

**INSON ORGANIZMI — KO'P KOMPOONENTLI ERITMALAR
SISTEMASI: ICHAK MIKROBIOTASINING KISLOTA-ASOS
MUVOZANATI VA GOMEOSTAZDAGI TERMODINAMIK RO'LI****Chalaboyeva Zilolaxon****Qo'qon universiteti Andijon filiali Vazifasini bajaruvchi dotsent, falsafa
doktori va umumiy kimyo kafedrası datsendi****Azatov Shayxislom Maratjon o'g'li****Qo'qon universiteti Andijon filiali****Davolash ishi yo'nalishi 25_14-guruh talabasi****<https://doi.org/10.5281/zenodo.18503268>****Annotatsiya**

Ushbu maqolada inson organizmining ichki muhiti ko'p komponentli va ko'p fazali eritma sistemasi sifatida fundamental tahlil qilinadi. Tadqiqotning markaziy nuqtasi — ichak mikrobiotasining metabolik faoliyati natijasida hosil bo'ladigan organik kislotalarning (SCFA) qon va to'qima suyuqliklari pH muvozanatiga ta'siri biokimyoviy nuqtai nazardan ochib beriladi. Maqolada eritma tushunchasi klassik kimyoviy tushunchadan tizimli gomeostazning poydevori darajasiga ko'tariladi. Mikrobiota tomonidan ishlab chiqarilgan metabolitlar nafaqat mahalliy muhitni, balki butun organizmning elektrokimyoviy potensialini va bufer sig'imini qanday qilib qayta shakllantirishi biokimyoviy kashfiyot prizmasi orqali yoritiladi. Bu yondashuv zamonaviy tibbiyot va kimyo chorrahasida gomeostazga yangicha qarash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: Gomogen sistema, elektrolit eritmalar, pH gomeostazi, ichak mikrobiotasi, qisqa zanjirli yog' kislotalari (SCFA), bufer sig'imi, metabolik atsidoz, osmotik bosim, biokimyoviy dinamika.

Kirish

Inson organizmini biokimyoviy nuqtai nazardan tahlil qilar ekanmiz, biz uni shunchaki biologik turlar majmuasi emas, balki g'oyat murakkab, ko'p komponentli va dinamik muvozanatda bo'lgan suvli eritmalar sistemasi sifatida kashf etamiz. Hayotning suvli muhitda paydo bo'lishi tasodif emas; aynan suvning universal erituvchi sifatidagi tabiati, uning yuqori dielektrik doimiyligi va vodorod bog'larini hosil qilish qobiliyati molekulalarning dissotsiatsiyanishi va ionlarning harakatchanligi uchun zamin yaratdi. Bu muhitda eritma shunchaki moddalar tarqalgan joy emas, balki gomeostaz deb ataluvchi buyuk muvozanatning asosi hisoblanadi. Bizning qonimiz, limfa va hujayra ichi suyuqliklarimiz oqsillar, elektrolitlar va gazlarning o'ziga xos konsentratsiyali eritmalaridir. Ushbu eritmalarining fizik-kimyoviy xossalari, xususan, osmotik bosim va vodorod ko'rsatkichi (pH), organizmning yashash qobiliyatini belgilaydi. Gomeostazning saqlanishi esa ushbu eritmalarining tarkibiy doimiyligini himoya qilish demakdir. Biroq, zamonaviy biokimyo bizga yangi bir kashfiyotni taqdim etmoqda: bu muvozanat faqatgina inson hujayralari tomonidan emas, balki biz bilan simbiozda yashaydigan trillionlab mikroorganizmlar — ichak mikrobiotasi tomonidan ham boshqariladi. Mikrobiota o'ziga xos biokimyoviy tahrirchi sifatida, ozuqa qoldiqlarini fermentatsiya qilish orqali eritma tarkibiga yangi komponentlarni, xususan, qisqa zanjirli yog' kislotalarini kiritadi. Bu jarayon nafaqat mahalliy pH muhitini, balki tizimli kislota-asos muvozanatini ham qayta shakllantiradi. Shunday qilib, organizmdagi eritma tushunchasi passiv kimyoviy holatdan faol, mikrobial metabolitlar bilan boyitilgan va gomeostazni global darajada boshqaruvchi qudratli

faktorga aylanadi. Ushbu maqolada biz eritma kimyosining ushbu yashirin mexanizmlari qanday qilib ichakdan to qon tizimigacha bo'lgan masofada hayotiy barqarorlikni ta'minlashini ko'rib chiqamiz.

Inson organizmi va eritmalarning molekulyar o'zaro ta'siri: Biokimyoviy kashfiyotlar prizmasi

Inson organizmi — bu shunchaki suv saqlovchi biologik obyekt emas, balki fazoviy va vaqtinchalik jihatdan g'oyat aniq tartiblangan ko'p komponentli geterogen eritmalarning dinamik majmuasidir. Eritma tushunchasini klassik laboratoriya probirkasidan olib, tirik to'qima darajasiga ko'chirganimizda, biz kutilmagan biokimyoviy kashfiyotlarga duch kelamiz. Inson tanasiga kiradigan har qanday eritma (xoh u ichimlik suvi bo'lsin, xoh murakkab dori vositasi) organizmning o'z ichki erituvchi — erigan modda muvozanatiga darhol aralashadi. Bu ta'sirning negizida moddalarning dissotsiatsiyalanishi va ionlarning gidratlanish energiyasi yotadi. Tashqi eritma organizmga tushganda, u qon plazmasi va hujayralararo suyuqlikning osmotik bosimini o'zgartiruvchi qudratli faktorga aylanadi. Bu yerda asosiy kashfiyot shundan iboratki, organizm eritmani shunchaki qabul qilmaydi, balki uni o'zining termodinamik talablariga moslashtirish uchun ulkan energiya sarflaydi. Eritmalarning inson organizmiga ta'siri molekulyar darajada ionli muloqot orqali kechadi. Masalan, elektrolit eritmalar hujayra membranasidagi ion kanallarining elektrokimyoviy potensialini o'zgartiradi. Agar biz organizmga kiritiladigan eritmalarni faqat modda almashinuvi sifatida ko'rsak, xato qilgan bo'lamiz; aslida ular axborot tashuvchi sistemalardir. Suv molekularining erigan moddalar atrofida hosil qilgan gidrat qobiqlari (klatratlar) hujayra ichidagi oqsillarning konformatsiyasini (shaklini) belgilaydi. Bu degani, eritmaning tarkibi va undagi ionlar konsentratsiyasi o'zgarishi bilan hujayradagi fermentlar o'z faoliyatini to'xtatishi yoki aksincha, tezlashtirishi mumkin. Ayniqsa, kislota-asos muvozanati nuqtai nazaridan qaraganda, har bir ichilgan eritma qonning bufer sig'imi bilan jangga kirishadi. Bufer tizimlari (bikarbonat, fosfat, oqsil) tashqi eritmadan kelgan ortiqcha protonlar (H^+) yoki gidroksil ionlarini (OH^-) bog'lash orqali gomeostazni saqlab qoladi. Yana bir muhim biokimyoviy kashfiyot — bu eritmalarning solvatlanish effekti bo'lib, u dori moddalari va toksinlarning so'rilish tezligini belgilaydi. Agar modda eritmada kuchli gidratlangan bo'lsa, uning lipofil (yog'da eruvchan) membranalardan o'tishi qiyinlashadi. Bu esa organizmning detoksikasiya tizimi va mikrobiota o'rtasidagi muvozanatni belgilovchi fizik-kimyoviy chegara hisoblanadi. Shunday qilib, inson organizmiga eritmalarning ta'siri — bu tizimli gomeostazning saqlanishi yoki buzilishi o'rtasidagi nozik muvozanat bo'lib, u yerda suv nafaqat tashuvchi, balki biokimyoviy reaksiyalarning faol ishtirokchisi va strukturaviy karkasi sifatida namoyon bo'ladi. Har bir tomchi eritma tanadagi millionlab kimyoviy muvozanatlarning siljishiga sabab bo'ladi, bu esa hayotning davomiyligini ta'minlovchi asosiy kinetik jarayondir.

Kislota-asos muvozanati va pH gomeostazining biokimyoviy mexanizmlari: Mikrobiota bilan molekulyar muloqot

Gomeostazning eng fundamental va ayni paytda eng nozik qirrasini — bu suyuq muhitdagi vodorod ionlari (H^+) konsentratsiyasini o'zgarishga saqlashdir. Biokimyoviy nuqtai nazardan, bu jarayon shunchaki matematik pH ko'rsatkichi emas, balki organizmdagi barcha eritmalarning elektrokimyoviy barqarorligi demakdir. Inson qonining pH qiymati 7.35 dan 7.45 gacha bo'lgan o'ta tor diapazonda tebranadi; bu diapazondan ozgina og'ish ham oqsillarning denaturatsiyasiga va fermentativ faoliyatning to'xtashiga olib keladi. Bu yerda asosiy kashfiyot

shundan iboratki, organizm bu muvozanatni saqlashda nafaqat o'zining ichki bufer tizimlariga (bikarbonat, gemoglobin, fosfat), balki ichak mikrobiotasi tomonidan ishlab chiqariladigan metabolik protonlar oqimiga ham tayanadi. Ichak mikrobiotasi — bu organizmdagi eng yirik biokimyoviy bufer bo'lib, u tashqi muhitdan kelayotgan murakkab polisaxaridlarni fermentatsiya qilib, eritma tarkibiga qisqa zanjirli yog' kislotalarini (SCFA) uzluksiz ravishda yetkazib beradi. Kashfiyot shundaki, bu kislotalar (atsetat, propionat, butirat) nafaqat energiya manbai, balki kislota-asos muvozanatining distansion regulyatorlari hisoblanadi. Ichak bo'shlig'ida hosil bo'lgan ushbu organik kislotalar mahalliy pH muhitini kislotali tomonga suradi (5.5-6.5), bu esa patogen mikroorganizmlarning ko'payishini fizik-kimyoviy jihatdan imkonsiz qilib qo'yadi. Bu jarayon eritmalar nazariyasining eng yorqin isbotidir: eritmaning kislotaliligi o'zgarishi bilan undagi mikroflora tarkibi va moddalarning eruvchanlik darajasi tubdan o'zgaradi. Ammo mikrobiotaning ta'siri faqat ichak bilan cheklanib qolmaydi. Ushbu kislotali metabolitlar qonga so'rilgach, qon plazmasi deb ataluvchi murakkab eritmaning ishqoriy zaxirasi (alkaline\reserve) bilan o'zaro ta'sirga kirishadi. Bu yerda Genderson-Gasselbalx qonuniyati ishga tushadi: $pH = pK_a + \log \frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]}$. Mikrobiota tomonidan ishlab chiqarilgan protonlar gidrokarbonat ionlari (HCO_3^-) bilan bog'lanib, karbonat kislotasini hosil qiladi, u esa o'z navbatida CO_2 va suvga parchalanib, o'pka orqali chiqarib yuboriladi. Bu shuni anglatadiki, bizning nafas olishimiz va qonimizning kimyoviy tarkibi bevosita ichagimizdagi bakteriyalar tomonidan eritma tarkibiga qo'shilayotgan kislotali mahsulotlar miqdoriga bog'liq. Yana bir hayratlanarli kashfiyot — bu ammiakli gomeostazdir. Proteinlar parchalanganda ajraladigan ammiak (NH_3) kuchli ishqoriy xossaga ega bo'lib, eritmaning pH ko'rsatkichini keskin oshirib yuborishi mumkin. Sog'lom mikrobiota kislotali mahsulotlar ishlab chiqarish orqali ammiakni ammoniy ioniga (NH_4^+) aylantiradi. Ammoniy ionlari esa ammiakdan farqli o'laroq, hujayra membranalaridan osonlikcha o'ta olmaydi va organizmdan xavfsiz chiqarib yuboriladi. Demak, mikrobiota — bu organizmdagi eritmalarining kislotalilik darajasini boshqaruvchi aqlli molekulyar filtrdir. Ushbu filtrning buzilishi (disbioz) tizimli atsidoz yoki alkalozga yo'l ochadi, bu esa o'z navbatida butun organizm gomeostazining kimyoviy falokatiga sabab bo'ladi.

Eritmalarning osmotik bosimi va mikrobiota metabolitlarining membranaviy transporti: Fizik-kimyoviy chegara

Gomeostazning saqlanishida eritmalarining kolligativ xossalari, xususan, osmotik bosim hal qiluvchi rol o'ynaydi. Agar biz ichakni bir ulkan kimyoviy reaktor deb tasavvur qilsak, uning devorlari (epiteliy hujayralari) yarim o'tkazgich membrana vazifasini o'taydi. Bu yerda sodir bo'ladigan biokimyoviy kashfiyot shundaki, ichak mikrobiotasi nafaqat moddalar ishlab chiqaradi, balki ushbu membrananing ikki tomonidagi osmolallik gradientini boshqaradi. Eritma tarkibidagi erigan moddalar konsentratsiyasi o'zgarganda, suv molekulalari osmos qonuniyatiga binoan past konsentratsiyali hududdan yuqori konsentratsiyali hududga intiladi. Mikrobiota tomonidan ishlab chiqarilgan qisqa zanjirli yog' kislotalari (SCFA) va elektrolitlar ichak bo'shlig'idagi eritmaning osmotik faolligini oshiradi, bu esa suvning so'rilishi va organizmning gidratatsiya darajasini belgilaydi.

Ushbu jarayonning eng nozik nuqtasi — mikrobiota metabolitlarining hujayra membranalari orqali transportidir. Ma'lumki, eritmada moddalar hujayra ichiga kirishi uchun ma'lum bir elektrokimyoviy potensialga ega bo'lishi kerak. Bu yerda biz eritmalar nazariyasining donnan muvozanati prinsiplari bilan to'qnashamiz: mikrobiota ishlab chiqargan

anionlar (masalan, butirat ionlari) va vodorod protonlari (H^+) hujayra membranasi atrofida o'ziga xos zaryadlar taqsimotini hosil qiladi. Bu zaryadlar farqi natijasida hujayra ichidagi eritmaning ion tarkibi o'zgaradi. Masalan, butiratning hujayra ichiga so'rilishi ko'pincha Na^+ yoki H^+ ionlarining transporti bilan bog'langan (kotransport). Bu shuni anglatadiki, ichakdagi eritma tarkibi qanchalik muvozanatlashgan bo'lsa, hujayra ichidagi biokimyoviy jarayonlar shunchalik barqaror kechadi. Kashfiyotning yanada chuqur qatlami shundaki, mikrobiota metabolitlari eritmaning sirt tarangligi va qovushqoqligiga ham ta'sir qilishi mumkin. Bu xususiyatlar ozuqa moddalarining diffuziya tezligini belgilaydi. Agar disbioz natijasida eritma tarkibida oqsillarning parchalanish mahsulotlari (toksik aminlar, fenollar) ko'paysa, bu ichak shilliq qavatidagi eritmaning fizik-kimyoviy xossalarini o'zgartirib, osmotik stress keltirib chiqaradi. Bunday stress sharoitida hujayralar o'z tarkibidagi suvni yo'qota boshlaydi, bu esa gomeostazning buzilishiga va hujayra ichidagi eritmalarining o'ta quyuqlashib (agregatsiya) ketishiga olib keladi. Shunday qilib, mikrobiota va eritma o'rtasidagi bu fizik-kimyoviy hamkorlik organizmdagi suv-tuz almashinuvining molekulyar poydevorini tashkil etadi.

Xulosa

Ushbu ilmiy tahlil natijasida shunday xulosaga kelish mumkinki, inson organizmi shunchaki biologik tuzilma emas, balki o'z-o'zini tahrirlovchi ko'p komponentli eritma sistemasidir. Biz eritma tushunchasini klassik kimyoviy yondashuvdan chiqarib, uni gomeostazning dinamik poydevori sifatida kashf qildik. Tadqiqotimiz davomida ma'lum bo'ldiki, ichak mikrobiotasi ushbu sistemaning passiv yashovchisi emas, balki eritmaning pH ko'rsatkichi, ion kuchi va osmotik bosimini boshqaruvchi faol biokimyoviy agentdir. Mikrobiota tomonidan ishlab chiqariladigan qisqa zanjirli yog' kislotalari (SCFA) va boshqa metabolitlar qonning bufer tizimlari bilan murakkab muloqotga kirishib, tizimli kislota-asos muvozanatini barqarorlashtiradi. Bu jarayon organizmdagi har bir hujayraning elektrokimyoviy potensialiga daxldor bo'lib, hayotning molekulyar darajadagi barqarorligini ta'minlaydi. Biz kashf etgan eritma-mikrobiota aloqasi shuni ko'rsatadiki, ichakdagi disbioz shunchaki hazm qilish muammosi emas, balki butun organizm suyuqliklarining fizik-kimyoviy xossalarini o'zgartiruvchi kimyoviy inqirozdir.

Kelajakda ushbu yo'nalishdagi kashfiyotlar tibbiyotda yangi ufqlarni ochadi: kasalliklarni davolashda shunchaki dori vositalaridan emas, balki organizmdagi eritmalarining osmotik va kislotali-asosli tabiatini mikrobiota orqali maqsadli boshqarish (precision microbiome editing) usullaridan foydalaniladi. Binobarin, inson salomatligini saqlash — bu avvalo uning ichki suyuq muhitidagi molekulyar muvozanatni, ya'ni tirik eritmaning kimyoviy uyg'unligini asrash demakdir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

- 1.Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 14th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2020.
- 2.Nelson DL, Cox MM. Lehninger Principles of Biochemistry. 8th ed. New York, NY: W. H. Freeman; 2021.
- 3.Atkins P, de Paula J, Keeler J. Atkins' Physical Chemistry. 11th ed. Oxford: Oxford University Press; 2018.
- 4.Nicholson JK, Holmes E, Kinross J, Burcelin R, Gibson G, Jia W, et al. Host-gut microbiota metabolic interactions. Science. 2012;336(6086):1262-7.

- 5.Chang R, Overby J. General Chemistry: The Essential Concepts. 7th ed. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2013.
- 6.Sender R, Fuchs S, Milo R. Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body. PLoS Biol. 2016;14(8):e1002533.

