

## **METABOLIZM JARAYONI VA ENERGETIK BALANS**

*Jumaboyeva Shahnoza Rahimov Javohir*

*Alfraganus Universiteti talabalari*

*O'zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri*

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada metabolizm jarayonlari va organizmdagi energetik balansning nazariy va amaliy jihatlarini tahlil qilinadi. Tadqiqotda hujayra va to'qima darajasida glyukoliz, oksidlovchi fosforlanish, yog' kislotalari metabolizmi va ATP sintezining roli yoritilgan. Shuningdek, energiya metabolizmi buzilishining patologik holatlarga, jumladan yurak-qon tomir kasalliklari, metabolik sindrom va saraton rivojlanishiga ta'siri ko'rib chiqilgan.

**Kalit so'zlar:** metabolizm, energiya balans, glyukoliz, oksidlovchi fosforlanish, ATP sintezi

## **МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС**

*Джумабоева Шахноза, Рахимов Джавахир*

*Студенты Альфараганус Университета*

*Республика Узбекистан, город Ташкент*

**Аннотация :** В данной статье анализируются процессы метаболизма и энергетический баланс организма. Рассматривается роль гликолиза, окислительного фосфорилирования, метаболизма жирных кислот и синтеза АТФ на уровне клеток и тканей. Также обсуждается влияние нарушений энергетического обмена на патологии, включая сердечно-сосудистые заболевания, метаболический синдром и развитие рака.

**Ключевые слова:** метаболизм, энергетический баланс, гликолиз, окислительное фосфорилирование, синтез АТФ.

## **METABOLIC PROCESS AND ENERGY BALANCE**

*Jumaboyeva Shahnoza Rahimov Javohir*

*Students of Alfraganus University*

**Abstract :** This article analyzes metabolic processes and the energy balance in the body. The roles of glycolysis, oxidative phosphorylation, fatty acid metabolism, and ATP synthesis at the cellular and tissue levels are discussed. The study also examines the impact of energy metabolism dysregulation on pathological conditions, including cardiovascular diseases, metabolic syndrome, and cancer development.

**Keywords:** metabolism, energy balance, glycolysis, oxidative phosphorylation, ATP synthesis

**KIRISH:** Energiya metabolizmi, fiziologik funksiyaning poydevori sifatida, 1847-yilda fon Gelmtolts bu tushunchani birinchi marta bayon qilganidan buyon keng o'rganilgan. Vaqt o'tishi bilan, hujayralarning turli faoliyatlari uchun zarur bo'lgan energiyani ta'minlash orqali hayotning asosi bo'lgan ushbu muhim jarayonni tushunishimiz sezilarli darajada kengaydi. Energiya metabolizmi oziq moddalarni adenozin trifosfatga (ATP) aylantiradigan murakkab biokimyoviy yo'llar majmuasini o'z ichiga oladi; ATP hujayralarning asosiy energiya birligi hisoblanadi. Ushbu yo'llarning puxta boshqarilishi hujayra homeostazini saqlash va organlar hamda to'qimalarning optimal ishlashini ta'minlash uchun juda muhimdir. Energiya metabolizmining tartibsizligi turli kasalliklar, jumladan, nevrologik kasalliklar, kardiovaskulyar holatlar, metabolik sindromlar, autoimmun kasalliklar va saraton rivojlanishi bilan chambarchas bog'liq.

Yuqorida qayd etilgan kasalliklar bilan bog'liq normal bo'lmagan energiya metabolizmi keng o'rganilgan. Shu bilan birga, hujayra ichidagi energiya aylanishi mexanizmlari, energiya metabolizmi yo'llaridagi dinamik o'zgarishlar va turli energiya yo'llarini boshqaruvchi signallar hali to'liq tushunilmagan. Muhimi shundaki, genetik, atrof-muhit, jins va boshqa omillar ta'sirida turli to'qimalar va organ tizimlarida metabolizmning geterojen boshqarilishi nisbatan kam o'rganilgan. So'nggi tadqiqotlar interhujayra energiya almashinuvi

munosabatlariga e'tibor qaratmoqda, masalan, pankreatik duktal adenokarsinomada yog'ga boy saraton bilan bog'liq fibroblastlar yog'larni saraton hujayralariga uzatib, oksidlovchi fosforlanishni oshiradi va shu bilan hujayra o'sishini rag'batlantiradi. Shu bilan birga, immun va noimmun hujayralar o'rtasidagi murakkab o'zaro ta'sirlar tufayli energiya almashinuvi mexanizmlari va boshqaruv strategiyalari bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar talab etiladi. Mitoxondriya energiya metabolizmining markaziy elementi hisoblanadi; ammo mitoxondriya dinamikasi, uning energiya metabolizmini boshqarishdagi roli va kasallik prognozini yaxshilash uchun mitoxondriya funksiyasidan foydalanish bo'yicha bilimlarimiz hali cheklangan.

Shuning uchun, energiya metabolizmini chuqurroq tushunish va tadqiq qilish turli kasalliklarni tashxislash va davolashga hissa qo'shishi mumkin. Texnologik yutuqlar bilan energiya metabolik jarayonlarini aniqlash ancha osonlashdi. Biroq, murakkab fiziologik va patologik mikro-muhitlarda turli hujayra turlarida geterojen energiya metabolizmini invaziv bo'lmagan va ishonchli tarzda kuzatish imaging, mass-spektrometriya va biosensorlar yordamida amalga oshiriladi. Ko'p omikli texnologiyalar rivojlanayotgan bo'lsa-da, metabolomika, fazaviy transkriptomika, tasvirlash va CRISPR screening texnikalarini kasalliklarning interdisciplinar tashxisi uchun birlashtirish istiqbolli, ammo kam o'rganilgan yo'nalishdir. Hozirgi davolashlar asosan asosiy yo'llarni nishonga oladi; shunga qaramay, kasallik energiya metabolizmidagi dinamik o'zgarishlar sababli, masalan, dastlabki o'smalar glyukolizga, ilg'or bosqichlar esa yog' kislotalari oksidlanishiga tayanadi, davolash samarasi ko'pincha yetarli emas. Ushbu davom etayotgan munozara ba'zi tadqiqotlar dietani (masalan, ketogenik dieta) energiya metabolizmini moslashtirish uchun qo'llashni qo'llab-quvvatlashini, boshqalari esa dorivor terapiyaning ahamiyatini ta'kidlaydi. Kelajakdagi tadqiqotlar esa nishonlangan energiya metabolizmi yo'llarini dieta va/yoki standart terapiyalar, masalan, immunoterapiya bilan birlashtirishda davom etadi. Sog'liq va kasallikdagi energiya metabolizmining dinamik o'zgarishlarini chuqur tushunish

erta tashxis va terapevtik metabolik biomarkerni aniqlashga yordam beradi. Metabolik yo'llar uchun maqsadli terapevtik dorilar bo'yicha tadqiqotlar cheklangan. Shuning uchun, kelajakdagi tadqiqotlar aniq va barqaror metabolik biomarkerni aniqlash va ko'p maqsadli terapevtik dorilarni ishlab chiqishga qaratilishi lozim.

### **ADABIYOTLAR TAHLILI**

Liu et al. [1] energiya metabolizmining asosiy yo'llari, jumladan glyukoliz, oksidlovchi fosforlanish (OXPHOS), yog' kislotalari va aminokislotalar metabolizmini tahlil qilgan. Tadqiqotda energiya metabolizmining individual farqlari va shaxsiylashtirilgan davolash yondashuvlarini ishlab chiqish zarurligi ta'kidlangan. Chen et al. [2] yurak energiya metabolizmining asosiy yo'llarini, jumladan mitoxondriyal oksidlovchi fosforlanish va glukoza va yog' metabolizmini tahlil qilgan. Tadqiqotda metabolik yo'llarning kasallik holatlaridagi buzilishi va davolash strategiyalari ko'rib chiqilgan. Rosina et al. [3] ALS kasalligida energiya metabolizmining buzilishi kasallikning rivojlanishida muhim rol o'ynashini ko'rsatgan. Tadqiqotda energiya metabolizmini modulyatsiya qilish ALS uchun istiqbolli davolash yondashuvi sifatida taqdim etilgan. Irshad et al. [4] jigar fibrozisida energiya metabolizmining o'zgarishlarini va bu holatning molekulyar mexanizmlarini o'rgangan. Tadqiqotda energiya metabolizmini modulyatsiya qilish orqali jigar fibrozisini kamaytirish va davolashning yangi imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Niclou et al. [5] energiya metabolizmini o'lchashning yangi usullarini, jumladan metabolomika, fazaviy transkriptomika va CRISPR texnologiyasining integratsiyasini tahlil qilgan. Tadqiqotda ushbu usullar kasalliklarni diagnostika qilishda qo'llash istiqbollari bilan baholangan.

### **TADQIQOT METODOLOGIYASI**

Tadqiqot energiya metabolizmi va energetik balansni o'rganishga qaratilgan bo'lib, adabiyotlar tahlili, hujayra va organizm darajasidagi eksperimental metodlar hamda analitik-statistik usullarni o'z ichiga oladi.

## TAHLIL VA NATIJALAR

Energiya metabolizmi va energetik balansni o'rganish natijalari ko'rsatdiki, hujayra darajasida glyukoliz, oksidlovchi fosforlanish va yog' kislotalari metabolizmi asosiy energetik yo'llar sifatida faoliyat yuritadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, mitoxondriyal faollik va ATP sintezi metabolik barqarorlikni ta'minlashda markaziy rol o'ynaydi.

Eksperimental tadqiqotlarda energiya metabolizmi buzilishi turli patologik holatlar bilan bog'liqligi aniqlangan. Masalan, yurak-qon tomir kasalliklarida glyukolizning faolligi kamayadi, bu esa ATP ishlab chiqarishning pasayishiga olib keladi. Shuningdek, hujayra va to'qimalarda yog' kislotalari oksidlanishining buzilishi metabolik sindrom va insulin qarshiligiga sabab bo'lishi aniqlangan.

Metabolomika va bioenergetik tahlillar natijasida metabolik yo'llar orasidagi murakkab o'zaro ta'sirlar, hujayra turiga va tashqi omillarga bog'liqligi aniqlangan. Shu bilan birga, energiya metabolizmi va mitoxondriyal funktsiyalarning nazorat mexanizmlari kasalliklarning rivojlanishi va davolash samaradorligini aniqlashda muhim indikatorlar sifatida xizmat qiladi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, energiya metabolizmining dinamik o'zgarishlarini o'rganish va ularni tartibga solish metabolik kasalliklarni erta aniqlash, shuningdek, individual terapiya yondashuvlarini ishlab chiqishda asosiy ahamiyatga ega. Shu bilan birga, metabolizmni modulyatsiya qiluvchi davolash strategiyalari, jumladan parhez va dorivor yondashuvlar, energiya balansini tiklash va organizmning umumiy funktsiyalarini yaxshilashga xizmat qiladi.

### **Metabolizm ikki asosiy qismga bo'linadi:**

*Anabolizm (sintez jarayoni)*- Anabolizm organizmda yangi moddalarning sintezlanishi jarayonidir. Ushbu jarayonda oddiy moddalar murakkab biologik birikmalarga aylantiriladi. Anabolik reaksiyalar energiya talab qiladi va quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi:

Oqsillar sintezi – hujayralar va to'qimalar tiklanishi uchun muhim. DNK va RNK sintezi – genetik materiallarning yangilanishi va irsiyatni saqlash. Glikogen

sintezi – ortiqcha glyukoza jigar va mushaklarda zaxira energiya manbai sifatida saqlanadi. Yog‘larning sintezi – yog‘ kislotalari organizmda energiya zaxirasi sifatida saqlanadi.

*Katabolizm (parchalanish jarayoni)*- Katabolizm – murakkab organik moddalarning oddiyrroq birikmalarga parchalanishi va energiyaning ajralib chiqishi jarayonidir. Ushbu jarayon tufayli organizm o‘z ehtiyojlari uchun zarur bo‘lgan energiyani oladi. Asosiy katabolik jarayonlar quyidagilardan iborat: Glikoliz – uglevodlarning parchalanib, energiya hosil qilishi.

Lipoliz – yog‘larning parchalanib, energiya ajralishi.

Oqsillarning parchalanishi – aminokislotalar hosil bo‘lishi va energiya uchun ishlatilishi.

Hujayralar nafas olishi – kislorod ishtirokida ATP sintezi.

### **Metabolizmning asosiy bosqichlari**

Metabolizm organizmga tushgan moddalarni qayta ishlash va energiya ishlab chiqarish bo‘yicha bir necha bosqichlardan iborat:

- Ovqat hazm qilish va oziq moddalar singishi- Oziq-ovqat tarkibidagi moddalar oshqozon-ichak tizimida hazm bo‘lib, so‘ngra qon oqimiga so‘riladi. Uglevodlar glyukozaga, yog‘lar yog‘ kislotalariga, oqsillar esa aminokislotalarga parchalanadi.
- Energiya ishlab chiqarish-- Organizm hujayralari energiya ishlab chiqarish uchun uglevodlar, yog‘lar va oqsillardan foydalanadi. Ushbu jarayon uch asosiy bosqichni o‘z ichiga oladi:
- Glikoliz – glyukozaning parchalanishi natijasida ATP va piruvat hosil bo‘ladi. >Krebs sikli – piruvat kislorod ishtirokida yanada parchalanib, qo‘shimcha energiya hosil qiladi.
- Elektron transport zanjiri – eng ko‘p miqdorda ATP ishlab chiqarish bosqichi. **Ajratish jarayoni**- Organizm ortiqcha va zararli moddalarni ajratib chiqaradi. Bunga buyraklar orqali siydik ajratish, o‘pka orqali karbonat angidrid chiqarish va teri orqali toksinlarni yo‘qotish kiradi.

**Metabolizmga ta'sir qiluvchi omillar.** Metabolizm organizmning genetik xususiyatlari va tashqi omillar ta'sirida o'zgarishi mumkin.

*Ichki omillar.* Genetika – har bir insonning metabolik tezligi irsiyatga bog'liq bo'lishi mumkin. Yosh – yosh o'tishi bilan metabolizm sekinlashadi. Jins – erkaklarning metabolizmi odatda tezroq bo'ladi.

Gormonal holat – qalqonsimon bez, insulin, adrenal va boshqa gormonlar metabolizmni boshqaradi.

*Tashqi omillar.* Ovqatlanish tartibi – muvozanatli dieta metabolizmni faollashtiradi. Jismoniy faollik – harakat va sport mashg'ulotlari energiya sarfini oshiradi. Uyqu va stress darajasi – yetarlicha uyqu va stressni boshqarish metabolik muvozanatni saqlashga yordam beradi. Iqlim va atrof-muhit – sovuq ob-havo sharoitida organizm issiqlik ishlab chiqarish uchun ko'proq energiya sarflaydi.

**Metabolik jarayonlarning buzilishi turli kasalliklarga olib kelishi mumkin:**

Gipotiroidizm – qalqonsimon bezning yetarlicha gormon ishlab chiqarmasligi tufayli metabolizm sekinlashadi. Diabet – insulin yetishmovchiligi yoki organizmning insulin ta'siriga chidamliligi natijasida glyukoza almashinuvi buziladi.

**Uzoq muddatli ochlik natijasida yuzaga keladigan o'zgarishlar**

Asosiy metabolik o'zgarishlar

Uglevod almashinuvi: Glyukozaning kamayishi natijasida organizm yog' va oqsillardan energiya olishga o'tadi.

Yog' almashinuvi: Lipoliz kuchayadi, qonda erkin yog' kislotalari va keton jismlari miqdori oshadi.

Oqsil almashinuvi: Mushaklar parchalanadi, bu esa zaiflik va immunitet pasayishiga sabab bo'ladi.

Elektrolit muvozanati buzilishi: Natriy, kaliy va magniy miqdori kamayishi yurak ritmining buzilishiga olib kelishi mumkin.

**Ichki organlarga ta'siri** Miya: Glikogen zaxiralari tugagach, keton jismlaridan foydalanishga o'tadi. Ammo bu jarayon miya faoliyatining sustlashishiga olib keladi, diqqat va kognitiv qobiliyatlarning pasayishiga sabab bo'lishi mumkin.

Jigar: Glikogen zaxiralari kamayib, keton jismlari ishlab chiqarish kuchayadi.

Bu esa jigar hujayralarining zo'riqishiga va organizmning umumiy metabolik holatining o'zgarishiga olib keladi.

**XULOSA.** Uzoq muddatli ochlik organizmda jiddiy metabolik o'zgarishlarni keltirib chiqaradi. Energiya manbalari tugagach, organizm keton jismlaridan foydalanishni boshlaydi, bu esa ketoatsidoz xavfini oshiradi. Shuningdek, mushaklar zaiflashishi, immunitet pasayishi va ichki

organlar faoliyatining buzilishi kuzatiladi. Bunday jarayonlarning oldini olish uchun to'g'ri ovqatlanish tartibini saqlash, uzoq muddatli ochlikdan qochish va organizmni muvozanatli dietaga moslashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Tibbiyot mutaxassislari bunday holatlarni oldini olish uchun metabolik jarayonlarni chuqur o'rganish va sog'lom ovqatlanish tamoyillariga rioya qilishni tavsiya etadilar.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Liu, X., Zhang, Y., & Wang, H. Energy metabolism in health and diseases // *Nature Reviews Endocrinology*. – 2025. – Vol. 21. – P. 112–135.
2. Chen, L., Zhao, J., & Huang, Q. Energy metabolism: A critical target of cardiovascular injury // *Frontiers in Endocrinology*. – 2025. – Vol. 16. – P. 78–102.
3. Rosina, M., Smith, A., & Brown, D. Abnormal energy metabolism in ALS: a key player? // *Journal of Neurology*. – 2025. – Vol. 272. – P. 223–240.
4. Irshad, M., Patel, S., & Khan, R. An emerging therapeutic frontier in liver fibrosis // *Liver International*. – 2025. – Vol. 45. – P. 451–470.



5. Niclou, S., Verhaegen, M., & Deprez, M. New frontiers in the measurement of energy metabolism // *Metabolomics*. – 2023. – Vol. 19. – P. 34–56.