishlar ta'sirida ishlayotgan muskul-larda alaktat anaerob rezervlari ko'payadi, anaerob almashinuv mahsulotlari (sutkislotasi, ADF, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>vah.k.) yig'ilishi sharoitida shu sistemaning muhim fermentlari – miozin ATF-azasi va sarkoplazmatik keratin kinazalarning barqarorligi oshadi. Takroriy ish uslubida qisqa muddatli (10-15 sekunddan ko'p bo'lmagan) maksimalquvvatli ( $W_{max}$ ning 90-95% nitashkiletadigan) mashqlar qo'llanilib, takroriy ishni oralig'idagi dam olish vaqti 2.5-3 minutdan kam bo'lmasligi kerak. Maksimal quvvatli mashqlarni bajarish vaqtida fosfat makroerglarini (ATF-KrP) parchalanishi

<sup>71</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012.( page 164-166)

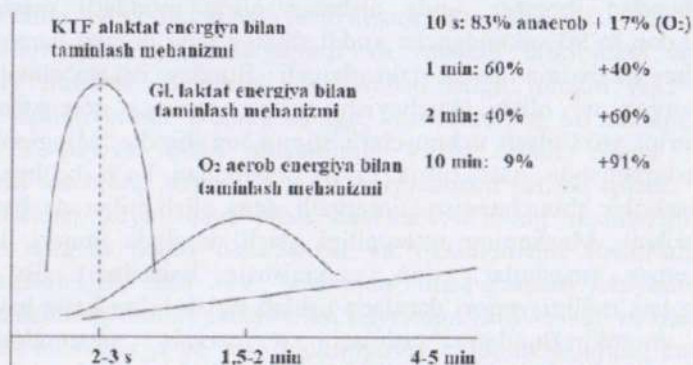


ishdan keyin dam olishning birinchi sekundlarida kislorodni iste'mol qilish tezligini keskin oshiradi. SHu bilan birga ishlayotgan muskullarda ATF oksidlanishli resintezi ham tezlashadi. Bu jarayonning eng yuqori tezligi mashqni tugatgandan keyin 1-minutlarda kuzatiladi. Kislorodni iste'mol qilish tezligi va qondagi sut kislotasining miqdori mashqni to 5-6 marta takrorlanishigacha uzluksiz ortib boradi, bu esa alaktat anaerob rezervlarining hajmini asta-sekin tugallanib borishidan dalolat beradi. Ishlayotgan muskullarda kreatinfosfatning zahirasini miqdori kritik darajaga etishi bilan (umumiy alaktat anaerob hajmning  $\frac{1}{3}$  qismi) birdaniga ishning maksimal quvvati pasaya boshlaydi. Odatda bunday holat mashqning 8-10-marta takrorlanishiga to'g'ri keladi. SHunday qilib, chidamkorlikning yo'naltirilgan takroriy ish uslubida mashqlarni takrorlashning optimal soni 8-10 marta hisoblanadi.

**Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti.** Uni rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanishlarda sport amaliyotida eng yuksak ishlarni takrorlash va interval ish uslublaridan foydalaniladi. Bajariladigan mashqlar shunday xarakteristikaga ega bo'lishi kerakki, ular sut kislotasini yig'ilishi bilan sodir bo'ladigan energiyaning o'zgarishini anaerob jarayonlarning eng katta kuchlanishini ta'minlashi kerak. Bajarilish vaqti 30 sekunddan to 2-3 minutni tashkil qiladigan, submaksimal quvvatli yuksak mashqlar ana shu sharoitlarga javob beradi. Agar interval ish uslubida xuddi shunday qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni shuncha qisqa intervalli dam olish bilan navbatmanavbat bajarilsa, mashqlanishning (chidamkorlikning) alaktat anaerob komponentini vujudga keltirish (yaratish) uchun bunday ishni seriyalar bilan bajariladi, ya'ni har bir seriyada mashqni 5-6 marta takrorlash va seriyalar orasida dam olish intervali 3 minutdan kam bo'lmasligi kerak. Eng yuksak ishlarni takrorlash uslubida davom etish muddati 30 sek submaksimal quvvatli eng yuksak mashqlar qo'llanilsa, takrorlash oralig'idagi dam olish intervali 15 minutdan kam emas, takrorlashning optimal soni 6-8 martani tashkil qilishi kerak. Glikolitik xarakterli interval ishda toliqishni tez boshlanishi sababli mashqlarni takrorlash soni 3-4 marta takrorlashgacha qisqartiriladi. Mashqlanish samarasini mustahkamlash uchun etarli hajmdagi ishni har birida 3-4 marta takrorlanadigan seriyalar bilan bajariladi va seriyalarning oralig'ida 10-15 minutdan kam bo'lmagan dam olish pauzasi bo'ladi.

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

martali uzluksiz va takroriy ish uslublari qo'llanilganda aerob almashinuvga etarli ta'sir ko'rsatishni ta'minlash uchun mashqlarning umumiy davom etish vaqti 3 minutdan kam bo'lmasligi kerak. Chunki ana shu vaqt (3 min) kislorodni iste'mol qilishni shakllantiradi va statsionar (o'zgarmas) holatga chiqadi (85-rasm).



85- rasm. Mushaklarning energiya bilan taminlanish mehanizmi

Bir martali uzluksiz ishda organizmda shunga to'g'ri keladigan adaptatsion o'zgarishlarni chaqiradigan yuklamaning hajmi 30 minutdan kam bo'lmagan vaqtni tashkil qiladi. Ana shu turdagi ishga javoban organizmda sodir bo'lgan biokimyoviy reaksiyalar keltirilgan. Bir martali uzluksiz ish vaqtida bajarilayotgan mashqlarning intensivligi toqimalarda aerob almashinuvni ancha kuchaytirishni ta'minlashi kerak. Chidamkorlikning aerob komponentini rivojlantirishga yo'nal-tirilgan takroriy ish uslublariidan foydalanilganda mashqlarni takrorlash ishlayotgan muskullarda aerob jarayonlarni kekin kuchayishiga olib keladi. Bajarishning davomiyligi shakllanish davridan ortiq bo'lgan intensiv mashqlarni har bir takrorlash vaqtida kislorodni iste'mol qilish darajasi mashqning boshlanishida tez oshib boradi, so'ngra to ishning oxirigacha maksimalga yaqin darajada ushlanib turiladi. Mashqning umumiy davomiyligi taxminan kislorodni maksimal iste'mol qilish vaqtiga to'g'ri kelishi kerak. Odatda u 3 minutdan 6 minutgachani tashkil qiladi. Bunday seriyalarni takrorlash organizmni o'zgaruvchan rejimda goh shakllantirish (mashqni boshlanishida, goh tiklanish (dam olish pauzasida) rejimida doimo ishlashga majbur qiladi. Aerob metabolizm darajasidagi shunday keskin farqlar vegetativ xizmat sistemalarining faoliyatini sozlash va mukammallashtirish uchun yaxshi stimuly bo'ladi. SHuning uchun takroriy



ish ham va o'zgaruvchan ish ham ushbu rejimda hammasidan yaxshi aerob quvvat va aerob samaradorlikni oshirishga imkoniyat tug'diradi. Sport amaliyotida frayburg qoidasi bo'yicha interval ish" va "mioglobinni" interval ish nomi bilan yuritiladigan ikkita yanada samaradorli interval ish uslublari kengroq qo'llaniladi. Frayburg qoidasi interval ish uslubining mohiyati shundan iboratki, unda nisbatan qisqa muddatli mashqlar (uzoqligi 30 dan to 90 sekundgacha xuddi shunga teng bolgan dam olish intervali bilan navbatma-navbat takrorlanadi. Bunday ish to'qimalarda aerob jarayonlar avj olishi, kuchayishi uchun, ayniqsa qon aylanish ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun etarli stimullar tug'diradi. "Mioglobinni" interval mashqlanishda juda qisqa (5-10 sekunddan ko'p bo'lmagan) muddatli mashqlar shuncha qisqa intervalli dam olish bilan navbatma-navbat bajariladi. Mashqlarning intervalligi etarli darajada yuqori, lekin maksimal emas (mashqlar erkin, zo'riqishsiz bajariladi). Bu ish kislorodning iste'molini yuqori darajada ushlab turish bilan katta hajmda bajarilishi mumkin. Bundan tashqari u aerob samaradorlikni rivojlantirishga imkoniyat tug'diradi. Mashqlanish jarayonida ana shu uslublarni ilmiy asoslangan kombinatsiyalar va ketma-ketliklarda qo'llash sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri va chidamkorligini yuqori darajada rivojlanishini ta'minlashi mumkin.

Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri va chidamkorligini rivojlantirish uchun sport amaliyotida qo'llanilayotgan uslublarning har biri kuch, tezlik va chidamkorlikning har xil komponentlariga va hatto ularning asosida yotgan turli biokimyoviy sistemalarga bir-biriga o'xshamagan ta'sirlar ko'rsatadi. Masalan, tezkorlik mashqlari eng avvalo tezlikni (muskul qisqarishining tezligini), kuchlilik - kuchni, uzoq muddatli - chidamkorlikni rivojlantiradi. Lekin, qaysi bir sifatni bo'lmasin rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlar boshqa sifatleri rivojlantirish uchun ham biokimyoviy zamin yaratishi mumkin. Mashqlanish jarayonida ish vaqtida eng katta ahamiyatga ega bo'lgan biokimyoviy sistemalar rivojlanadi va takomillashadi. Maksimal va submaksimal quvvatli tezkorlik mashqlarni bajarish vaqtida ATFning resintezi asosan anaerob yo'l bilan: maksimal yuklama vaqtida - alaktat anaerob va submaksimal yuklamada - glikolitik anaerob yo'l bilan amalga oshadi. Shuning uchun ham ana shu mashqlar bilan mashqlanish ta'sirida ATF resintezi, ayniqsa alaktat anaerob va glikolitik anaerob imkoniyatlari ko'payadi. Bu tezlik va tezkorlik chidamkorlikning biokimyoviy asoslaridan birini tashkil qiladi. Shu bilan birga, ana shu turdagi mashqlar vaqtida ATFning miqdori kamaya boshlashi bilan oqsillarning sintezi sekinlashadi. Oqsillarning

parchalanish jarayonlari ularning sintezidan ustunlik qilaboshlaydi, ya'ni muskullarda oqsillarning umumiy miqdori kamayadi. Muskul ishidan so'ng dam olish davrida oqsillarning biosintezi tezlashadi va dam olishning bir davrida (superkompensatsiya fazasi) ish vaqtida sarflangan oqsillarning miqdori faqat ish boshlanishigacha bo'lgan darajasigacha tiklana emas, balki undan ham ortib ketadi (o'ta tiklanish). Binobarin, muskullarning massasi ko'payadi va muskul tarkibidagi miozinning umumiy miqdori oshganligi munosabati bilan miozin ATF-azasining nisbiy faolligi ortadi. Buning ustuga, muskullarning ko'ndalang kesimini yuzasi ko'payishi bilan muskulning kuchi ortadi. Mana shularning hammasi kuchning sifatini biokimyoviy asosini tashkil qiladi. Tezkorlik mashqlaridan keyin dam olish davrida ATFning resintezini anaerob yo'llari qizg'in aerob oksidlanish va oksidlanishli fosforlanish bilan almashinadi. Bu esa o'z navbatida mashqlanish jarayonida aerob oksidlanishning imkoniyatlarini ko'payishiga olib keladi va uzoq davom etadigan mashqlarga bo'lgan biokimyoviy chidamkorlikning componentlaridan biri hisoblanadi. Shunday qilib, sport mashqlanish jarayonida tezkorlik yuklamalarini qo'llash faqat tezlik va tezkorlik chidamkorlikni rivojlantirishga olib keladi xolos emas, balki kuch va uzoq muddatli ishga chidamkorlikni rivojlanishi uchun zamin yaratadi. Mashqlanish kuch ishlatiladigan mashqlarni bajarish vaqtida ishlayotgan muskul oqsillari katta katabolik o'zgarishlarga duchor bo'ladi, ishdan so'ng dam olish davrida oqsillarning biosintez jarayoni keskin kuchayadi, demak, muskulning massasi va muskulning ATF-azalik faolligi, ya'ni kuchning biologik asoslari keskin oshadi. Shu bilan birga, kuch ishlatadigan mashqlar garchi tezkorlik yuklamalariga nisbatan kam bo'lsada, asosan ATFning anaerob resintezi bilan sodir bo'ladi. Shuning uchun ham kuch ishlatadigan mashqlanish sportchining tezkorlik sifatlariga ham zamin tayyorlab, kreatinkinaza reaksiyasi va anaerob glikoliz jarayonining imkoniyatlarini bir oz ko'payishiga yordam beradi. ATF resintezining aerob yo'lini imkoniyatlari kuch ishlatiladigan mashqlar bilan mashqlanish ta'sirida juda kam darajada oshadi yoki ba'zi hollarda umuman oshmaydi. Uzoq davom etadigan mashqlar qo'llaniladigan mashqlanishda ish kislorod iste'molini nisbatan turg'un holatida bajariladi. ATF resintezining anaerob yo'llari faqat ishning boshlanishida juda qisqa vaqtda ro'yobga chiqadi va organizmda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlarga u qadar jiddiy ta'sir ko'rsatmaydi. Ishning butunlay davomida ATF resintezining aerob mexanizmlari deyarli to'la ustunlik qiladi. Agar ishning boshlanishida uncha katta bo'lmagan kislorod qarzi bo'lsa



(kislorod ehtiyojini 5-10% atrofida., ishning davomida butunlay yo'qolib ketadi. Muskullarda oqsillarni miqdori o'zgarmaydi, chunki ularning parchalanishi va sintezi tenglashgan. SHuning uchun ham chidamkorlik rivojlantirishga yo'nal-tirilgan mashqlar bilan mashqlanish energiya ishlab chiqarish aerob jarayonlarining imkoniyatlarini yaxshi rivojlantiradi va muskullar va jigarda glikogeni to'planishiga olib keladi. Boshqa tomondan, mo'tadil quvvatli uzoq davom etadigan ishlar kuch va tezlik (chaqqonlik)ning biokimyoviy asoslariga zamin yaratmaydi. Shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, sportchining qaysi bir sifatini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanish boshqa sifatlarni rivojlantirish uchun biokimyoviy zamin yaratishi mumkin bo'lsa ham, lekin bu qo'shimcha ta'sirlar yuqori sport natijalariga erishish uchun juda kamlik qiladi. SHundan asosiy xulosa kelib chiqadiki, ya'ni har qanday mashqlanish sportning har qanday turida o'zining asosida har tomonlama umumiy jismoniy tayyorlashni tutishi kerak va mana shu baza asosida berilgan sport turi uchun etaklovchi (boshqarib boruvchi) ahamiyatga ega bo'lgan sifatni rivojlantirish lozim.

#### **19.4. Mashqlanish va o'ta mashqlanish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar**

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

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

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

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

Shunday qilib, mashqlanish jarayonida uzoq muddatli ishga chidamkor-likning biokimyoviy asoslari hammasidan tezroq rivojlanadi va hammasidan uzoqroq saqlanadi. Tezlik va tezkorlik chidamkorlikning

biokimyoviy asoslari ancha sekin rivojlanadi va mashqlanishni to'xtatish bilan qisqa vaqt davomida saqlanadi. Mashqlanish jarayonida kuchning rivojlanishi va saqlanishi oraliq (o'rta) holatni egallaydi. O'ta mashqlanish vaqtida sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar mashqlanish orqaga qaytish vaqtidagi o'zgarishlardan mutloq boshqacha. Mashqlanishning orqaga qaytish vaqtida turli biokimyoviy ko'rsatkichlarning miqdorini kamayishi va boshlang'ich darajaga qaytishi mashqlanish jarayonida ularning ko'payishiga teskari (qarama-qarshi) tartibda amalga oshiriladi. O'ta mashqlanish vaqtida mana shu o'zaro bog'langan ketma-ketliklarning buzilishi sodir bo'ladi. Bu erda eng avvalo aerob oksidlanish jarayonlarining buzilishi, keyinroq – glikolizning faolligini pasayishi va juda o'ta mashqlanishlikda – muskullarda glikogenning miqdorini pasayishi ro'y beradi.

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

#### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

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

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

**Chidamkorlik-** odamning eng muhim jismoniy sifati bo'lib uning ish qobiliyatini, asosan umumiy darajasini belgilaydi.

**Chidamkorlikning alaktat anaerob komponenti-bu** ishni keratin kennaza reaksiyasi hisobiga bajarish imkoniyati.

**KrFning kritik konsentratsiyasi-** muskuldagi keratin fosfatni jami zahirasining 1/3 qismi.

#### **Mavzuga oid test topshiriqlari**

##### **1. Sportchining tezkorlik-kuchlilik sifatlarida eng muhimi – bu:**

- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| a. tezlik va quvvat | b. tezlik, kuch va quvvat |
| c. faqat kuch       | d. tezlik va kuch         |



**2. Sportchining tezkorlik-kuchlilik sifatiga ko'pincha bog'liq bo'ladi:**

- a. oq muskul tolalari miqdoriga
- b. qizil muskul tolalari miqdoriga
- c. muskul tarkibidagi oq va qizil tolalarning nisbatiga
- d. muskul to'qimasining tuzilish xususiyatlariga

**3. Alohida harakatlantiruvchi birliklar darajasida tezkorlik-kuchlilik sifati namoyon bo'lishi belgilanadi:**

- a. sinaptik hosilalarga etib boradigan impulslar tezligi
- b. Elektrik qo'zg'alishni sarkoplazmatik turning pufakcha va sisternalariga uzatilish tezligi
- c.  $Ca^{2+}$  ionlari oqimining tezligi
- d. a, b va c

**4. Miofibrillning qisqartiruvchi oqsillarini umumiy miqdori va ularning fermentativ xususiyati belgilaydi:**

- a. muskulning qisqarish tezligini
- b. muskul qisqarishida rivojlanayotgan kuchlanishni
- c. qisqarish kuchini
- d. tezkorlik-kuchlilik sifatini

**5. Tezkorlik-kuchlilik sifatini belgilovchi asosiy biokimyoviy omillar ..... "fundamental bog'lanish"dan kelib chiqadi:**

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 5

**6. Chidamkorlik quyidagi shakllarda namoyon bo'lishi mumkin:**

- a. berilgan darajadagi quvvatni o'zgartirmasdan (pasaytir-masdan) bajarilayotgan uzoq muddatli ishlarda yaqqol toliqishning birinchi belgilarigacha
- b. toliqish boshlanishi bilan ish qobiliyatini pasayishi
- c. toliqish boshlanishi ish qobiliyatini oshishi
- d. a va b

**7. Biokimyoviy nuqtai nazardan chidamkorlik – bu:**

- a. muskullarda uglevodlar, yog'lar va oqsillarning zahirasi
- b. ishlatilishi mumkin bo'lgan energiya manbalari zahirasining miqdorini energiyaning sarflanish tezligiga o'zaro nisbati
- c. ATF/KrF nisbati
- d. ATF/ADF nisbati

**8. Chidamkorlikning spesifik (maxsus) tarzda namoyon bo'lishi ..... bilan belgilanadi:**

- a. Energiya manbai sifatida turli metabolik jarayonlarni ishlatilishi
- b. Energiya manbalari umumiy zahirasini ishlatilishi

- c. bajarilayotgan ishning davomiyligi
- d. ishlatilayotgan substratlarni miqdori

**9. Odam organizmida uchta har xil metabolik jarayonlar yoki uchta har xil energiya manbalari bor, ya'ni:**

- a. miokinaza, kreatinfosfokinaza, aerob
- b. alaktat, miokinaza, glikolitik
- c. alaktat, glikolitik, aerob
- d. alaktat, miokinaza, aerob

**10. Maksimal quvvatli qisqa muddatli mashqlarda (I) va mo'tadil quvvatli uzoq muddatli mashqlarda (II) chidamkorlikning namoyon bo'lishini asosan quyidagi parametrlarni belgilaydi:**

- a. miozin ATF-azasining faolligi
- b. alaktat anaerob jarayoni
- c. glikolitik anaerob jarayoni
- d. aerob jarayon

#### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Muskullarning qisqarish kuchi va tezligini namoyon qilish uchun oq tez qisqaradigan (FT) va qizil sekin qisqaradigan (ST) muskul tolalarining o'zaro nisbati qanday ahamiyatga ega?

2. Sportchining tezkorlik-kuchlilik xususiyatini namoyon qilish uchun qanday biokimyoviy omillar muhim rol o'ynaydi?

3. Har bir harakatlantiruvchi birlik darajasida tezkorlik-kuchlilik xususiyatlarining namoyon bo'lishi nima bilan aniqlanadi?

4. Qaysi bir "fundamental bog'liqlik" shunday ifodalanadi: "Muskul maksimal kuchining katta-kichikligi sarkomerning uzunligi yoki yo'g'on miozin iplarining uzunligiga, ya'ni miozin oqsilining polimerlanish darajasiga va muskuldagi aktin oqsilining umumiy miqdoriga to'g'ri proporsional?

5. Tezkorlik-kuchlilik mashqlarida muskul kuchini rivojlanib borish darajasini nazorat qilish va sportda erishiladigan yutuq darajalarini oldindan aytib berish uchun muskullarning qanday kimyoviy moddasining miqdorini aniqlab turiladi?

6. Qaysi "fundamental bog'liqlik"da bunday deyiladi: "Muskul qisqarishining maksimal tezligi ATF-azaning nisbiy faolligiga to'g'ri proporsional, sarkomerning uzunligi esa teskari proporsional bo'ladi?

7. Qanday tipdagi muskul tolalarda eng yuqori darajadagi qisqarish tezligi kuzatiladi?



8. Qaysi muskul tolalarida muskul kuchining maksimal quvvati 155 vatt/l kg muskul massasiga va qaysi birida – 40 vatt/l kg muskul massasiga teng bo'ladi?

9. Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatlarini yaxshilash (oshirish) mashqlarida qanday uslub va vositalardan foydalaniladi?

## **XX BOB.SPORT MASHQLANISH JARAYONIDA BIOKIMYOVIY ADAPTATSIYANING QONUNIYATLARI**

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

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

Adaptatsiya jarayonlari organizmda gomeostazni saqlab turishga yo'naltirilgan. Gomeostatik reaksiyalar spetsifik (maxsus) yo'nalishga ega. Metabolik faollik makromolekulalar, avvalo oqsil va nuklein kislotalar bilan qat'iy bog'liklikda bo'lganligi sababli, adaptatsiya jarayonlari organizm hayot faoliyatini makro molekular bilan ta'minlashga olib kelishi kerak. Adaptatsiya jarayonida metabolizm organizm bilan unga kerakli mahsulotlarni uzluksiz olib turishga "sozlanadi".

### **20.2.Mashqlanish, jismoniy yuklama, adaptatsiya va mashqlanish samarasi**

Jismoniy tarbiya nazariyasinuqtai nazaridan sport mashqlanishi tadbirlar sistemasiniqo'llashbilan bog'langan murakkab pedagogik jarayon bo'lib, jismoniy rivojlantirish masalalarini samarali echish, o'qitish va axloqiy, irodali, intellektual hamda harakatlantiruvchi sifatlarini tarbiyalashni ta'minlaydi.

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



organda va pirovardida butun organizmda modda almashinuvining o'zgarishi demakdir.

Mashqlanish jarayonida qo'llaniladigan jismoniy yuklamalar organizmda adaptatsiya o'zgarishlarini qo'zg'atadigan asosiy stimul (qo'zg'ovchi) ro'lini bajaradi.

Qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarga javoban sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi va katta-kichikligi **mashqlanish samarasini** aniqlaydi.

Jismoniy yuklamalarning yuqorida keltirilgan xarakteristikalarining har birining o'zgarishi organizmda qat'iy ma'lum bir biokimyoviy o'zgarishlarni yuzaga chiqaradi va birgalikdagi ta'siri esa – moddalar almashinuvining hammasini jiddiy o'zgarishlarga olib keladi. Masalan, kuch ishlatadigan mashqlar (og'ir atletika, gimnastika, akrobatika va boshqalar) bilan mashqlanish muskul massasini eng ko'p oshishiga olib keladi, ya'ni muskul struktura oqsillarining sentezini kuchayishi bilan sodir bo'ladi. O'rtacha va mo'tadil quvvatli mashqlar bilan mashqlanish ATP resintezining aerob mexanizmlari hisobiga ishni ta'minlash imkoniyatlarini eng ko'p oshishi bilan birga sodir bo'ladi. Maksimal quvvatli mashqlar bilan mashqlanish – alaktat anaerob jarayonning imkoniyatini ayniqsa ko'p, glikolitik anaerob jarayonini imkoniyatini esa bir oz kam darajada oshishi bilan sodir bo'ladi. Submaksimal quvvatli mashqlar bilan mashqlanish – ATP resintezining ana shu ikkita anaerob yo'llarini deyarlik bir xil darajada rivojlantiradi. YUqorida bayon qilinganlardan aniq bo'ladiki, jismoniy yuklama ta'sirida organizmda ro'y berayotgan biokimyoviy o'zgarishlar o'ziga xos hususiyatli (spetsifik) va mashqlantirayotgan yuklamaning og'ir-engilligi va xarakteriga bog'liq. Jismoniy yuklamalarning ta'siriga organizmning adaptatsiyasi ham fazali xarakterga ega. Organizm va moddalar almashinuvida adaptatsion o'zgarishlarning xakteri va amalga oshirish vaqtiga qarab adaptatsiyani ikkita etapga – **shoshilinch** va **uzoq davom etadigan** adaptatsiya etaplariga bo'linadi.

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

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

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

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

**Kumulyativ** jismoniy yuklamadan keyin tiklanishning kech fazalarida kuzatiladi. Uning mohiyati (tub ma‘nosi) energetik resurslarni to‘ldirish-gayo‘naltirilgan jarayonlar vaish vaqtida parchalanib ketgan va yangitdan sintezlanayotgan hujayra strukturalarini jadallashtirilgan takror ishlab chiqarishni tashkil qiladi.

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

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

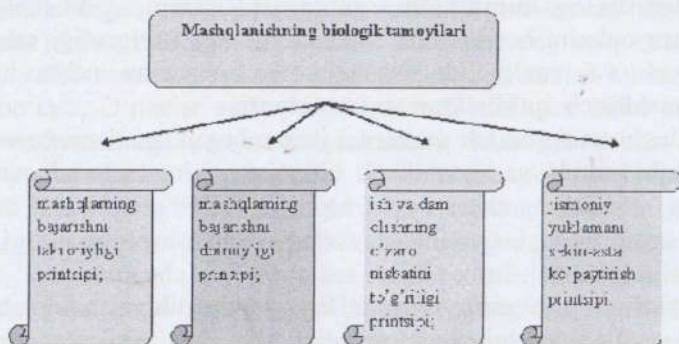


-agar mashqlanish yuklamlarini takrorlash oldingi ishdan so'ng superkompensatsiya fazasida ro'y bersa, organizmning boshqarib turadigan sistemalarini takomillashtirish.

Mashqlanishning kumulyativ samarasi pirovardida ish qobiliyatining ko'rsatkichlarini ortib borishi va sport yutuqlarini yaxshilanishi bilan ifodalanadi.

### 20.3.Mashqlanishning biologik tamoyillari

Hozirgi vaqtda sport mashqlanish jarayonida jismoniy yuklamlarning ta'siriga moslanishining rivojlanishini asosiy qonuniyatlar aniqlangan. Odatda mana shu qonuniyatlar sport mashqlanishining biologik printsiplari sifatida ta'riflanadi (86-rasm).



86-rasm.Mashqlanishning biologik tamoyili

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

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

hammasini xuddi shunday to'g'ri tushunish kerak emas. Bitta mashg'ulot ichida mashqlar hammasidan ko'proq to'la tiklanmagan fazada takrorlanadi. Masalan, interval ish uslubida har bir mikrosiklda mashg'ulotlar to'la tiklanmasdan o'tkaziladi, bu etaklovchi funksiyani ancha pasayishiga olib keladi; alohida mikrosikllarni o'rtasidagi dam olish etaklovchi funksiyaning superkompensatsiyasiga (o'ta tiklanishiga) erishishni ta'minlaydi, shuning uchun ham mikrosiklni har bir navbatdagi takrorlash mashqlanish samarasini oshiradi. Oldinroq ko'rsatilganidek, superkompensatsiya fazasining davomligi, ishning davom etish muddatiga va organizmda ana shu ish vaqtida sodir bo'lgan biokimyoviy o'zgarishlarning chuqurligiga bog'liq bo'ladi. SHu sababli har xil xarakterli va turli davomiylikdagi ishdan keyin superkompensatsiya fazasi har xil vaqtda boshlinadi va davom etish muddati bir xil bo'lmaydi. Bundan **sport mashqlanishning uchinchi prinsipi**– ish va dam olishning o'zaro nisbati to'g'riligi kelib Chiqadi. Yuklamining og'ir-engilligi va xarakteri bog'liq bo'lgan har bir ish, har bir jismoniy mashq aniq bir dam olish davrini talab qiladi.

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

**Sport mashqlanishining to'rtinchi prinsipi** – yuklamani sekin-asta oshirish – asosiy mohiyati shundan iboratki, superkompensatsiyaning hajmi va davomiyligi organizmning funksional va energetik potentsiallarning hajmi va sarflanish intensivligiga bog'liq. Lekin, sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi oshib borishi bilan ana shu potentsiallarning hajmi va intensivligi ish vaqtida kamayadi. Har bir keyingi (kelgusi) ish yanada qulayroq sharoitda bajariladi va yanada kam (kichik) biokimyoviy o'zgarishlarni chaqiradi. Hattoki, organizmda biokimyoviy o'zgarishlarni boshlang'ich ko'rsatkichlarini qaytarish uchun kelgusi mashqlanishlarda bajariladigan mashqning quvvati va davomiyligini sekin-asta oshirib borish kerak. Sportchining qanday bo'lmasin biron imkoniyatini rivojlantirishga yo'naltirilgan

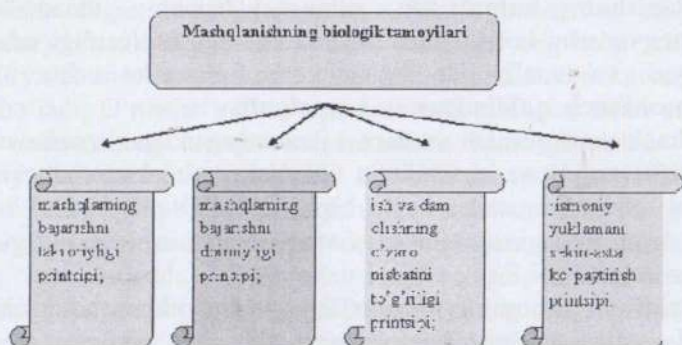


-agar mashqlanish yuklamalarini takrorlash oldingi ishdan so'ng superkompensatsiya fazasida ro'y bersa, organizmning boshqarib turadigan sistemalarini takomillashtirish.

Mashqlanishning kumulyativ samarasi pirovardida ish qobiliyatining ko'rsatkichlarini ortib borishi va sport yutuqlarini yaxshilanishi bilan ifodalanadi.

### 20.3. Mashqlanishning biologik tamoyillari

Hozirgi vaqtda sport mashqlanish jarayonida jismoniy yuklamalarning ta'siriga moslanishining rivojlanishini asosiy qonuniyatlarini aniqlangan. Odatda mana shu qonuniyatlar sport mashqlanishining biologik printsiplari sifatida ta'riflanadi (86-rasm).



86-rasm. Mashqlanishning biologik tamoyili

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

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

hammasini xuddi shunday to'g'ri tushunish kerak emas. Bitta mashg'ulot ichida mashqlar hammasidan ko'proq to'la tiklanmagan fazada takrorlanadi. Masalan, interval ish uslubida har bir mikrotsiklda mashg'ulotlar to'la tiklanmasdan o'tkaziladi, bu etaklovchi funksiyani ancha pasayishiga olib keladi; alohida mikrosikllarni o'rtasidagi dam olish etaklovchi funksiyaning superkompensatsiyasiga (o'ta tiklanishiga) erishishni ta'minlaydi, shuning uchun ham mikrosiklni har bir navbatdagi takrorlash mashqlanish samarasini oshiradi. Oldinroq ko'rsatilganidek, superkompensatsiya fazasining davomligi, ishning davom etish muddatiga va organizmda ana shu ish vaqtida sodir bo'lgan biokimyoviy o'zgarishlarning chuqurligiga bog'liq bo'ladi. SHu sababli har xil xarakterli va turli davomiylikdagi ishdan keyin superkompensatsiya fazasi har xil vaqtda boshlinadi va davom etish muddati bir xil bo'lmaydi. Bundan **sport mashqlanishning uchinchi prinsipi**– ish va dam olishning o'zaro nisbati to'g'riligi kelib Chiqadi. Yuklamining og'ir-engilligi va xarakteri bog'liq bo'lgan har bir ish, har bir jismoniy mashq aniq bir dam olish davrini talab qiladi.

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

**Sport mashqlanishining to'rtinchi prinsipi** – yuklamani sekin-asta oshirish – asosiy mohiyati shundan iboratki, superkompensatsiyaning hajmi va davomiyligi organizmning funksional va energetik potentsiallarning hajmi va sarflanish intensivligiga bog'liq. Lekin, sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi oshib borishi bilan ana shu potentsiallarning hajmi va intensivligi ish vaqtida kamayadi. Har bir keyingi (kelgusi) ish yanada qulayroq sharoitda bajariladi va yanada kam (kichik) biokimyoviy o'zgarishlarni chaqiradi. Hattoki, organizmda biokimyoviy o'zgarishlarni boshlang'ich ko'rsatkichlarini qaytarish uchun kelgusi mashqlanishlarda bajariladigan mashqning quvvati va davomiyligini sekin-asta oshirib borish kerak. Sportchining qanday bo'lmasin biron imkoniyatini rivojlantirishga yo'naltirilgan



mashqlanishda, masalan, umumiy jismoniy ish qobiliyatini oshirishda, bajarilayotgan mashqlarning ana shu parametrlari har safar ancha oshirib boriladi. Mana shularning hammasi mashqlanish yuklamalarini sekin-asta ko'paytirib borish kerakligi printsipting biologik asoslarini tashkil qiladi. Shu prinsipga rioya (amal) qilinmasa, mashqlanish kam samarali yoki umuman samarasiz bo'ladi.

#### **20.4. Mashqlangan organizmning biokimyoviy tavsifi**

Organizmning sistematik muskul ishi adaptatsiya jarayonlarini sekin-asta rivojlanishga olib keladi, pirovardida barchaorgan va sistemalarga ta'sir ko'rsatadi va katta quvvatli va uzoq vaqt davom etadigan jismoniy ishlarni bajarishga imkoniyat yaratadi. Sistematik ravishda ko'p yil mashqlanish natijasida sportchining organizmida energiya resurslarining (kreatinfosfatning, glikogenning) muskullardagi zahiralari ko'payadi va anaerob glikoliz, uchkarbon kislotalar sikli, moy kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish, oksidlanishli fosforlanishlarning fermentlarini faolliklari oshadi. Bularning hammasi tezroq va uzoq davom etadigan energiya ishlab chiqarish – ATF ning resinteziga qulaylik tug'diradi. SHu narsani ta'kidlash kerakki, mashqlangan organizmda muskul faoliyati vaqtida ATFni gidrolizlaydigan fermentlar, uning resintezining har xil yo'llarida qatnashadigan fermentlar kabi ancha yuqori faollikka ega. YUqori malakali sportchining organizmi submaksimal quvvat zonasida ishni juda kichik biokimyoviy o'zgarishlar bilan bajarish mumkin, jumladan, sut kislatasini kam miqdorda yig'ilishi bilan, ya'ni pH ko'rsatkichini kam pasayishi bilan bajarish mumkin. Sut kislotasining nisbatan past kontsentratsiyasi yog'lar almashinuvining fermentlarini shu jumladan, lipazalarni faollashtirish qobiliyatiga ega va natijada lipolizning intensivligi oshadi. Sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi oshishi bilan hujayra ichidagi boshqarish mexanizmlari sekin asta takomillashadi, ulardan eng muhimi fermentning molekulari miqdorini ko'payishga olib keladigan, ya'ni umumiy katalitik faoliyatni kuchaytiradigan spetsifik fermentlarning sintezini kuchaytirish hisoblanadi.

**Sistematik mashqlanish** ta'siridaoqsillar biosintezining kuchayishi vaqtida faqat oqsillar – fermentlarning miqdoriginaemas, balki struktura va boshqaoqsillar – miozin, aktin, mioglobini va boshqalarning umumiy miqdori ham oshadi.

**Morfologik o'zgarishlarga** kelganda, ular eng avvalo muskul tolalarida sodir bo'ladi. Sistematik jismoniy yuklamalar ta'sirida muskul

tolalari yo'g'onlashadi, sturukturaoqsillarning (miozin, aktin) sintezini kuchayishi bilan bog'liq bo'lgan ishchi gipertrofiya ro'y beradi, miofibrillarning miqdori oshadi va ko'pincha ular Kongeym bog'lamida to'planadi. Bu muskullarning ko'ndalang kesim yuzasini, ya'ni muskul kuchini ko'paytiradi. Mitoxondriyalarning miqdori va razmerlari ancha oshadi. Mitaxondriyalarning kristallari ancha kattalashadi va ularning orasidagi masofa qisqaradi, ichki membranada joylashgan nafas olish zanjiri, Krebs sikli, moy kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayonlarining ferment sistemalarini faolligi oshadi. Ana shu o'zgarishlar natijasida ATP resintezining aerob mexanizmlari takomillashadi, ya'ni aerob energiya mahsulotlarini ATFni hosil bo'lish tezligi va hajmi ko'payadi. SHunday qilib, sistematik sport mashqlari natijasida sportchining organizmida yaqqol va ko'p tomonlama ifodalangan biokimyoviy, funksional va morfologik o'zgarishlar ro'y beradi. Lekin, hamma bu o'zgarishlar spetsifik xarakterga ega; ular mashqlanish jarayonlarida qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarning xakteri bilan chambarchas bog'langan.

Ko'p yillik sistematik mashqlanish yana turli muskul tolalarining rivojlanishi va ishlab turishiga ta'sir qiladi. Asosan qisqa muddatli tezkorlik, kuchlilik mashqlarini ishlatish vaqtida tez qisqaradigan muskul tolalarining gipertrofiyasi va biokimyoviy o'zgarishlari sodir bo'ladi, natijada strukturaoqsillari (miozin, aktin va boshqalar) ning sintez jarayonlari kuchayadi, miofibrillarning miqdori ko'payadi. Bularning hammasi muskul kuchi va qisqarish tezligini o'sishiga (rivojlanishiga) olib keladi, ya'ni ATF resintezi anaerob yo'llarining potentsial imkoniyatlarini oshiradi. Aerob xarakterli uzoq davom etadigan mashqlarni qo'llash qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarining biokimyoviy o'zgarishlari va gipertrofiyasini rivojlanishi uchun sharoit yaratadi. SHu vaqtda mitoxondriyalarning miqdori varazmerlarining kattalashishi sodir bo'ladi. Mitoxondriyalarning kristallari ancha kattalashadi va ularning orasidagi masofa qasqaradi. Ichki membranada joylashgan nafas olish zanjiri, Krebs sikli, moy kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayonlarining ferment sistemalarini faolligi oshadi. Shu o'zgarishlarining hammasi aerob energiya ishlab chiqarishning tezligi va hajmini oshishiga olib keladi. Mushaklarimiz qisqarganida ishlab chiqarilgan qisqarish kuchiga nisbatan aniq to'qimalarning ulushi qisqarishning intensivligi va davomiyligiga bog'liq bo'ladi. Misol uchun, agar bir oz kuch ishlab chiqarilishi, masalan yurish yoki engil mashg'ulotlarda, talab qilinsa, u h'olda sekin tortishadigan mushaklar eng faol bo'ladi. Agar mashg'ulotlar intensivligi masalan, tez yugurishgacha ohsa u holda II a mushaklar turi faollashadi



va so'ngida, agar mashg'ulotlar to'liq hajmda, masalan sprintga o'tib ketga u holda IIx mushaklar turi faollashadi. Demak, mushak to'qimalari ketma-ketlikda (ya'ni I, IIa va IIx mushak turlari) mashg'ulotlar intensivligiga ko'ra jalb qilinadi.

Mushak to'qimalarining ushbu ketma-ketlikda jalb qilinishi tartibli tiklanish prinsipi ostida ma'lum bo'lib u hajm prinsipi bilan tushuntirilishi ya'ni motoneyronning jalb qilinishi bevosita motorik neyron hajmiga bog'liqligidan tushuntirilishi mumkin. I turdagi motoneyron kichikroq hajmga ega bo'lganligi sababli ular engil mashg'ulotlarda birinchi bo'lib ishga tushadi, keyin mashg'ulot intensivligi oshgani bilan hajmi kattaroq bo'lgan II turdagi motoneyronlar kuch ishlab chiqarishga jalb qilinadi. Mashg'ulotlar davomida mushak to'qimalarining tiklanishi modellari to'g'risidagi ma'lumotlarning ko'pchiligi turli xil mushak to'qimalari turlarida mushak glikogeni kamayishi modellarini tadqiqot qilishdan olingan. Odatda, ushbu tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki mashg'ulotlarning intensivligi pastdan yuqoriga oshib borishi bilan glikogen kamayishi I tur to'qimalarida past ko'rsatkichlarga ega bo'ladi, II to'qima turlarida esa yuqori intensiv mashqlarda glikogen kamayishi ancha oshadi. Bundan xulosa qilish mumkinki, mashg'ulot intensivligi pastroq bo'lgan davomiy mashg'ulotlarda (masalan sekin yugurishda). I turdagi mashg'ulotlar ko'proq jalb qilinadi, II turdagi to'qimalar esa sprint yoki yuk ko'tarish kabi yuqori intensiv mashqlarda ko'proq tiklanadi.

Harakatlarning turli xil intensivligiga ega sport turlarida (masalan futbolda). mashg'ulotlar davomida glikogen kamayishi barcha to'qimalarda kuzatilishi odatiy xol. Bu sport turlari uzlukli harakatlar bilan xarakterlanadi va bizlar ushbu turdagi harakatlar bioenergetikasini 10-bo'limda ko'rib chiqamiz.

Yuqorida bayon qilingan materiallar asosida quyidagixulosalarga kelishmumkin:

1. Mashqlangan organizm mashqlanmagan organizmga nisbatan muskul faoliyati uchun ancha katta energetik va funktsional potentsiallarga ega bo'ladi.

2. Mashqlangan organizm mashqlanmagan organizmga nisbatan ish vaqtida energiya manbalarini tezroq va to'laroq sarflash va ishdan so'ng dam olish davrida ularning zahirasini tezroq tiklash qobiliyatiga ega.

3. Mashqlangan organizm ATF molekulasida mujassamlashgan kimyoviy energiyani tezlik bilan safarbar qilish va uni mexanik energiyaga – muskul qisqarishiga aylantirish katta imkoniyatiga ega.

4. Mashqlangan organizm shunday yuqori quvvatli va davomiylikdagi jismoniy ishini bajarishi mumkinki, uni mashqlanmagan organizm bajara olmaydi.

5. Mashqlangan organizm tinch holatda va mo'tadil, yuksak bo'lmagan jismoniy yuklamalarni bajarish vaqtida fiziologik sistemalarini tejimli ishlashi bilan ajralib turadi vaana shu sistemalarni shunday yuqori darajada ishlashga erishish qobiliyatiga egaki, bunga mashqlanmagan organizm sira ham erisha olmaydi. Masalan, standart ishini bajarish vaqtida mashqlangan sportchining qonida mashqlanmagan yoki kam mashqlangan sportchilikiga solishtirgandaancha kam miqdorda sut kislotasi to'planadi. Shu bilan birga, maksimal intensivlik va davomiylikdagi yuksak mashqlarni bajarish vaqtida yuqori darajada mashqlangan sportchilarning organizmida shunday biokimyoviy o'zgarishlar mumkinki, masalan, kislorodni eng ko'p yutilishi (to 80-90 ml/kg.min gacha, kislorod qarzining eng yuqori ko'rsatkichiga ( $O_2$ -ehtiyojining 90-95% gacha va sut kislotasining eng ko'p miqdori (to 2,5 g/l va undan oshiq), bularga mashqlanmagan organizm erishishi mumkin emas.<sup>72</sup>

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

### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

**Adaptatsiya** -hayot davomida rivojlanadigan jarayon bo'lib uning natijasida organizm muhitining ma'lum omillarida (issiq va sovuq sharoitlarda, bosimga, namlikka, shu jumladan jismoniy yuklamalarga ham) chidamlikka erishish (moslashadi).

**Jismoniy yuklama**- Bu bir martali yoki takroriy bajariladigan ma'lum tipdagi jismoniy mashqlarni o'z ichiga olgan muskul faoliyatining har qanday shakli bo'lib uni bajarish vaqtida organizmda mashqlanganlikning yuksalishni taminlaydigan funksional o'zgarishlar ro'yobga chiqadi.

**Mashqlanish samarasi** Qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarga javoban sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarni yo'nalishi va katta kichikligi.

**Shoshilinch adaptatsiya etapi** Bu organizmning bir martalik jismoniy yuklamal tasir javobi.

**Uzoq davom etadigan adaptatsiya etapi.** Bu tiklanishning kechki fazalarida ro'y beradigan jarayonlar bo'lib ular energetik resurslarni

<sup>72</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. ( page 29)



to'ldirishga va ish vaqtida parchalangan va yangilanhan sintezlanayotgan hujayra strukturalarining jaddalashtirilgan takror ishlab chiqarishga yo'naltirilgan jarayondir.

**Shoshilinch mashqlanish samarasi** Jismoniy yuklamalarning ta'sir vaqtida va shoshilich tiklanish davrida sodir bo'layotgan organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlarning chuqurligi va harakteri.

### **Mavzuga oid test topshiriqlari**

#### **1. Maksimal kuch uslubida quyidagi mashqlar qo'llaniladi:**

- a. maksimal quvvatli mashqlar;
- b. submaksimal quvvatli mashqlar;
- c. katta va mo'tadil quvvatli mashqlar;
- d. musobaqa davridagiga yaqin yoki musobaqa mashqlari.

#### **2. Biokimyoviy nuqtai nazardan chidamkorlik – bu:**

- a. muskullarda uglevodlar, yog'lar va oqsillarning zahirasi;
- b. ishlatilishi mumkin bo'lgan energiya manbalari zahirasining miqdorini energiyaning sarflanish tezligiga o'zaro nisbati;
- c. ATFG'KrF nisbati;
- d. ATFG'ADF nisbati.

#### **3. Chidamkorlikning spetsifik (maxsus) tarzda namoyon bo'lishi ..... bilan belgilanadi:**

- a. energiya manbai sifatida turli metabolik jarayonlarni ishlatilishi;
- b. energiya manbalari umumiy zahirasini ishlatilishi;
- c. bajarilayotgan ishning davomiyligi;
- d. ishlatilayotgan substratlarni miqdori.

#### **4. Odam organizmida uchta har xil metabolik jarayonlar yoki uchta har xil energiya manbalari bor, ya'ni:**

- a. miokinaza, kreatinfosfokinaza, aerob;
- b. alaktat, glikolitik, aerob;
- c. alaktat, miokinaza, glikolitik;
- d. alaktat, miokinaza, aerob.

#### **5. Qo'yilgan maqsadga qarab chidamkorlikni rivojlantirish uchun quyidagi mashqlanish uslublari qo'llaniladi:**

- a. ishni takrorlash (chegaralanmagan);
- b. interval ishning turli variantlari;
- c. uzoq muddatli uzluksiz o'zgarib turadigan yoki bir tekis ish;
- d. barcha javoblar to'g'ri.

6. Maksimal quvvatli ishni takrorlash uslubida bajarilayotgan mashqning quvvati (I) va takrorlash oraligidagi dam olish vaqti (II) bo'lishi kerak:

- a. 10-15 sekunddan ko'p emas;
- b. 2,5-3 minutdan ko'proq;
- c. maksimal quvvatni 90-95% i;
- d. maksimal quvvatni 50-80% i.

7. Chidamkorlikning alaktat anaerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan ishni takrorlash uslubida mashqlarni optimal takrorlash soni ..... martaga teng:

- a. 1-2
- b. 5-6
- c. 3-5
- d. 8-10

8. Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponentini rivojlantirish uchun quyidagi uslublar qo'llaniladi:

- a. uzoq muddatli o'zgarib turadigan ish;
- b. bir martali chegaralangan ish;
- c. takrorlash va interval ish;
- d. b va c.

9. Chidamkorlikning aerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanishda ..... uslublar ishlatiladi:

- a. bir martali uzluksiz ish (bir tekis yoki o'zgarib turadigan);
- b. takrorlanadigan ish;
- c. interval ishning turli variantlari;
- d. a, b va c.

10. "Miogloblin" interval ish uslubi chidamkorlikning..... komponentini rivojlantirishda qo'llaniladi:

- a. glikolitik anaerob
- b. alaktat anaerob
- c. anaerob
- d. aerob

#### Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Chegaralangan mashqlarni takrorlash uslubi qanday biokimyoviy jarayonlarni tezligi va samaradorligini oshirishga yo'naltirilgan?
2. Biokimyoviy nuqtai nazardan chidamkorlik qanday ifodalanadi?
3. Sportchining chidamkorligini maxsus (spetsifik) tusda namoyon bo'lishini nima aniqlaydi?
4. Odam organizmida qanday metabolik jarayonlar, ya'ni energiya manbalari bor?
5. Sportchilarning chidamkorligini rivojlantirish uchun mashqlanishning qanday uslublari eng samaradorli hisoblanadi?



6. Chidamkorlikning alaktat anaerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan ishni takrorlash uslubini asosiy mohiyati nimadan iborat?
7. Agarda mashqlanishning alaktat anaerob effekti ro'yobga chiqarish uchun interval ish uslubidan foydalanilganda qisqa muddatli (10-15 sekunddan ortiq emas) maksimal quvvatli mashqlarni seriyalar bilan bajarilganda, har bir seriyadagi mashqlarning optimal takrorlash soni necha marotaba va seriyalar oralig'idagi dam olish vaqti esa necha sek. (min.)ni tashkil qiladi?
8. Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanish uslublarida baja-riladigan mashqning cheklangan vaqti necha sekund (minut)ni tashkil etishi kerak?
9. Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponentini rivojlantirish uchun interval ish qisqa muddatli dam olish bilan (1:1 yoki 1:2 nisbatda) seriyalar bilan olib boriladi. Unda har bir seriyadagi mashqlarning takrorlash optimal soni va seriyalar oralig'idagi dam olish vaqti qanday bo'ladi?
10. Chidamkorlikning aerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanishlarda qo'llaniladigan asosiy ish uslublarini keltiring.

## **XXI BOB.SPORTCHILARNING OVQATLANISHINI BIOKIMYOVIY ASOSLARI**

### **21.1.Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishning biokimyoviy omillari**

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

Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish ikkitaasosiy vazifani ko'zlaydi: organizmni hayot faoliyati jarayonida doimo sarflanadigan energiya bilan ta'minlash;

Hujayra va to'qimalarning strukturalarini tuzish va doimo yangilab turish uchun kerak bo'lgan plastik (qurilish) moddalar bilan organizmni ta'minlash.Lekin sportchilarning ovqatlanishi organizmni energiya manbasi, plastik materiallar, vitaminlar, mineral moddalar bilan ta'minlashdan tashqari, yana mahsus vazifalarni ham, ya'ni ish qobiliyatini oshirish, toliqishni boshlanishini uzoqlashtirish (orqaga surish) va katta jismoniy yuklamalardan keyin tiklanish davrini tezlatishlarni bajaradi. To'la qiymatli ratsion tarkibiga ozuqa moddalarning beshta sinfi kirishi kerak va ularning har bir moddasi ma'lum rolni o'ynaydi va qat'iy ma'lum o'zaro nisbatda bo'ladi.

### **21.2.Sportchilarning ovqatlanishini ba'zi bir hususiyatlari**

Ozuqaviy ko'rsatkichning ta'siri. Ishtirokchilarning ozuqaviy ko'rsatkichi metabolik ta'sirlar natijasida davomiy mashqlarni namoyon qilish qobiliyatida muhim ro'l o'ynaydi (9 va 10 bo'limlarga qarang). Yuqori intensiv mashqlar davri uglevodni yuqori darajada sarflaydi, biroq mashqning davomiyligi qisqa bo'lgani sabab jami sarf chegaralangan.



Oddiy 30 sekundlik sprint davomida muskul glikogeni kamayishi aktiv muskullarda jami glikogen zapasining 25-30% iga teng bo'lishi mumkin.

Muskul glikogeni yuqori intensiv mashqlar davrida tip II xildan ko'ra tip I tolada tezroq qisqaradi. Shuning uchun, aralash muskul tolalarida glikogen parchalanishi kam bo'lsada, tip II xil tolalarda qo'llaniladigan yuqori glikogen charchashni tezlashtirib yuborishi mumkin. Yuqori uglevodli ovqatlanishdan keyin bir martalik sprint tokiy takrorlanuvchi sprintlar namoyishi odatda pastuglevodli ovqatlanish bilan solishtirganda ustunroq bo'lsada, YIMda (yuqori intensive mashq) yuqori uglevodli ovqatlanish va o'rtacha uglevodli ovqatlanish foydasi haqida aniq ma'lumotlar keltirilmagan.

Maugan va Pol (1981) fikrlariga ko'ra yuqori uglevodli oziq-ovqatlarni iste'mol qilgan ishtirokchilarda 100% VO<sub>2</sub>/maxda charchashgacha vaqt uzunroq bo'ladi. Ushbu ulkan topilmalar keyinchalik Grinhaf (1987) tomonidan tasdiqlandi.

Shunisi qiziqarliki, garchi uglevodlarning Yuqori darajasi YuIM uchun yetarli afzallik bermasada, har qanday ehtimollikda past darajali uglevodlar namoyish uchun zararli ekanligi aniqlangan. yuqori intensiv sprint mashqlardan bir necha kun oldin past darajali uglevodlar dan ko'ra o'rta darajadagi uglevodlar mavjud oziq-ovqatni iste'mol qilish afzalligi Langfort tomonidan tasdiqlangan. Bunda uch kunlik uglevod iste'moli (50%; taxminan 4.5 g/kg tana massasiga kuniga past darajadagi uglevod iste'moli (5%; 1g/kgdan kamroq tana massasi kuniga bilan taqqoslaganda, 30 sekundlik Vingej testida 8% yuqoriroq quvvatni ko'rsatdi. Shuni aytish kerakki, bir kunlik jami energiya iste'molida 5% dan uglevodni qabul qilishga rozi inson bo'lmasa kerak.

Ko'pchilik izlanishlar yuqori intensiv sprint namoyishida yuqori uglevodlarning afzalliklarini o'rganmagan. Misol uchun, Vandenberg (1995) ishtirokchilar orasida 50% uglevodlar va 70% uglevodlar aylanish vaqtida 125% VO<sub>2</sub>max hech qanday farq topmadi. Shuningdek, Hargrivs(1997) velosipedchilarning yuqori C (80% uglevodlar) past (25% uglevodlar) nisbatan 75 sekundli mashqlardan keyingi o'rta yoki yuqori kuchida farq topmadi. Yuqorida qayd qilingan ayrim izlanishlarda, mualliflar yuqori (CHO) uglevodli oziqlanish qonda ko'proq ishqoriy muhitni ta'minlaydigan past (CHO)uglevodli oziqlanish qonda ko'proq kislotali muhit bo'lishiga sabab bo'lishi to'g'risidagi faktlarga to'xtalib o'tishgan.

Ozuqaviy moddalar ish unumdorligini oshirishga yordam beruvchi faktorlar yuqori intensiv mashg'ulotlar (YuIM)ga yordam beradi. Garchi

ozuqaviy moddalar ergogenik yordamlar haqida to'liq ma'lumot berish ushbu matnning asl maqsadidan yiroqida bo'lsa-da, quvvat ta'minoti va charchoq haqida to'liqroq tushuncha erishish foydalidir va bunga qanday energiya beruvchi mahsulotlar yordamida YuIMga foydali bo'lishi va u qay tarzda amal qilishini ta'kidlash orqali erishish mumkin. Quyidagi ergogenik yordamga adabiy yondashadigan bo'lsak, haqiqatga mos ravishda, ularning ijobiy ta'siri mavjud: kreatin, alkanlovchilar (natriy bikarbonat va natriy sitrat) kaffein va  $\beta$ -alaninlar. Ularning samaradorligi haqidagi to'liq ma'lumotlarni MakLaren (2011) va chester (2011)ni o'qib, bilib olishingiz mumkin.

**Kreatin.** Oldin ko'rib o'tganimizdek, polimeraz zanjir reaksiyasi (PZr) har bir intensiv mashg'ulot uchun zarur energiya ta'minotidir va ular jamlanmasi tezda ishlatilishi mumkin. Kreatin qabul qilish (5-20 g/kuniga 1-5 kun ichida mos ravishda). suyuq mushaklarida umumiy kreatin konsentratsiyani oshirishini ko'rsatadi va shu sababli YuIM amaliyotini oshirish – bir mashg'ulot to'plamidan ko'ra qayta mashg'ulot to'plami orqali (MakLaren, 2011).

Alkanlovchilar. Natriy bikarbonat va natriy sitratlar alkanlovchilardir, ularda metabolik alkalozgina olib kelishi aniqlandi, ya'ni  $\text{HCO}_3$  kislotali darajasi 24 mMdandan 29 mMdagacha ko'payishi va shu orqali pHning 7.4 dan 7.8gacha qonda ko'payishiga olib keladi. YuIM vaqtida sut kislotasi ishlab chiqarishi muqarrar ekan va charchashga olib kelar ekan, YuIMdan 2-3 soat oldin 3-5 g/kg tana massasiga mos qabul qilish sig'im va samaradorlikni oshirishga yordam beradi, sababi mashqning davomiyligi 30 sekunddan ko'pdir – boshqacha qilib aytganda, anaerobik glikolizni kuchaytiradigan mashg'ulotlar davomida – (Kastel, 2010; MakLaren, 2011).

**Kofein.** Kofeinning maqsadli ta'sirlardan biri (3-5 mg/kg taga massasi mashqdan 30-60 daqiqa oldin) kuchli mushak bo'shishi uchun KoQ mavjudligini kuchaytiradi. Biroq shu kabi holat tavsiya etiladiki, mushaklarda kuchaytirilgan KoQga erishish uchun me'yordan ortiq fiziologik dozada kofeinning mavjud bo'lishini talab etadi. YuIMda kofeinning foydali ta'siri uchun dalil hozirda mustahkamdir (Chester, 2011; Stiar, 2010). Kofein markaziy asab tizimini rag'batlantiradi va miya faoliyatini kuchaytiradi.

$\beta$ -alanin. Suyuk mushak sut kislotadan va YUIMda boshqa kislotalardan sabab bo'luvchiphni kamaytirish orqali sabab bo'luvchi tezlikni kamaytirishga yordam beruvchi hujayra ichidagi moddalari mavjud. Asosiy modda karnozindir. So'ngi natijalar shuni ko'rsatadiki,  $\beta$ -



alaninni kuniga 4g dan 4 hafta va undan ko'p vaqt davomida qabul qilish mushak karnozin tarkibini oshiradi. Ba'zi misollarga ko'ra YuIM harakatini oshirishga olib keladi.<sup>73</sup> Ma'lumki sportchi organizmining energiya va ozuqa moddalariga bo'lgan ehtiyoji birinchi navbatda sportning turiga va bajariladigan ishning hajmiga hamda sport mahoratining darajasiga, emotsional holatiga va shaxsiy odatlariga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun sportning har xil turlarini sportchilarga tavsiya qilinadigan dietalar sportchining tayyorlash etaplarini, yilning fasillarini va klimatik sharoitlarini hamda yoshi, jinsi, tanasining massasi, sport staji va sportchining boshqa individual sifatlarini hisobga olgan holda tuzilishi kerak. Shu vaqtda sportchining ratsioni:

- hozirgi vaqtdagi uning energiya sarfiga to'g'ri kelishi kerak;
- balanslashtirilgan bo'lishi, ya'ni barcha kerakli ozuqa moddalarni (oqsillar, yog'lar, uglevodlar, vitaminlar, mineral moddalar, ozuqa tolalarini) kerakli proporsiyada tutishi kerak;

- tarkibida ham hayvon ham o'simlik mahsulotlari bo'lishi kerak;
- turlituman bo'lishi, tarkibida etarli miqdorda yangi sabzavotlar, mevalar va ko'katlar bo'lsht kerak;

- organizmoson hazm qilaoladigan bo'lishi kerak.

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

Ovqatlanishning oddiy tartibi (rejimi) ozuqalarni 3 marta qabul qilishni nazarda tutadi, lekin yuqori malakali sportchilar uchun 4 yoki 5 martali ovqatlanish avzaltroq hisoblanadi. Shu bilan birga, ko'p martalik intensiv mashiqlanish va musobaqalar sharoitida biologik qiymati oshirilgan mahsulotlardan (masofada, musobaqalar vaqtida, sport o'yinlari turlarida, mashqlanishlar oraliq'ida, tanaffusda, mashqlanishdan keyin va hokazolar) aniq bir maqsadga yo'naltirib foydalanish hisobiga ovqatlanishning sonini ko'paytirish maqsadga muvofiq bo'ladi. Umuman olganda, sportchilarning sport ish qobiliyatini yuqori darajada ushlab turish uchun organizmga kirayotgan ozuqa moddalar faqat kerakli miqdordagina emas balki hazm bo'lish uchun optimal nisbatda ham bo'lishi kerak.

Balanslashtirilgan ovqatlanishning hamma uchun qabul qilingan formulaga binoan sport bilan shug'ullanmagan kishilarning sutkalik ratsionida oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori 1:1:4 nisbatda yoki

<sup>73</sup>Don MacLaren, James Morton. "Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism". Iley-Liverpool John Moores University, UK. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. 2012. ( page 1523-154)

ozuqaning umumiy kaloriyasini 14:31:55 foizlarini tashkil qilishi lozim. Sutkalik ovqatlarning umumiy kaloriyasi qanchabo'lmasinasosiy ozuqa moddalarining ana shu nisbati saqlanishi shart. Sportchilarning ovqati sport bilan shug'ullanmagan odamlarnikiga nisbatan oqsil va uglevodlarga boyroq va yog'lar nisbatan kamroq bo'lishi kerak, bu oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori 1:0,7-0,8:4 nisbati yoki sutkalik ozuqaning umumiy energiyasini 15:25:60 foizlari bilan ta'minlanadi. Endi asosiy ozuqa moddalarning energetik koefitsentlaridan (oqsillar va uglevodlar 4,1kkal, yog'lar 9,3 kkal) foydalanib, ana shu asosiy ozuqa komponentlarining har birini beradigan energiyasining miqdorini (kilokaloriyalarda) va o'zlarining miqdorini (gramlarda) hisoblab chiqish qiyin emas. Misol uchun, bir sutkalik ratsionining kaloriyaliligi 4000 kkal bo'lsa, sport bilan shug'ullanmaydigan kishilar uchun oqsillarning hissasiga 560 kkal yoki 137 g, yog'larning hissasiga **1240 kkal** yoki 130 g va uglevodlarning hissasiga 2200 kkal yoki 537 g to'g'ri kelishi kerak. Sportchilar uchun ovqatning kaloriyaliligi huddi jismoniy mehnat kishilarinikidek (**4000 kkal**) bo'lganda bu nisbatlar boshqacha bo'ladi, ya'ni oqsillar – **600 kkal** yoki **146 g**, yog'lar – **1000 kkal** yoki **108 g** va uglevodlar – **2400 kkal** yoki **585g**.

8-jadval.

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

Sport turlari	Oqsillar gr.	Yo'glar gr.	Uglevodlar gr.	Kaloriyalilik kkal.
Gimnastika, figurali uchish	2,2-2,5	1,7-1,9	8,6-9,75	59-66
Engil atletika: sprint, sakrashlar	2,3-2,5	1,8-2,0	9,0-9,8	62-67
O'rtacha va uzoq masofaga yugurish	2,4-2,8	2,0-2,1	10,3-12,0	69-78
Marafon	2,5-2,9	2,0-2,2	11,2-13,0	73-84
Suzish va suv polosi	2,3-2,5	2,2-2,4	9,5-10,0	67-72
Og'ir atletika, kulturizm, disk, nayza, yadro otish	2,5-2,9	1,8-2,0	10,0-11,8	66-77
Kurash, boks	2,4-2,8	1,8-2,2	9,0-11,0	62-75
Sport o'yinlari turlari	2,3-2,6	1,8-2,2	9,5-10,6	63-72
Velosport	2,3-2,7	1,8-2,1	10,6-14,3	69-87
Chang'i sporti: qisqa masofa	2,3-2,5	1,9-2,2	10,2-11,0	67-74



Uzoq masofa	2,4-2,6	2,0-2,4	11,5-12,6	74-82
Konki sporti	2,5-2,7	2,0-2,3	10,0-10,9	69-74

Lekin sportchilarning ratsionidaasosiy<sup>8</sup> ozuqa moddalarning bu nisbatlari sport turiga va bajarilayotgan mashqlarning harakteriga qarab faqat o'zgarishi mumkingina emas balki ularning mashqlanish va musobaqalashish faoliyatlarining yo'nalishiga qarab har xil sport turlarining vakillari uchun qat'iy individual hamdir. Jumladan, sportchi organizmining oqsillarga bo'lgan sutkalik ehtiyojining eng katta ko'rsatkichlari o'rta va uzoq masofaga yugurish, og'ir atletika, kulturizm, marofon sport turlarida har 1 kg tana massasiga **2,5-2,9 g**, oqsillarga bo'lgan sutkalik ehtiyojining eng kichik ko'rsatkichi – engil atletikada – sprint, sakrash va chang'i sporti – qisqa masofa, suzish va suv polosi – **2,3-2,5 g**, gimnastika va figurali uchish – **2,2-2,5 g** larda kuzatiladi. SHu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, asosan chidamkorlikni namoyon qiladigan sport turlari bilan ixtisoslashayotgan sportchilarga tavsiya qilinadigan ovqat ratsionidaorganizmning energiyagabo'lgan ehtiyojining **14-15% ni** oqsillar ta'minlaydi, tezkorlik-kuchlilik sport turlarida **17-18%**, ayrim hollarda to **20%** (kulturizm, shtanga). Shu bilan birga, hatto sportning shunday turlari – og'ir atletika, yadro, disk va nayzaotish, atletik gimnastika sportchilariga ham har 1 kg tanaog'irligiga 3 grammdan ko'proq miqdordagi oqsilni qabul qilish tavsiya qilinmaydi, chunki bunday miqdordagi oqsil organizmdagi metabolik jarayonlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Jumladan, jigar va buyraklarning funksiyalari buziladi. Oshqozon-ichak yo'lida hazm bo'lmay qolgan oqsillar va aminokislotalar yo'g'on ichakda bakterial bijg'ish jarayoniga duchor bo'lib, ulardan ko'pgina zaharli moddalar – toksinlar (H<sub>2</sub>S, metilmerkaptan, kadaverin, putrestsin, feniletilamin, tiramin, triptamin, krezal, fenol, skatol, indol) hosil bo'ladi. Qongaso'rib, barchaorgan va to'qamalarda moddalar va energiya almashinuv jarayonlarini normal borishini buzadi. Balanslashtirilgan ovqatlanishning boshqa muhim doimiy komponentlaridan biri hayvon va o'simliklarning yog'lari – **triglitsridlardir**. Yog'larning biologik qiymati ularning yuqori kaloriyaliligi (**9,3kkal oqsillar** va uglevodlarning **4,1 kkal** nisbatan) va tarkibida huddi vitaminlar, almashinmaydigan aminokislotalar va boshqa kofaktorlar kabi odam organizmida sintezlanishi juda chegaralangan almashinmaydigan komponentlar – ko'p to'yoinmagan moy kislotalarini tutishi bilan belgilanadi. Ularga, asosan o'simlik moylari tarkibidaorganizmga kiradigan linol, linolen vaaraxidon kislotalari kiradi.

Katta yoshdagi odamlarning yo'glarga bo'lgan sutkalik ehtiyoji 90g va ko'p to'yinmagan moy kislotalarga bo'lgan ehtiyoji esa **3-6 g** tashkil qiladi. Odatda **25-30 g o'simlik moyi** odam organizmini ana shu miqdordagi ko'p to'yinmagan moy kislotalari bilan bemalol ta'minlay oladi.

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

Sportchilar organizmining uglevodlarga bo'lgan ehtiyoji mashqlanish va musobaqalar vaqtidagi energiyani sarflanishi bilan bog'liq bo'ladi. Katta yoshli odamlarning bir sutkalik uglevodlarga bo'lgan ehtiyoji 450-500g.ni tashkil qiladi. Sportchilar uchun uglevodlarning sutkalik normasi sportning turiga qarab har **1 kg** tana og'irligiga **8,3 dan to 14,3 grammni** tashkil qiladi va shu bilan birga **64% kraxmalga** va **36%** oddiy qantlarga (glyukoza, fruktoza, saxaroza) to'g'ri kelishi kerak. Sportning turlari va tayyorgarlik davriga qarab sportchilarning sutkalik ovqat ratsionida uglevodlarning miqdori to **800-900 grammgacha** oshishi mumkin. YUqorida ko'rsatilganidek, ozuqa tolalari ovqatlarni normal hazm qilish jarayoni uchun kerak: ular ichak mikroflorasining faoliyati natijasida hosil bo'lgan toksik (zaharli) moddalar uchun adsorbent bo'lib hizmat qiladi, o't kislotalarini bog'lab oladi, sterinlarni adsorbtsiya qilib oladi, xolesterinning miqdorini kamaytiradi, ichakning to'lqinsimon harakatini kuchaytiradi va hokozolar. Ozuqa tolalarining manbalari bo'lib hizmat qiladi: tarkibida un miqdori ko'p bo'lgan non, bug'doy kepaklari, karam, sabzi, rediska, lavlagi, turp, sholg'om, na'matak, olxo'ri, malina, er tuti, qoraqand (smorodina), ko'k piyoz, ukrop, kashnich, petrushka, salat, selderey va boshqalar.

Agar asosiy ozuqa moddalarning o'zaro nisbati sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarnikiga nisbatan boshqacha bo'lishi sportchilarni ovqatlanishini muhim xususiyatlaridan biri bo'lsa, vitaminlar va mineral elementlarning iste'mol qilishni ancha yuqori normalari sportchilarning ovqatlanishini boshqa muhim xususiyati hisoblanadi. Vitaminlar gaoshirilgan ehtiyojni fermentlarni yuqori daraja faolligini va hujayra va to'qimalarda kofermentlarning miqdorini yanada yuqoriroq bo'lishini talab



qiladigan sport mashqlarini bajarish vaqtidagi moddalar almashinuvining yuqori intensivligi bilan tushuntirish mumkin. Ma'lumki, ko'pchilik vitaminlar yoki o'zlari koferment hisoblanadi yoki turli kofermentlarning tarkibiga kiradi, ya'ni ular 100 dan ortiq fermentlar tarkibida moddalar almashinuvi jarayonlarida ishtirok etadi.

Sportchilarni tayyorlash jarayonida, ayniqsa jismoniy yuklamalarning hajmi va intensivligi kattabo'lganda, askorbin kislotasi, tiamin, riboflavin, nikotinamid va tokoferollarga bo'lgan talab kuchayadi. Lekin, sportchilarning ovqatidagi vitaminlarning miqdorini energiya sarfini hisobga olgan holda ko'rib chiqish kerak. Masalan, har **1000 kkal** energiyaga qo'shimcha miqdorda quyidagi vitaminlar talab qilinadi:

**C – 35 mg, B<sub>1</sub> – 0,8 mg, B<sub>2</sub> – 0,8mg, PP – 7 mg va E – 5 mg.**

Sportchilarning ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishning anchaahamiyatli vakarakli komponentlaridan biri **mineral moddalar**, ya'ni bazi bir kimyoviy elementlarning ionlari hisoblanadi. Odatda, ularni organizmdagi miqdoriga qarab ikki guruhgabo'lishadi – makro va mikroelementlar (yuqoriga qarang). Ular odamning (sportchining) ozuqasida suv-tuz almashinuvini boshqarish, kislota-ishqorli muvozanatni ushlab turish, asosiy metabolik jarayonlarni normal borishi uchun kerak. Jumladan, ko'pchilik metallarning ionlari (**Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Mo<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>** va boshqalar) fermentlarning faol markazini tarkibiga kirib, substratlarni bog'lab olish va ularni reaksiyasining ohirgi mahsulotlariga aylantirish jarayonlarida bevosita qatnashadi. Ulardan boshqa birlari (**Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>**) bir qator fermentlarning ingibitorlari sifatida qatnashadi. Ayniqsa mashiqlanish vaqtida ham, musobaqada ham juda ko'p terlash kuzatiladigan sport turlarida sport bilan sistematik shug'ullanish jarayonida organizmning mineral moddalarga bo'lgan talabi kuchayadi.

Sportchilarning ovqatlanishida hayvon va o'simliklardan olingan mahsulotlarning o'zaroto'g'ri nisbati muhim ahamiyatga ega. Hayvon mahsulotlaridan tayyorlangan ozuqa kislotalik xarakterli moddalarga boy bo'ladi, o'simlik ozuqalari esa ishqoriy xarakterli moddalarga boy. Sportchi ratsionini o'simlik mahsulotlari bilan boyitish organizmning ishqorlik rezervlarini (BE) ko'payishiga olib keladi va chidamkorligini oshiradi. Shuning uchun ham ovqatlarning sutkalik kaloriyasini **15-20%ni** yangi sabzavotlar, mevalar va ko'k o'tlar hisobiga to'g'ri kelishi kerak.

### 21.3. Ovqatlanish omillari yordamida sportchilarning ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarining tezlashtirishning biokimyoviy yo'llar

Sportchining ovqatlanishi faqat hayot faoliyati uchun normal sharoit yaratibgina qolmasdan, balki sport ish qobiliyatini oshirish, tiklanish jarayonlarini tezlashtirish, katta hajm va yuqori intensivlikdagi jismoniy yuklamalarga organizmni moslashtirish kabi o'zigaxos funksiyalarni bajarishi lozim.

Agar muskul oqsillarini sintezini tezlashtirish va muskullarning massasini oshirish talab etilsa, demak muskul kuchini ko'paytirish uchun ozuqa mahsulotlaridan foydalanish imkoniyatlarini ko'rib chiqish lozim. Bunday holatda muskul oqsillarining biosentezi vaalmashinuvini kuchaytirish uchun **B.A. Rogozkin** va ham mualliflari taklif qilgan aminokislotalar tarkibi bo'yicha yaxshi balanslashtirilgan oqsilli ovqat tavsiyasini bajarish kerak bo'ladi. Bu tavsiyaning asosiy mohiyati quyidagilardan iborat:

- sportshiorganizmining energiyaga bo'lgan ehtiyoji energiya sarfini hisobgaolgan holda oqsil tabiatli bo'lmagan manbalar (uglevodlar, yog'lar) bilan to'la qondirilishi kerak;

- ozuqa o'zining tarkibida oshirilgan miqdordagi (**15-30% ga**) to'la qiymatli, tez hazm bo'ladigan, asosan hayvonlarning (go'sht, baliq, sut, tuxum) va turli manbalarining oqsillarini tutishi kerak;

- oqsillarga boy ovqatlarni iste'mol qilish soni kuniga **5 martadan** kam bo'lmasligi kerak;

- ozuqaning oqsil komponentlarini hazm bo'lishi uchun optimal sharoit yaratish kerak. Masalan, mashqlanishni tugashi bilan go'shtni sabzavotli garnir bilan, maxsus oqsilli preparatlarni mashiqlanishlar oralig'idagi tanafuslar vaqtda maydalangan holda iste'mol qilish kerak;

- oqsillarning biosentezini kuchaytiradigan va muskul massasini oshiradigan vitaminlarni (**B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C, PP**) iste'mol qilishni ko'paytirish lozim.

Muskul massasini, muskullarning qisqarish tezligi va ularning kuchini oshirish kerak bo'lgan hollarda ovqatlanishning tartibi va ratsionini saqlashga quyidagi maslahatlar yordam beradi:

- tananing massasini muskul yoki yog' hisobiga oshirish mumkin. Agar yog'ning massasini oshirish oson bo'lsa, lekin muskulning massasi faqat jismoniy mashqlanishda oshadi. Kuch ishlatiladigan jismoniy yuklamalarsiz faqat oqsillarga boy ratsiondan foydalanish ko'ngildagi yutuqlarga olib kelmaydi;



- amaliyotda tarqalgan go'sht, tuxum va hokazolarni ko'p miqdorda iste'mol qilish organizm uchun zararli va sport ish qobiliyatini pasaytiradi.

- ratsionga uglevodlar kompleksini g'alla, dukkak, sabzavot va yong'oqlar sifatidakiritilganda, almashinmaydigan aminokislotalar, vitaminlar va mineral moddalarning miqdori ko'payadi va muskul massasini oshishiga ya'ni muskul kuchini ko'payishiga zamin tug'diradigan sharoit yaratiladi.

Ushbu tavsiyalar va maslahatlarga rioya qilish vaaniq bajarish intensiv kuch ishlatiladigan mashqlanishlar davrida kerakli metabolik fonlarni yaratish uchun ozuqaning imkoniyatlaridan faol foydalanishga imkon beradi. Oqsillarga

boy to'laqiyatli ozuqalardan tashqari jismoniy ish qobiliyatini oshirish, tiklash jarayonini tezlashtirish uchun alohida aminokislotalardan

(glyutamin kislotasi, metionin, triptofan va h.k.) foydalanish mumkin. Masalan, **glyutamin kislotasi** bosh miyaning hujayralarida oksidlanish jarayonlarini kuchaytiradi, organizmni gipoksiyaga chidamliligini oshiradi, yurakning faolligini yaxshilaydi, katta jismoniy va psixik yuklamalar paytida tiklanishni tezlashtiradi. Aminokislota – metionin jigarning funksiyasini regulatsiya qiladi, neytral moylarning parchalanishini kuchaytiradi, katta jismoniy yuklamalar vaqtida tiklanish jarayonlarining borishini tezlashtiradi. Sport ish qobiliyatini oshirishga va tiklanish jarayonlarini tezlashishga yordam qiladigan ozuqaomillari o'rtasida vitaminlar alohida o'rinni egallaydi. Jumladan, pangam kislotasi – **vitamin B<sub>15</sub>** ishlatilayotgan kislorodning miqdorini ko'paytiradi, organizmni gipoksiyaga chidamliligini oshiradi, muskullar, jigar va miokarda glikogennining sintezini, muskullar va miokarda kreatinfosfatning sintezini ham kuchaytiradi.

**Vitamin e** antigipoksik ta'sirga ega, oksidlanish jarayonlarini boshqaradi, anaerob harakterli ish vaqtida va o'rta balandlik tog' sharoitlarida jismoniy ish qobiliyatni oshiradi.

**Vitamin C** – askarbin kislotasi oksidlanish jarayonlarning samarali stimulyatori hisoblanadi, chidamkorlikni oshiradi, jismoniy ish qobiliyatni tiklanishini tezlashtiradi. **Komplivit** – polivitamin kompleksi o'zining tarkibida **B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C** va **PP** vitaminlarini etarli darajada ko'p miqdorda tutganligi uchun muskul massasini tez orttirish, ya'ni muskul kuchini ko'paytirish uchun qo'llaniladi.

Shu bilan birga, shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, vitaminlarni haddan tashqari ortiqcha miqdorda iste'mol qilish, birinchi navbatda "**Aerovit**",

“Dekamevit”, “Komplivit”, “Undevid” va hokazolarni iste’mol qilish organizm uchun judaog‘ir oqibatlargaolib kelishi mumkin.

Sport ish qobiliyatini oshirishga erishishning yana muhim yo‘llaridan biri aerob bioenergetik jarayonlarning oraliq mahsulotlari – izolimon,  $\beta$ -ketoglutarat, yantar, olma hamdaasparagin va glyutamin kislotalarini ozuqa mahsulotlari yoki biologik qiymati oshirilgan mahsulotlar tarkibida startlar oldidan, masofada, tanafuslarda, musobaqa davrida (sport o‘yinlari turlarida) va hokazolarda iste’mol qilishdir.

#### **Mavzuning asosiy tushunchalari va atamalari**

**Ovqatlanish** -Organizmning har qanday fiziologik funksiyalarni energiya va struktura moddalari bilan ta‘minlash asosida yotgan barcha biologik hodisalar (ozuqa moddalarning organizmga kirish va parchalanishi)ning yig‘indisi manosini bildiradi.

**Ozuqa tolalari**-O‘simliklarning murakkab uglevodlari – selyuloza (kletchatkA., gemotsellyuloza, pektin va lignin).

**Ovqatlanishning almashinmaydigan omillari.** Ozuqa mahsulotlari tarkibiga kiradigan organik va onarganik moddalar bo‘lib, odam va hayvon organizmiga sintezlana olmaydi. Bularga 40 dan ortiq moddalar kiradi.

#### **Mavzuga oid test topshiriqlari**

##### **1.Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishning asosini tashkil qiladi:**

- a. Oqsillar va yog‘lar;
- b.Uglevodlar va vitaminlar;
- c .Mineral moddalar va ozuqa tolalari;
- d. a, b va C

##### **2. Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish ikkita maqsadni ko‘zlaydi, ya‘ni:**

- a. Organizmni normal ishlab turishini ta‘minlash;
- b.Organizmning hayot faoliyati jarayonida doimo sarflanib turgan energiya manbai bilan ta‘minlash;
- c.Organizmni hujayra strukturalari hosil bo‘lishi va yangilanib turishi uchun kerak bo‘lgan plastik (qurilish) moddalar bilan ta‘minlash;
- d. b va c

##### **3. Ozuqa mahsulotlari tarkibida hujayraning asosiy energiya manbai (I) va plastik material (II) bo‘lib xizmat qiladi:**

- a. Uglevodlar va yog‘lar;
- b. Vitaminlar va mineral tuzlar;
- c. Oqsillar va uglevodlar;
- d. Oqsillar.



4. Ovqat ratsionida oqsillar, yog'lar va uglevodlarning o'zaro nisbati sportchilar (I) va sport bilan shug'ullanmaydigan kishilar (II) uchun quyidagicha bo'ladi:

- a. 1:2:3;                      b. 1:0,7-0,8:4;                      c. 1:1:4;                      d. 1:2:5.

5. Ovqatning umumiy kaloriyasi sutkasiga 5000 kkal ga teng bo'lganda og'ir jismoniy mehnat bilan shug'ullanayotgan kishilar (I) va sportchilar (ii) uchun oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori (grammlarda. qanchadan bo'lishi kerak?

- a. 150, 140 va 620;                      c. 104, 100 va 400;  
b. 183, 134 va 732;                      d. 170, 166 va 670.

6. Sportchilarning ovqatlanishi organizmni energiya manbalari, plastik materiallar, vitaminlar va mineral moddalar bilan ta'minlashdan tashqari, yana maxsus maqsadlarni ko'zda tutadi, ya'ni:

- a. Ish qobiliyatini oshirish;  
b. Toliqish boshlanishini uzoqlashtirish;  
c. Tiklanish jarayonlarini tezlashtirish;  
d. Barcha javoblar to'g'ri.

7. Yuqori malakali sportchilarga .....marotaba ovqatlanish tavsiya qilinadi?

- a. 3-4;                      b. 3;                      c. 5-7;                      d. 4-5.

8. Sportchilarning ovqati sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarnikiga nisbatan ..... boy bo'lishi kerak.

- a. Uglevod va oqsillarga;  
b. Uglevod va yog'larga;  
c. Yog'lar va vitaminlarga;  
d. Oqsil va yog'larga.

9. Agar odamlarning ovqatida oqsillar ovqatlarning kundalik kaloriyasini 14%, yog'lar – 31% va uglevodlar – 55% ini tashkil qilsa, bu nisbat sportchilar uchun qanday bo'ladi?

- a. 15:35:50;                      b. 15:25:60;                      c. 13:40:47;                      d. 20:30:50.

10. Aminokislota – metionin, pangam kislotasi (V15) va to'yinmagan moy kislotalar (vit. F) olib keladi:

- a. mushak massasini orttirishga;  
b. mushak glikogen zahirasini ko'payishiga;  
c. sut kislotasini tez to'planishiga;  
d. ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarini tezlashtirishga.

### **Mavzuni mustahkamlash uchun savollar**

1. Sportchilar ovqatining asosini qaysi guruh moddalar tashkil qiladi?
2. Sportchining ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishi qanday ikkita maqsadni ko'zlaydi?
3. Ozuqa mahsulotlarining qaysi bir kimyoviy moddalari hujayraning energiya manbai va plastik materiali bo'lib hizmat qiladi?
4. Sport bilan shug'ullanmaydigan odamlar va sportchilar uchun oqsillar, yog'lar va uglevodlarning o'zaro nisbati qanday bo'ladi?
5. Ovqatning umumiy kaloriyasi 3000 kkal ga teng bo'lganda sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarning ovqat ratsionida qancha miqdorda oqsillar, yog'lar va uglevodlar bo'lishi kerak?
6. Kuniga bir xil 5000 kkal energiya sarflaganda 7 soat jismoniy ish bajargan odamda, marafon masofasiga yuguruv-chilarda va qisqa masofaga yuguruvchi (sprinter)larda energiya qanday tezlikda (kal/sek) sarflanadi?
7. Nima uchun sportchilarning ovqati sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarning ovqatiga nisbatan oqsil va uglevodlarga boyroq, yog'larni kamroq tutishi kerak?
8. Sportchilar va og'ir jismoniy mehnat bilan shug'ullanadigan odamlarning organizmida moddalar almashinuvi jarayon-lari bir-biridan nimalar bilan farqlanadi?
9. Sportchilarning ovqatlanishini o'ziga xos qanday muhim xususiyatlari bor?
10. Sportchilarning ovqatlanishi ular organizmini energiya manbai, plastik material, vitaminlar va mineral moddalari bilan ta'minlashdan tashqari, yana qanday maxsus vazifalarni bajaradi?



## Adabiyotlar

1. Donald MC Laren. James Morton. Biochemistry for Sport and exercise Metabolism. 2012., 5s, 45 po 49 stranitsa
2. To'ychiboev M.U Ziyamuhamedova S.A., Adilbekov T.T. Biokimyodan laboratoriya va seminar mashg'ulotlarining texnologik xaritasi. (o'quv – uslubiy qo'llanma. Toshkent 2011. O'zDJTI NMB.
3. To'ychiboev M.U., Ziyamuhamedova S.A., Biokimyo: (o'quv – uslub qo'llanma ma'ruza matnlari). Toshkent. 2012.
4. To'ychiboev M.U. Biokimiya va sport biokimiyasi. Toshkent-2015. Valixanov M.N. Biokimyo Toshkent .2010.
5. To'ychiboev M.U., Ziyamuhamedova S.A. Sportchilar ovqatlanishining biokimyoviy asoslari. 2011.
6. To'ychiboev M.U., Ziyamuhamedova S.A. Sportda biokimyoviy nazorat. 2011.
7. Raxmatov N.O., Maxmudov T.M., Mirzaev S. Biokimyo, Toshkent. 2012.
8. YAkovlev N.N. Biohimiya 1974.
9. Menshikov N.N. i dr Biohimiya, 1986.
10. Proskurina I.K. Biokimiya. M., 2001.
11. Komov V.P., Shvedova V.N. Biokimiya. M., 2004.
12. Berezov T.T., Korovkin B.F. Biologicheskaya ximiya. M., 2004.
13. Lenindjer A. Основы биохимии. М., 1985, т. 1-3.
14. Skulachev V.P. Законы биоэнергетики. Сорovskiyy obrazovatelnyy jurnal. 1997, №1, str. 9-14.
15. Borisova O.O. Pitaniye sportsmenov: zarubejnyy opyt i prakticheskie rekomendatsii. (uchebno-metod. posobie) M., Sovetskiy sport. 2007.
16. Suchkov A.V., Panyushkin V.V., Portugalev S.N., Jukov D.D. Ispolzovanie lekarstvennykh sredstv dlya vosstanovleniya i povysheniya spetsialnoy rabotosposobnosti sportsmenov. M., 1990, chast 1-3.
17. Rogozkin V.A., Pshendin A.I., SHishina N.N. Pitaniye sportsmenov. M., 1989.
18. Turakulov YA.X. Biokimiya. Toshkent., 1996.
19. Ershov, Yu. A. Obshchaya biokimiya i sport [Tekst] / YU. A. Ershov. – M.: Izd-vo MGU, 2010. – 368 s.
20. Mixaylov, S. S. Sportivnaya biokimiya: uchebnyy dlya vuzov i kolledzhey fizicheskoy kultury [Tekst] / S. S. Mixaylov. – M.: Sovetskiy sport, 2004. – 219 s.
21. Volkov, N. I. Biokimiya myshechnoy deyatel'nosti [Tekst] / N. I.

- Volkov, A. A. Osipenko, E. N. Nesen. - Kiev: Olimpiyskaya literatura, 2000. – 503 s.
22. Moxan, R. Bioximiya myshhechnoy deyatel'nosti i fizicheskie trenirovki / R. Moxan, M. Glesson, P. L. Grinxaff. – M.: Olimpiyskaya literatura, 2001. – 296 s.
23. [http://athlete.ru/books/aranson\\_pitanie\\_dlya\\_sportsmenov/part\\_pred.htm](http://athlete.ru/books/aranson_pitanie_dlya_sportsmenov/part_pred.htm) - M. V. Aranson «Pitanie dlya sportsmenov».
24. Biologicheskaya ximiya: uchebnoe posobie dlya vuzov [Tekst] / YU. B. Filippovich, N. I. Kovalevskaya [i dr.]; pod red. N. I. Kovalevskoy. – M.: Akademiya, 2005. – 254 s.
25. Gidranovich, V. I. Bioximiya [Tekst] / V. I. Gidranovich, A. V. Gidranovich. – M.: Tetrasistems, 2010. – 528 s.
26. Mixaylov, S. S. Sportivnaya bioximiya: uchebnyy dlya vuzov i kolledzhey fizicheskoy kultury [Tekst] / S. S. Mixaylov. – M.: Sovetskiy sport, 2004. – 219 s.
27. Dimitriev, A. D. Bioximiya [Tekst] / A. D. Dimitriev, E. D. Ambroseva. – M.: Dashkov i Ko, 2009. – 168 s.
28. Knorre, D. G. Biologicheskaya ximiya [Tekst] / D. G. Knorre, S. D. Myzina. – M.: Vysshaya shkola, 1998. – 479 s.
29. Chirkin, A. A. Bioximiya [Tekst] / A. A. Chirkin, E. O. Danchenko. – M.: Meditsinskaya literatura, 2010. – 608 s.
30. <http://www.distedu.ru> – elektronnyy uchebnyy po bioximii.
31. <http://www.xumuk.ru/biologhim> - sayt o ximii, est bolshoy razdel «Bioximiya».
32. Avdeeva, L. V. Bioximiya: Uchebnyy / L. V. Avdeeva, T. L. Aleynikova, L. E. Andrianova; Pod red. E. S. Severin. – M.: GEOTAR-MED, 2013. – 768 s.
33. Auerman, T. L. Osnovy bioximii: Uchebnoe posobie / T. L. Auerman, T. G. Generalova, G. M. Suslyanok. – M.: NITS INFRA-M, 2013. – 400 s.
34. Gidranovich, V. I. Bioximiya: Uchebnoe posobie / V. I. Gidranovich, A. V. Gidranovich. – Mn.: TetraSistems, 2012. – 528 s.
35. Dimitriev, A. D. Bioximiya: Uchebnoe posobie / A. D. Dimitriev, E. D. Ambroseva. – M.: Dashkov i K, 2013. – 168 s.
36. Ershov, YU. A. Obshchaya bioximiya i sport: Uchebnoe posobie / YU. A. Ershov. – M.: MGU, 2014. – 368 s.
37. Sportivnaya bioximiya s osnovami sportivnoy farmakologii L. V. Kapilevich [i dr.] uchebnoe posobie dlya studentov vuzov ; Nats. issled. Tom. politexn. un-t. Izdatelstvo Tomskogo politexnicheskogo universiteta, 2011.



38. Markov G.V., Romanov V.I., Gladkov V.N. Sistema vosstanovleniya i  
povysheniya fizicheskoy rabotosposobnosti v sporte vysshix dostizheniy  
M.: Sovetskiy sport, 2006 - 52 str.

## MUNDARIJA

<b>KIRISH</b> .....	3
<b>I BOB. BIOKIMYO FANI VA UNING JISMONIY TARBIYA VA SPORT MUTAHASSISLARI UCHUN AHAMIYATLITIRIK ORGANIZMLAR NING KIMYOVIY TARKIBI. SUV DISPERS SISTEMASI</b> .....	5
1.1. Biokimyo fani va uning jismoniy tarbiya va sport mutahassislari uchun ahamiyati.....	5
1. 2. Tirik organizmlarning elementlar tarkibi va biomolekulalarning tuzilishi va xossalari.....	6
1.3. Biorganik birikmalarning molekularini hosil bo'lishi.....	8
1.4.Biomolekulalarning tuzilishi va xossalari.....	9
1.5. Suvning xossalari va organizmning suv-dispers sistemalari.....	15
<b>II BOB.UGLEVODLAR: TUZILISHI, XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI</b> .....	27
2.1.Uglevodlarga umumiy xarakteristika.....	27
2.2. Uglevodlarning klassifikatsiyasi.....	29
2.3. Monosaxaridlar: tuzilishi, xossalari va biologik funksiyalari.....	31
2.4.Oligosaxaridlar: disaxaridlarning tuzilishi, xossalari va biologik funksiyalari.....	35
2.5.Polisaxaridlar: gomo- va geteropolisaxaridlarning tuzilishi va xossalari	38
<b>III BOB. LIPIDLAR: TUZILISHI XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI</b> .....	46
3.1.Lipidlarga umumiy xarakteristika.....	46
3.2. Lipidlarning klassifikatsiyasi.....	47
3.3. Moy kislotalar.....	51
3.4. Neytral moylar.....	52
3.5. Murakkab lipidlar.....	54
3.6.Fosfolipidlar.....	55
3.7. Sfingo - va glikolipidlar.....	57
3.8. Steroidlar.....	58
<b>IV BOB. OQSILLAR: TUZILISHI HOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI</b> .....	63
4.1. Oqsillarga umumiy xarakteristika.....	63
4.2. Oqsillarning biologik funksiyalari.....	64
4.3. Oqsillarning elementlar tarkibi.....	68
4.4.Aminokislotalar.....	69
4.5.Oqsil molekularining tuzilishi va strukturaviy tashkil topishi.....	72
4.6.Oqsillarning fizik-ximiyaviy xossalari.....	78



4.7. Oqsillarning klassifikatsiyasi.....	79
4.8. Oddiy oqsillar.....	80
4.9. Murakkab oqsillar.....	81
<b>VBOB.NUKLEIN KISLOTALAR: TUZILISHI, XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI</b> .....	86
5.1.Nuklein kislotalarning umumiy xarakteristkasi.....	86
5.2. Nuklein kislotalarning struktura komponentlari.....	88
5.3. DNK va RNK ning struktura tuzilishi.....	89
5.4. Nukleotidlarning moddalar va energiya almashinuvidagi ahamiyati.....	92
<b>VI BOB. FERMENTLAR</b> .....	97
6.1.Fermentlarga umumiy xarakteristika.....	97
6.2. Fermentativ reaksiyalarning kinetikasi.....	100
6.3. Fermentlarning tuzilishi va strukturasi.....	101
6.4. Fermentlarning ta'sir qilish mexanizmi.....	103
6.5.Fermentlarning klassifikatsiyasi.....	106
<b>VII BOB. VITAMINLAR</b> .....	111
7.1. Vitaminlarga umumiy xarakteristika.....	111
7.2. Vitaminlarning klassifikatsiyasi.....	111
7.3. Suvda va yogda eriydigan vitaminlar.....	112
7.4. Vitaminlarning kofermentlik funksiyasi.....	123
<b>VIII BOB.GORMONLAR: TUZILISHI HOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI</b> .....	127
8.1. Gormonlarga umumiy xarakteristika.....	127
8.2. Gormonlarning klassifikatsiyasi.....	129
8.3. Peptid tabiatdagi oqsili gormonlar.....	134
8.4. Steroid gormonlari.....	135
<b>IX BOB.MODDALAR ALMASHINUVINING UMUMIY QONUNIYAT LARI</b> .....	141
9.1. Organizmda moddalar almashinuvi haqida umumiy tushuncha.....	141
9.2. Assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlari.....	142
9.3.Moddalar almashinuvining asosiy turlari.....	144
9.4.Moddalar va energiya almashinuvining hujayra strukturalari bilan bog'liqligi.....	145
<b>X BOB.BIOENERGETIKA</b> .....	147
10.1. Biologik oksidlanish va energiya almashinuvi haqida umumiy tushuncha.....	147
10.2. Organizmda oksidlanish reaksiyasining turlari.....	148
10.3. Nafas olish zanjirida elektron va protonlarning tashilishi.....	149
10.4.Substratli va oksidlanishli fosforlanish.....	151
10.5. Energiya almashinuvida ATFning ahamiyati.....	154

<b>XI BOB. UGLEVODLARNING ALMASHINUVI.....</b>	<b>160</b>
11.1. Uglevodlarning almashinuvi haqida umumiy tushuncha.....	160
11.2. Uglevodlarning fermentativ parchalanishi.....	164
11.3. Glyukozadan glikogenning sintezlanishi (glikogenez).....	165
11.4. Uglevodlarning anaerob parchalanishi (glikoliz).....	167
11.5. Glikogenoliz (glikogenning fosforilizi).....	168
11.6. Uglevodlarning aerob parchalanishi.....	171
11.7. Uglevodlarning pentoza siklida oksidlanishi.....	173
11.8. Glyukoneogenez.....	175
<b>XII BOB. LIPIDLAR ALMASHINUVI.....</b>	<b>180</b>
12.1. Lipidlarning fermentativ parchalanishi.....	180
12.2. Lipidlarning oraliq almashinuvi.....	182
12.3. Lipoliz.....	185
12.4. Glitserinning oksidlanishi.....	186
12.5. Yog <sup>+</sup> kislotalarining $\beta$ -oksidlanishi va jarayonning energetik samaradorligi.....	186
12.6. Keton tanacha va xolesterini sintezi.....	189
12.7. Neytral yog'lar va fosfolipidlarning biosintezi.....	190
<b>XIII BOB. OQSILLARNING ALMASHINUVI VA NUKLEIN KISLOTALAR.....</b>	<b>197</b>
13.1. Oqsillarning almashinuviga umumiy tushuncha.....	197
13.2. Oqsillarning fermentativ parchalanishi.....	199
13.3. Ichak mikroflorasi ta'sirida oqsillarning parchalanishi.....	200
13.4. Oqsillarning biosintezi.....	202
13.5. Hujayrada aminokislotalarning almashinuvi.....	208
13.6. Ammiakning zararsizlantirilishi. Ornitin sikli.....	211
13.7. Nuklein kislotalar – DNK va RNKlarning sintezi.....	214
13.8. Nuklein kislotalarning almashinuvi.....	217
<b>XIV BOB. MUSKUL VA MUSKULNING QISQARISH BOKIMYOSI.....</b>	<b>222</b>
14.1. Muskullarning tuzilishi.....	222
14.2. Muskel tolasining strukturasi va funksiyalari.....	228
14.3. Muskullarning kimyoviy tarkibi.....	231
14.4. Miofibrilla oqsillarining struktura tuzilishi va hususiyatlari.....	233
14.5. Muskel qisqarishining mexanizmi.....	234
<b>XV BOB. MUSKUL ISH FAOLIYATIDAGI BIOENERGETIK JARAYONLAR.....</b>	<b>242</b>
15.1. Muskel ishi uchun energiya manbalari.....	242



15.2. ATF resintezining anaerob va aerob yo'llari.....	244
15.3. Kreatinkinaza reaksiyasida ATFning resintezi.....	245
15.4. Glikoliz jarayonida ATFning resintezi.....	247
15.5. Miokinaza reaksiyasida ATFning resintezi.....	251
15.6. Aerob jarayonda ATFning resintezi.....	252
15.7. Har xil quvvatli va davomiy mashqlarda ATF resintezining anaerob va aerob jarayonlarini nisbatlari.....	254
15.8. Energiya tizimlari va yugurish tezligi.....	255
<b>XVI.BOB.MUSKUL ISH FAOLIYATIDA ORGANIZMDAGI</b>	
<b>BIOKIMYOVIY O'ZGARISHLARNING DINAMIKASI.....</b>	
16.1.Muskul ishida biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi.....	260
16.2.Muskul ish faoliyatida organizmning energetik resurslarini jalb qilinishi	262
16.3.Muskul ish faoliyatida kislorodni tashilishi va iste'mol qilinishi.....	264
16.4.Muskul ishi vaqtida kislorod qarzini hosil bo'lishi.....	266
16.5.Muskul ishi vaqtida turli organ va to'qimalardagi biokimyoviy o'zgarishlar.....	267
16.6.Muskul ishi faoliyatidagi biokimyoviy jarayonlarning ko'rsatkichlari.....	268
16.7.Ish paytidagi biokimyoviy o'zgarishlarning xarakteri bo'yicha mashqlarni tizimga solish.....	269
<b>XVII BOB. ORGANIZMNING TOLIQISHI VA MUSKUL ISHIDAN SO'NG DAM OLISH DAVRIDA SODIR BO'LADIGAN BIOKIMYOVIY O'ZGARISHLAR.....</b>	
17.1.Charchash mexanizmlari.....	275
17.2.Toliqish davridagi biokimyoviy o'zgarishlar.....	275
17.3.Muskul ishidan so'ng dam olish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar.....	278
17.4.Mushak to'qimalarining tiklanishi.....	281
<b>XVIII BOB. SPORTCHILAR ISH QOBILIYATIDAGI BIOKIMYOVIY OMILLAR.....</b>	
18.1.Sport ish qobiliyatining biokimyoviy omillari.....	287
18.2.Anaerob va aerob ish qobiliyatlarining ko'rsatkichlaridagi farqlar.....	289
18.3.Sport ish qobiliyatining spisifiligi.....	291
18.4.Sportchilarning ish qobiliyatiga mashqlanishning ta'siri.....	292
18.5.Sportchilarning ish qobiliyatiga yosh xususiyatlarning ta'siri.....	293
<b>XIX BOB.SPORTCHILARNING TEZKORLIK-KUCHLILIK SIFATLARINING BIOXIMIYAVIY ASOSLARI VA ULARNI RIVOJLANTIRISH USULLARI.....</b>	
19.1.Tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari.....	302

19.2.Chidamkorlikning biokimyoviy omillari.....	305
19.3.Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik va chidamkorlik sifatlarini rivojlantirish uslublari.....	310
19.4.Mashqlanish va o'ta mashqlanish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar.....	315
<b>XX BOB. SPORT MASHQLANISH JARAYONIDAGI BOKIMYOVIY MOSLASHISHNING QONUNIYATLARI.....</b>	<b>319</b>
20.1.Muskul faoliyatida organizmning adaptatsiyasi haqida umumiy tushuncha.....	319
20.2.Mashqlanish, jismoniy yuklama, adaptatsiya va mashqlanish samarasi.....	319
20.3.Mashqlanishning biologik tamoyillari.....	322
20.4.Mashqlangan organizmning biokimyoviy tavsifi.....	324
<b>XXI BOB.SPORTCHILARNING OVQATLANISHINI BOKIMYOVIY ASOSLARI.....</b>	<b>331</b>
21.1.Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishning biokimyoviy omillari.....	331
21.2.Sportchilarning ovqatlanishini ba'zi bir hususiyatlari.....	331
21.3.Ovqatlanish omillari yordamida sportchilarning ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarining tezlashtirishning biokimyoviy yo'llari.....	339



- Ziyamuxamedova - O'zDJTSU Sport tibbiyoti va biohimiya kafedra dotsenti,  
Sabohat Abdullaevna biologiya fanlari nomzodi.  
Shukurova - O'zDJTSU Anatomiya va fiziologiya kafedra  
Sayyora Sagdullaevna dotsenti, texnika fanlari nomzodi.  
Adilbekov - O'zMU Biologiya fakulteti, "Odam va hayvonlar  
ToxirTo'xtaevich fiziologiyasi kafedra dotsenti, biologiya fanlari nomzodi,

### «Bioximiya va sport bioximiyasi».

O'quv qo'llanma

UDK.577.1.196 (0.75)  
KBK.28.072я73

Bosishga ruxsat etildi 4.03.2021.

Qog'oz bichimi 60x80 1/16. Times garniturası. Ofset bosma.  
Ofset qog'ozı. Shartlı bosma tabog'i 19,8. Hisob nashr varag'i 19,6.

Adadi 50 nusxa.

O'zbekiston davlat jismoniy tarbiya va sport universiteti  
111709 Chirchiq shahri, Sportchilar ko'chasi, 19-uy.

