

VITAMINLAR VA MINERAL MODDALARNING BIOKIMYOVIY AHAMIYATI

Bakirov Juma Ashurovich

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti
kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori, dots. v.b.

Email: juma_bakirov@tues.uz

<https://orcid.org/0009-0009-2534-0072>

Annotatsiya: Vitaminlar va mineral moddalar inson organizmida energiya bermaydigan, ammo energiya almashinuvi, plastik jarayonlar, antioksidant himoya, gormonal boshqaruv va immun-metabolik barqarorlikni ta'minlaydigan hayotiy muhim mikronutrientlardir. Maqolada vitaminlarning yog'da va suvda eriydigan guruhlari, makro- va mikroelementlarning biokimyoviy funksiyalari, o'zaro sinergiya va antagonizmlari hamda oziq-ovqat matritsasi va texnologik ishlovning mikronutrientlar biomavjudligiga ta'siri tizimli bayon etiladi. Shuningdek, mikronutrient tanqisligi va ortiqchaligi bilan bog'liq metabolik xavflar, biomarkerlar asosida laborator baholashning amaliy jihatlari muhokama qilinadi. Tadqiqot nuqtai nazaridan mikronutrientlarni "ferment-signal-to'qima" integrativ to'ri sifatida ko'rish, ratsionni ilmiy asosda optimallashtirish va funksional oziq-ovqat strategiyalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: vitaminlar, mineral moddalar, koferment, kofaktor, antioksidant tizim, biomavjudlik, gomeostaz, mikroelementlar, gipovitaminoz, metabolik regulyatsiya.

KIRISH

Zamonaviy nutritsiologiya va tibbiy biokimyoda mikronutrientlar masalasi faqat "qo'shimcha moddalar" sifatida emas, balki metabolizm arxitekturasini ushlab turuvchi regulyatorlar sifatida talqin etiladi. Oqsil, yog' va uglevodlar organizmga energiya va qurilish substratini bersa, vitaminlar hamda mineral moddalar ana shu substratlarning to'g'ri parchalanishi, sintezi, tashilishi va hujayra-organ darajasida muvofiqlashuvini ta'minlaydi. Biokimyoviy nuqtai nazardan ko'plab vitaminlar koferment shaklida reaksiyalarning yo'nalishi va tezligini belgilaydi, minerallar esa fermentlarning struktur komponenti (Zn, Fe, Cu, Mn), signal ioni (Ca^{2+}), osmotik va membrana potentsiali regulyatori (Na^+ , K^+ , Cl^-) yoki gormon sintezi substrati (I) vazifasini bajaradi. Shu bois vitamin-mineral balansi buzilishi biokimyoviy

zanjirlarning “kalit halqasi” uzilishiga olib kelib, klinik jihatdan aniq sindromlardan tortib to subklinik metabolik siljishlargacha namoyon bo‘lishi mumkin. Bugungi oziqlanish modelida rafinadlangan mahsulotlar ulushining ortishi, mavsumiylik, texnologik ishlovning kuchayishi va individual ehtiyojlar mikronutrientlar ta‘minlanganligini baholashni ilmiy asosda qayta ko‘rib chiqishni talab qiladi. Maqolaning maqsadi - vitaminlar va mineral moddalarning asosiy biokimyoviy funksiyalarini, o‘zaro ta‘sir qonunliyatlarini hamda oziq-ovqat tarkibidagi biomavjudlik omillarini professorlik darajasida umumlashtirish, shu orqali ratsionni optimallashtirish va ta‘lim-amaliyotda qo‘llash mumkin bo‘lgan ilmiy xulosalarni bayon etishdan iborat.

ASOSIY QISM.

Ko‘pchilik suvda eruvchan vitaminlar (B-gurūh) fermentlar uchun koferment/prekursor hisoblanadi. Masalan, tiamin (B1) piruvat degidrogenaza va alfa-ketoglutarat degidrogenaza komplekslarida dekarboksillanish reaksiyalarini ta‘minlab, aerob energiya hosil bo‘lishiga xizmat qiladi. Riboflavin (B2) FMN/FAD tarkibida elektron tashish zanjirlari va degidrogenazalar faoliyatida ishtirok etadi.

Niatsin (B3) NAD⁺/NADP⁺ shaklida redoks almashinuvning markaziy kofermentidir. Folat (B9) va kobalamin (B12) bir uglerodli fragmentlar almashinuvda ishtirok etib, 2 DNK sintezi va metillanish jarayonlari uchun muhim, ular yetishmovchiligi megaloblast anemiyasi va neyrologik buzilishlar bilan bog‘liq. Askorbin kislotasi (C vitamini) kollagen sintezida prolil/lizil gidroksilazalar uchun reduktor sifatida xizmat qiladi va temirning so‘rilishini oshiradi.

Yog‘da eruvchan vitaminlar regulyator funksiyasi bilan ajralib turadi. A vitamini (retinoidlar) hujayra differentsiatsiyasi va epiteliy to‘qimasi barqarorligiga ta‘sir qilib, ko‘rish siklida (rodopsin) ishtirok etadi. D vitamini (kalsitriol) yadroviy retseptorlar orqali gen ekspressiyasini o‘zgartirib, kalsiy-fosfor gomeostazini boshqaradi. E vitamini (tokoferollar) membrana lipidlarining peroksidlanishini to‘xtatuvchi zanjir-uzuvchi antioksidant hisoblanadi. K vitamini qon ivish faktorlari va osteokalsin kabi Gla-oqsillarning gamma-karboksillanishida zarur.

Oksidlanish-tiklanish muvozanati (redox homeostasis) hujayra signalizatsiyasi va membrane barqarorligi uchun muhim. Antioksidant himoya ko‘pkomponentli bo‘lib, fermentativ (superoksiddismutaza, katalaza, glutationperoksidaza) va nofermentativ (E, C vitaminlari, karotinoidlar, glutation) zvenolardan tashkil topadi.

Minerallar bu yerda hal qiluvchi ahamiyatga ega: Zn, Cu, Mn superoksiddismutaza izoformalarida, Se glutationperoksidaza va tioredoksin reduktazada, Fe katalaza va peroksidazalarda kofaktor vazifasini bajaradi. Shu sababli

antioksidant statusni faqat vitaminlar bilan emas, mikroelementlar bilan ham kompleks baholash maqsadga muvofiq.

Kalsiy va fosfor suyak to'qimasi mineral qismining asosini tashkil etadi, Ca^{2+} shuningdek ikkinchi xabarchi sifatida mushak qisqarishi, sekresiya va neyron uzatishda ishtirok etadi. Magniy ATP bilan kompleks hosil qilib, ko'plab kinazalar va ATPaza reaksiyalarining majburiy komponenti hisoblanadi. Temir gemoglobin/mioglobinda kislorod tashishdan tashqari, sitoxromlar va reduktazalar tarkibida mitoxondrial energiya almashinuvini ta'minlaydi. Yod tireoid gormonlari (T3, T4) sintezi uchun zarur bo'lib, bazal metabolizm tezligi va o'sish-rivojlanishga ta'sir qiladi. sink yuzlab fermentlar (dehidrogenazalar, DNK/RNK-polimerazalar) va transkripsiya faktorlari faoliyatida ishtirok etadi, immunitet, teri va yara bitish jarayonlarida muhim. Selen antioksidant va tireoid gormonlar almashinuvi bilan bog'liq selenoproteinlar uchun zarur.

Temir tanqisligi ferritin pasayishi, transferrin saturatsiyasining kamayishi va eritropoezning cheklanishi bilan xarakterlanadi, klinik jihatdan kamqonlik, charchoq, kognitiv pasayish bilan namoyon bo'ladi. Yod tanqisligi tireoid gormonlar sintezining susayishiga olib kelib, bolalarda neyrorivojlanish kechikishi xavfini oshiradi. D vitamini defitsiti Ca/P metabolizmi buzilishi va suyak mineral zichligi pasayishiga sabab bo'lishi mumkin.

Ortiqcha qabul qilish ham xavfli. A vitaminining yuqori dozalari gepatotoksiklik va teratogenlik, D vitaminining ortiqchasi giperkalsiemiya va nefrokalsinoz, temirning nazoratsiz qo'shimcha qabul qilinishi oksidativ stresni kuchaytirishi mumkin. Shuning uchun profilaktikada xavf guruhini aniqlash, dozalashni individuallashtirish va biomarkerlar orqali nazorat muhim.

Demak, vitaminlarning biokimyoviy mohiyatini ochish uchun avvalo ularning funksional klassifikatsiyasi muhim:

- 1) koferment/kofaktor vazifasini bajaruvchilar,
- 2) antioksidant va membrana himoyasida qatnashuvchilar,
- 3) gormonsimer/gen ekspressiyasi regulyatorlari,
- 4) maxsus to'qima funksiyalarini qo'llab-quvvatlovchilar. Yog'da eriydigan vitaminlar (A, D, E, K)ning umumiy biokimyoviy xususiyati - lipid matritsada tashilishi, jigarda/yog' to'qimasida zaxiralanishi va ortiqcha qabul qilinganda toksik potensialning nisbatan yuqoriligidir. Masalan, A vitamini retinoidlar orqali epiteliy differentsiatsiyasi va transkripsiya regulyatsiyasida ishtirok etadi, uning tanqisligida epiteliy barerining zaiflashishi va ko'rish siklida siljishlar kuzatiladi. D vitamini esa klassik "vitamin"dan ko'ra steroidga o'xshash progormon bo'lib, 25(OH)D va

1,25(OH)₂D (kalsitriol) shakllarida kalsiy-fosfor gomeostazini, osteoblast-osteoklast muvozanatini va ayrim immun-metabolik signallarni boshqaradi. Ye vitamini (tokoferollar) lipid peroksidatsiyasini to'xtatuvchi "zanjir uzuvchi" antioksidant sifatida membranalarni saqlaydi, uning ta'siri selenga bog'liq glutationperoksidaza tizimi bilan funksional uyg'unlikda namoyon bo'ladi. K vitamini γ-karboksillash reaksiyalari uchun zarur bo'lib, qon ivishi omillari hamda suyak matritsasi oqsillarining (osteokalsin) faol shaklga o'tishida ishtirok etadi.

Suvda eriydigan vitaminlar (S va B-gruppa) ko'proq metabolik reaksiyalarning "ishga tushiruvchi kaliti" hisoblanadi va organizmda katta zaxiralar hosil qilmasligi sababli muntazam tushum talab etiladi. B₁ (tiamin) TPP ko'rinishida piruvatdegidrogenaza, α-ketoglutaratdegidrogenaza va transketolaza reaksiyalarida qatnashib, uglevod almashinuvi va pentozofosfat yo'lining uzviy qismi bo'ladi. B₂ (riboflavin) FMN/FAD orqali oksidlanish-qaytarilish zanjirlarini, B₃ (niatsin) esa NAD⁺/NADP⁺ orqali glikoliz, sTK, β-oksidlanish va biosintez reaksiyalarini ta'minlaydi. B₅ (pantotenat) koenzim A tarkibiga kiradi, demak, asetillanish, lipid almashinuvi va energiya generatsiyasining markazida turadi. B₆ (piridoksalfosfat) aminokislotalar transaminlanishi/dekarboksillanishida, neyromediatorlar sintezida muhim. Folat (B₉) va kobalamin (B₁₂) birga ishlab, bir-uglerodli fragmentlar almashinuvi, DNK sintezi va eritropoez uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega, shu bois ular tanqisligi megaloblast anemiya kabi holatlarga olib keladi. C vitamini (askorbat) kollagen biosintezida gidroksillash reaksiyalarini qo'llab-quvvatlaydi, shuningdek, temirning no-gem shaklining so'rilishini kuchaytiradi va antioksidant tarmoqda E vitaminini qayta tiklashda ham ishtirok etishi mumkin.



1-rasm. Vitaminlar va mineral moddalarning biokimyoviy ahamiyati

Mineral moddalar biokimyosida makroelementlar (Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S) va mikroelementlar (Fe, Zn, Cu, Mn, Se, I, Mo, Cr, Co va boshqalar) ajratiladi. Makroelementlar ko'pincha struktura va fizik-kimyoviy muhitni ta'minlaydi: Ca^{2+} - hujayra ichi signallashuvining universal ioni, mushak qisqarishi, sekresiya va apoptoz regulyatsiyasida qatnashadi, P - ATF, nuklein kislotalar, fosfolipidlar tarkibida energiya va membrana arxitekturasini belgilaydi, Mg^{2+} - ATFning biologik faol kompleksi (Mg-ATP)ni barqarorlashtirib, ko'plab kinaza va sintetaza reaksiyalariga shart-sharoit yaratadi, Na^+/K^+ - membrana potentsiali, osmotik bosim va Na^+/K^+ -ATFaza orqali transport jarayonlarining negizi, Cl^- - kislotalik-ishqoriy muvozanat va oshqozon HCl sintezi bilan bog'liq.

Mikroelementlar esa fermentologiya nuqtai nazaridan juda muhim: Fe - gemoglobin/mioglobin, sitoxromlar va oksidoreduktazalar tarkibida kislorod tashish hamda elektron transportni ta'minlaydi, Zn - 300 dan ortiq fermentlarda katalitik yoki struktur rol o'ynaydi va "sink-finger" orqali transkripsiya regulyatsiyasiga ta'sir qiladi, Cu - sitoxrom-c-oksida, liziloksida kabi fermentlar uchun zarur, Mn - superoksiddismutaza (mitoxondrial) va qator metabolik fermentlarda ishtirok etadi, Se - selenoproteinlar, jumladan glutationperoksida va tireoid gormonlar metabolizmi bilan bog'liq deyodinazalar uchun muhim, I - tiroksin (T_4) va triyodtironin (T_3) sintezining ajralmas qismi. Shu tarzda minerallar organizmda "struktura-ferment-signal" uchligida ishlaydi.

Vitamin-mineral o'zaro ta'siri nutritsiologiyaning eng "nozik nuqtalari"dan biri hisoblanadi. Masalan, D vitamini tanqisligi kalsiyning ichakdan so'rilishini pasaytiradi va ikkilamchi giperparatireoz orqali suyak matritsasi bilan mineral chiqishini kuchaytirishi mumkin, bu jarayonda fosfor balansi ham o'zgaradi. C vitamini non-gem temirning $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ qayta tiklanishini qo'llab, uning so'rilishini oshiradi, biroq fitatlar, oksalatlar va ayrim polifenollar (choy/kofe) temir va ruhning biomavjudligini pasaytiradi.

Ruh va mis orasidagi raqobat (transportyorlar darajasida) uzoq muddatli yuqori ruh qabul qilishda mis tanqisligi xavfini oshirishi mumkin, shu bois kompleks qo'shimcha strategiyasida nisbatlar hisobga olinadi. E vitaminining antioksidant ta'siri selenga bog'liq ferment tizimlari bilan to'ldiriladi: biri membranada, biri peroksidlarni neytrallashtirishda ishlaydi. Demak, mikronutrientlar alohida emas, balki bir-biriga ulangan metabolik tarmoq sifatida faoliyat ko'rsatadi.

Oziq-ovqat mahsulotlarida mikronutrientlarning amaliy qiymati faqat miqdor bilan emas, biomavjudlik bilan ham belgilanadi. Biomavjudlikka oziq-ovqat matritsasi, texnologik ishlov va saqlash sharoiti ta'sir qiladi. Issiqlik ishlovi C vitamini va folatlar kabi labil birikmalarni kamaytirishi mumkin, yog'da eriydigan vitaminlar esa oksidlanishga sezgir (ayniqsa E) bo'lib, yorug'lik va havo bilan uzoq kontaktda yo'qotishlar ortadi.

Minerallar issiqlikda "yo'qolmaydi", ammo ularning biomavjudligi o'zgarishi mumkin: masalan, don mahsulotlaridagi fitatlar temir/ruhni bog'lab, so'rilishni pasaytiradi, fermentatsiya, ivitish, unni tayyorlash texnologiyasi fitatlarni qisman parchalash orqali biomavjudlikni oshirishi mumkin. Shu nuqtai nazardan funksional oziq-ovqat ishlab chiqishda vitamin-mineral saqlanishini ta'minlaydigan texnologiyalar (qo'shimcha antioksidant himoya, qulay qadoqlash, oqilona termik rejim) muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Laborator va klinik biokimyo mikronutrient ta'minlanganligini baholashda biomarkerlar tizimiga tayanadi. Temir almashinuvida ferritin, transferrin to'yinganligi kabi ko'rsatkichlar, D vitaminida 25(OH)D, B₁₂/folatda qon hujayralari morfologiyasi bilan birga maxsus biokimyoviy markerlar, kalsiyda albuminga korreksiyalangan umumiy kalsiy va ionlashgan kalsiy, magniyda qon zardobi magniyi kabi yondashuvlar ishlatiladi. Muhimi, biomarkerlarning interpretatsiyasida yallig'lanish, buyrak/jigar funksiyasi, gormonal holat va oziqlanish odatlari kabi omillar hisobga olinishi kerak, aks holda "me'yorda" ko'rinayotgan ko'rsatkich ortida subklinik tanqislik yoki funksional yetishmovchilik yashirin qolishi ehtimoli mavjud.

MUHOKAMA.

Vitaminlar va mineral moddalarni alohida-alohida sanab o'tishdan ko'ra, ularni metabolik regulyatsiya tarmog'i sifatida tushuntirish ilmiy jihatdan maqbul:

- 1) fermentlar faolligi (koferment/kofaktor)
- 2) signallashuv (Ca²⁺, fosforlanish reaksiyalari, tireoid gormonlar)
- 3) to'qima qayta qurilishi (suyuk, qon, epiteliy) uzviy bog'langan.

Shu bois ratsion tuzishda "bitta vitamin" yoki "bitta mineral"ga yo'naltirilgan yondashuvlar kutilgan natijani bermasligi mumkin, kompleks balans muhim.

Ikkinchi jihat - oziq-ovqat tarkibi haqidagi ma'lumotlarni mahalliy sharoitda aniqlashtirish: bir mahsulotning nav-sorti, yetishtirish tuprog'i, saqlash va tayyorlash uslubi mikronutrient profilini sezilarli o'zgartiradi.

Uchinchi jihat - ehtiyojning individuallashuvi: o'smirlik, homiladorlik, laktatsiya, yuqori jismoniy yuklama, gastroenterologik buzilishlar, metabolik sindrom kabi holatlarda mikronutrientlarga talab va so'rilish o'zgarishi mumkin.

Demak, biokimyoviy bilimga tayangan nutritiv strategiyalar (oqilona ratsion, zarur bo'lsa monitoring va korresiya) profilaktika va sog'lomlashtirishda yuqori samara beradi. Shu bilan birga, mikronutrientlarning ortiqcha qabul qilinishi ham xavf omillarini yuzaga keltirishi mumkinligi sababli, "me'yor-biomarker-klinik holat" uchligida qaror qabul qilish ilmiy asosli hisoblanadi.

XULOSA.

Vitaminlar va mineral moddalar biokimyoviy tizimning regulyator "yadrosi" sifatida ferment reaksiyalari, antioksidant himoya, gormonal nazorat va to'qima gomeostazini ta'minlaydi. Yog'da va suvda eriydigan vitaminlarning farqi - zaxiralanish, tashilish va toksik potensialda, makro- va mikroelementlar farqi esa - struktura, signallashuv va fermentologiyadagi ulushida namoyon bo'ladi. Mikronutrientlar o'zaro sinergiya va raqobatda ishlaydi, shu sabab ratsionni optimallashtirishda miqdordan tashqari biomavjudlik, texnologik ishlov va individual ehtiyojlar hisobga olinishi zarur. Amaliyotda biomarkerlar asosida baholash mikronutrient tanqisligi yoki funksional yetishmovchilikni erta aniqlashga xizmat qiladi. Ilmiy nuqtai nazardan esa mahalliy oziq-ovqat tarkibi ma'lumotlarini boyitish, mikronutrientlar profili va biomavjudligini texnologik zanjir bo'ylab (xomashyo-saqlash-tayyorlash) baholash, hamda kompleks nutritiv strategiyalarni ishlab chiqish kelgusi tadqiqotlar uchun dolzarb yo'nalish hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sobirova R.A., Yuldashev N.M., Inoyatova F.X., Kulmanova M.U. Tibbiy biokimyo: darslik. - Toshkent: «ILM ZIYO», - 632 b. - 2020.
2. M.G. Safin, Y.S. Ro'ziev. Vitaminlar biokimyosi: o'quv qo'llanma. - Toshkent. - 2015.
3. Alimova N.M., Sagdiev M.X., Adilov R.Sh., Ergashov O.X., Qodirova X.A. Qishloq xo'jalik mahsulotlari biokimyosi: o'quv qo'llanma. - Toshkent: «IQTISOD-MOLIYA», - 212 b. - 2018.
4. Sullieva S.A., Zokirov S.M. Biokimyo va molekular biologiya: darslik (2-qism). - Termiz, - 200 bet. - 2022.
5. Eshburiev S.B. Tuxum yo'nalishdagi tovuqlarda kalsiy va fosfor almashinuvi buzilishining diagnostikasi va profilaktikasi: monografiya. - Samarqand: SamDVMChvaBU nashr-matbaa markazi, - 104 bet. - 2024.
6. Ergashov M.Y., Karomatov S.A. Biokimyo va sport biokimyosi: metodik qo'llanma. - Buxoro: "Durdona", - 2022.

7. Mominov Sh.X. Oziq-ovqat mahsulotlarini boyitish texnologiyasini takomillashtirish (biologik faol qo'shimchalar asosida): PhD dissertatsiya. - Namangan, - 2024.

8. Raxmatova M.A. Bolalarda tish kariesining kelib chiqishi va kechishida D vitamini hamda mikroelementlar almashinuvi bilan bog'liq omillar: avtoreferat. - Buxoro, - 2018.