



Chemical Composition of Urine and Mechanisms of Crystal Formation in Urolithiasis

Scientific Supervisor: PhD. **Usmonova Xurshida Xolboyevna**

1st-year Students, Tashkent State Medical University

Abdumalikova Nozima Abdulaziz qizi

Anvarova Charos Abror qizi

Davronova Shaxrizoda Farruxovna

Abstract

The physicochemical and metabolic properties of urine play a decisive role in the pathogenesis of urolithiasis, involving a multistage cascade process. By its nature, urine is considered a metastable solution, and crystal formation depends not only on the amount of salts but also directly on the concentration of ions, the pH level of the environment, and the dynamic balance between inhibitory and promotive substances.

This study provides an in-depth analysis of the fundamental stages involved in the formation of urolithiasis, including supersaturation, nucleation, crystal growth, aggregation, and retention processes. In addition, the effectiveness of modern diagnostic methods and the principles of minimally invasive treatment are examined from the perspective of biochemical balance. This analysis serves as a theoretical basis for metaphylaxis and the development of individualized treatment strategies for the disease.

“Urolitiyazda siydik kimyoviy tarkibi va kristall hosil bo‘lish mexanizmlari”

Ilmiy rahbar: PHD. Usmonova Xurshida Xolboyevna

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti 1-kurs talabalari: Abdumalikova Nozima Abdulaziz qizi, Anvarova Charos Abror qizi, Davronova Shaxrizoda Farruxovna

Annotatsiya



**“SOG’LIQNI SAQLASHDA YANGI YONDASHUVLAR”
nomli respublika ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

Urolitiaz patogenezida siydikning fizik-kimyoviy va metabolik xususiyatlari hal qiluvchi ahamiyatga ega bo‘lib, bu jarayon ko‘p bosqichli kaskadni o‘z ichiga oladi. Siydik o‘z tabiatiga ko‘ra metastabil eritma hisoblanadi va unda kristallarning shakllanishi faqatgina tuzlar miqdoriga emas, balki ionlar konsentratsiyasi, muhitning pH darajasi hamda inhibitor va promotor moddalarning o‘zaro dinamik nisbatiga bevosita bog‘liqdir. Mazkur ishda urolitiazning shakllanishidagi fundamental bosqichlar supersaturatsiya, nukleatsiya, kristall o‘sishi, agregatsiya va retensiya jarayonlari chuqur tahlil qilinadi. Shuningdek, zamonaviy diagnostika usullarining samaradorligi va davolashning minimal invaziv tamoyillari biokimyoviy muvozanat nuqtayi nazaridan ko‘rib chiqiladi. Ushbu tahlil kasallikning metafizikatsiya va individual davolash rejalarini tuzishda nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kirish

Urolitiaz siydik tizimida qattiq kristall strukturalarning hosil bo‘lishi va rivojlanishi bilan xarakterlanadigan surunkali patologiya bo‘lib, zamonaviy urologiyaning eng dolzarb muammolaridan biri bo‘lib qolmoqda. Biroq bu jarayon ko‘pincha yangilash tushunilganidek oddiy mexanik tuz cho‘kishi emas, balki siydik muhitidagi o‘ta murakkab fizik-kimyoviy va bioenergetik o‘zgarishlar natijasidir. Normal fiziologik sharoitda inson siydigi metastabil tizim bo‘lib, unda kristall hosil qiluvchi ionlar (kalsiy, oksalat, fosfat) o‘zlarining kritik eruvchanlik nuqtasidan yuqori konsentratsiyada bo‘lsalar-da, maxsus biokimyoviy muvozanat tufayli erigan holatda saqlanadi. Ushbu barqarorlik ko‘plab omillar, jumladan, ionlar konsentratsiyasi, siydik oqimi tezligi, muhitning kislotalik (pH) darajasi hamda siydik tarkibidagi makromolekulyar inhibitor moddalarning mavjudligi bilan ta‘minlanadi. Mazkur nozik muvozanat buzilganda siydik barqarorligini yo‘qotib, litogen holatga o‘tadi va patologik kristallogenez jarayoni boshlanadi. Bu jarayonning boshlanishi ko‘pincha organizmdagi



umumiy metabolik disfunktsiyalar va buyrakning filtratsiya qobiliyatidagi o‘zgarishlar bilan hamohang kechadi.

Metabolik omillar va ularning ahamiyati

Urolitiyaz rivojlanishida metabolik buzilishlar va endokrin disbalans markaziy o‘rin tutadi, chunki siydikning kimyoviy tarkibi bevosita organizmdagi umumiy metabolizm aksidir. Xususan, giperkalsiuriya, giperoksaluriya va giperurikozuriya kabi holatlar siydikning litogen xususiyatini keskin oshirib, kristallanish uchun zamin yaratadi. Giperkalsiuriya holatida kalsiyning siydik orqali ortiqcha ajralishi kuzatiladi, bu esa kalsiy tuzlarining to‘yinish darajasini oshirib, kristall hosil bo‘lish ehtimolini sezilarli darajada kuchaytiradi. Giperoksaluriya esa oksalat ionlarining ko‘payishi bilan bog‘liq bo‘lib, u kalsiyga qaraganda pastroq konsentratsiyalarda ham kristallanishni boshlab bera olishi sababli kalsiy oksalat toshlari shakllanishida asosiy va eng xavfli rol o‘ynaydi. Shuningdek, zamonaviy tadqiqotlar metabolik sindrom, semizlik, insulinrezistentlik va arterial gipertenziya bilan urolitiyaz o‘rtasida uzviy bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatmoqda. Insulinrezistentlik siydik ammoniogenezi buzib, pH darajasining pasayishiga (kislotalashishiga) olib keladi, bu esa o‘z navbatida siydik kislotasi toshlarining shakllanishi uchun triggermetabolik mexanizm bo‘lib xizmat qiladi. Shu sababli, metabolik profillarni o‘rganish urolitiyazning kelib chiqish sababini aniqlashda eng muhim bosqich hisoblanadi.

Kristallogenezning biofizik va klinik bosqichlari

Tosh hosil bo‘lishining fundamental va eng birinchi sharti supersaturatsiya, ya’ni eritmaning o‘ta to‘yinganlik holatidir. Siydikda erigan tuzlar konsentratsiyasi ma’lum bir eruvchanlik mahsulidan (solubility product) oshganda, eritma termodinamik jihatdan beqaror bo‘lib qoladi va o‘zida ortiqcha moddani saqlay olmaydi. Kristall o‘sishi boshlanishi uchun esa dastlab nukleatsiya, ya’ni mikroskopik barqaror "yadro" paydo



bo‘lishi shart. Bu jarayon gomogen, ya’ni eritma ichida ionlarning tasodifiy to‘qnashuvi natijasida, yoki geterogen, ya’ni epiteliy yuzasida yoki oqsilli matriksda shakllanishi ko‘rinishida kechadi. Epitelial hujayralarning har qanday shikastlanishi, yallig‘lanishi yoki oksidativ stress natijasida yuzaga kelgan o‘zgarishlar geterogen nukleatsiya jarayonini osonlashtiradi va hosil bo‘lgan kristallarning buyrak to‘qimalariga yopishib qolishini kuchaytiradi.



Buyrak papillasining interstitsial to‘qimasida joylashgan Randall blyashkalari (kalsiy fosfat depozitlari) ko‘plab tadqiqotlarda kristall hosil bo‘lishining boshlang‘ich langari yoki nuqtasi sifatida qaralmoqda. Ushbu blyashkalar papilla yuzasiga yorib chiqqanda, ular siydikdagi oksalat ionlari bilan bevosita aloqaga kirishadi va ularning ustida kalsiy oksalat kristallari qatlam-qatlam bo‘lib yig‘ila boshlaydi. Bu jarayon yirik agregatlarning hosil bo‘lishiga olib keladi. Kristallarning siydik yo‘llarida ushlanib qolishi, ya’ni retensiya jarayoni kasallikning klinik shakllanishida eng hal qiluvchi va xavfli bosqichdir, chunki aynan shu bosqichda mikroskopik kristallar klinik jihatdan ahamiyatli bo‘lgan toshlarga aylanadi. Retensiya bo‘lmagan taqdirda, kristallar siydik oqimi bilan tabiiy ravishda chiqib ketishi mumkin edi, biroq anatomik torayishlar yoki epiteliy yopishqoqlik tosh paydo bo‘lishini muqarrar qiladi.

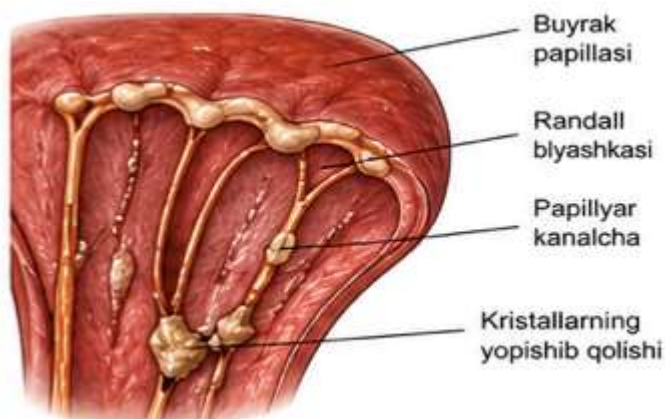
Inhibitor va promotor tizimlarining o'zaro ta'siri

Siydik tarkibida kristall hosil bo‘lishini tartibga soluvchi ikki qarama-qarshi kuchlar muvozanati mavjud bo‘lib, ular urolitiyaz rivojlanishini nazorat qiluvchi asosiy biokimyoviy mexanizm hisoblanadi. Promotorlar, jumladan kalsiy, oksalat, siydik



“SOG’LIQNI SAQLASHDA YANGI YONDASHUVLAR”
nomli respublika ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

kislotasi va fosfatlar, kristallanish jarayonini faollashtiruvchi va jadallashtiruvchi moddalar bo'lsa, inhibitorlar bu jarayonni to'xtatuvchi himoya qalqonidir. Normal fiziologik sharoitda inhibitor moddalar kristall yuzasiga molekulyar darajada birikib, ularning o'sishini sekinlashtiradi, agregatsiyasini bloklaydi va yangi yadrolar hosil bo'lishining oldini oladi.



Sitrat kabi inhibitorlar kalsiy ionlari bilan eruvchan xelat birikmalar hosil qilib, ularning oksalat bilan bog'lanishiga yo'l qo'ymaydi, magnezium esa oksalatning eruvchanligini oshiradi. Shuningdek, uromodulin va nefrokalsin kabi makromolekulalar kristallarning o'zaro yopishishini va buyrak epiteliysiga retensiyasini tormozlaydi. Shu sababli, urolitiyazni faqatgina promotor ionlarining ortishi bilan emas, balki aynan ushbu ikki tizim o'rtasidagi muvozanatning inhibitorlar zarariga buzilishi bilan tushuntirish akademik va klinik jihatdan eng to'g'ri yondashuvdir.

Siydik pH darajasi va uning fizik-kimyoviy rolini tahlil qilish

Siydikning kislotalik-ishqoriylik darajasi (pH) urolitiyaz patogenezida termodinamik faza turini belgilovchi eng muhim omillardan biri bo'lib xizmat qiladi. Siydik pH ko'rsatkichi nafaqat eritmaning umumiy holatiga, balki ma'lum bir tuzlarning eruvchanlik mahsuliga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Masalan, pH darajasi 5.5 dan past bo'lgan kislotali muhitda siydik kislotasining eruvchanligi keskin pasayadi, bu esa urat



“SOG’LIQNI SAQLASHDA YANGI YONDASHUVLAR”
nomli respublika ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

toshlari va kalsiy oksalat kristallari hosil bo‘lishi uchun ideal sharoit yaratadi.

Siydik pH	Hosil bo‘ladigan tosh turlari
< 5.5	Urat toshlari, Kalsiy oksalat toshlari
5.5 – 7.0	Aralash toshlar (Kalsiy oksalat + fosfat)
> 7.0	Kalsiy fosfat, Struvit (infeksiya bilan bog‘liq)

Aksincha, pH ko‘rsatkichi 7.0 dan yuqori bo‘lgan ishqoriy muhitda kalsiy va fosfat ionlarining o‘zaro birikishi faollashadi, bu esa kalsiy fosfat (apatit) va struvit toshlarining cho‘kishiga olib keladi. Ayniqsa, siydik yo‘llari infeksiyalari natijasida moliya ajralishi siydikni keskin ishqoriylashtirib, kristallogenez tezligini bir necha barobarga oshirishi mumkin. Binobarin, siydik pH ko‘rsatkichini doimiy nazorat qilish va uni kerakli tomonga korreksiya qilish tosh hosil bo‘lish xavfini boshqarishning fundamental usuli hisoblanadi.

Ovqatlanish odatlari va tashqi muhit omillari ta'siri

Ko‘plab epidemiologik va klinik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, urolitiyaz rivojlanishida turmush tarzi va ovqatlanish odatlari ko‘p hollarda genetik omillardan ko‘ra muhimroq rol o‘ynashi mumkin. Tuzni (natriy xlorid) haddan tashqari ko‘p iste‘mol qilish buyraklarda kalsiyni qayta so‘rilishini kamaytiradi va giperkalsiuriyani keltirib chiqaradi, bu esa siydikning litogen xususiyatini oshiradi. Hayvon oqsillariga boy parhez esa siydikning kislotalashishiga va sitrat darajasining kamayishiga sabab bo‘lib, tosh hosil bo‘lish xavfini kiritadi. Kam suyuqlik iste‘mol qilish yoki issiq iqlim sharoitida ko‘p terlash natijasida siydik konsentratsiyasining oshishi supersaturatsiya holatini muqarrar qiladi. Aksincha, yetarli miqdorda



“SOG’LIQNI SAQLASHDA YANGI YONDASHUVLAR”
nomli respublika ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

gidratatsiya siydikni suyultirib, ionlar konsentratsiyasini pasaytiradi va kristallarning siydik yo‘llari orqali tabiiy yuvilib ketishini ta’minlaydi. Shu bois, parhez terapiyasi va ichish rejimiga rioya qilish urolitiyaz metafilaktikasining eng samarali va asosiy qismlaridan biri bo‘lib qolaveradi.

Modda	Roli
Kalsiy (Ca^{2+})	Kristall hosil bo‘lishining asosiy komponentlaridan biri.
Oksalat ($C_2O_4^{2-}$)	Kalsiy oksalat toshlarining asosiy anioni.
Sitrat	Kalsiyga bog‘lanib, kristall hosil bo‘lishini inhibit qiluvchi asosiy modda.
Magneziy (Mg^{2+})	Oksalat bilan kompleks hosil qilib, kristallizatsiyani kamaytiradi.
Urat (UA)	Kislotali muhitda urat toshlarining hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi.
pH	Tosh turini belgilovchi muhim omil.

Diagnostika va davolashning zamonaviy usullari

Urolitiyaz diagnostikasida instrumental va laborator tekshiruvlar zamonaviy tibbiy texnologiyalardan foydalangan holda amalga oshiriladi va bu davolash taktikasi uchun asosiy manbadir. Eng ko‘p uchraydigan klinik simptom — renal kolika bo‘lib, u toshning siydik yo‘llari orqali harakati yoki obstruksiyasi natijasida yuzaga keladi. Zamonaviy diagnostikada kompyuter tomografiyasi (KT) toshlarning o‘lchami, zichligi va joylashuvini aniqlashda "oltin standart" bo‘lib, davolashning keyingi bosqichlarini rejalashtirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Usul	Afzalligi	Kamchiligi
UTT (ultratovush tekshiruvi)	Tez, xavfsiz, nurlanishsiz	Kichik toshlarni ko‘rmasligi mumkin
KT (kompyuter tomografiya)	Juda aniq, hamma toshni ko‘radi	Nurlanish yuqori, qimmat
Rentgenografiya	Arzon, keng mavjud	Rendgensiz (urat) toshlarni ko‘rsatmaydi
Siydik tahillari	Metabolik baholash imkonini beradi	Vapt va tayyorgarlik talab qiladi








Davolash tamoyillari toshning hajmi va bemorning umumiy holatiga qarab konservativ yoki jarrohlik usullari orasidan tanlanadi. Kichik o‘lchamdagi toshlar (5 mm gacha) ko‘p suyuqlik va spazmolitik vositalar yordamida mustaqil tushishi kutilsa, kattaroq toshlarda minimal invaziv usullar, masalan, ekstrakorporal zarba to‘lqinli litotripsiya (ESWL) yoki lazerli ureterolitotripsiya muvaffaqiyatli qo‘llaniladi.

Klinik profilaktikasi va metafilaktika asoslari

Siydik tosh kasalligining qaytalanish xavfi juda yuqori bo‘lganligi sababli, davolashdan keyingi profilaktika yoki metafilaktika choralari uzoq muddatli salomatlikni ta‘minlashda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Profilaktikaning eng fundamental asosi kuniga kamida 2–2.5 litr suv ichish rejimi hisoblanadi. Bu miqdordagi suyuqlik siydikni suyultirib, kristallanishga moyil bo‘lgan tuzlar konsentratsiyasini pasaytiradi va ularning supersaturatsiya bosqichiga yetishiga yo‘l qo‘ymaydi. Parhez korreksiyasi doirasida sitratga boy ovqatlar, xususan limon va apelsin kabi mevalarni iste‘mol qilish tavsiya etiladi. Sitratlar kalsiy ionlari bilan birikib, kalsiy oksalat kristallarining o‘shishini molekulyar darajada to‘xtatuvchi tabiiy inhibitor vazifasini o‘taydi.

5-jadval. Profilaktika choralari

	Kuniga kamida 2–2.5 litr suv ichish
	Sitratga boy ovqatlar (limon, apelsin) iste‘mol qilish
	Tuz va hayvon oqsillarini cheklash
	Jismoniy faollikni oshirish
	Metabolik tekshiruvlardan o‘tib turish

Shu bilan birga, osh tuzi (natriy) va hayvon oqsillarini cheklash buyraklarda kalsiy filtratsiyasini kamaytirishga va siydik pH muvozanatini barqarorlashtirishga yordam beradi. Semizlik va metabolik sindromning urolitiaz bilan bog‘liqligini inobatga olib, jismoniy faollikni oshirish moddalar almashinuvini yaxshilashning samarali usulidir.



Nihoyat, kasallikning patogenetik sabablarini vaqtida aniqlash va nazorat qilish uchun muntazam ravishda metabolik tekshiruvlardan o'tib turish zarur. Ushbu kompleks yondashuv yangi toshlar shakllanish xavfini minimal darajaga tushiradi.

Umumiy munozara va xulosa

Yuqorida keltirilgan barcha biokimyoviy va klinik ma'lumotlarga asoslanib aytish mumkinki, urolitiyaz rivojlanishi shunchaki lokal buyrak muammosi emas, balki butun organizmdagi metabolik, biofizik va anatomik jarayonlarning murakkab o'zaro ta'siri natijasidir. Siydikning fizik-kimyoviy holati, Randall blyashkalari shakllanishi va inhibitor tizimining samaradorligi tosh paydo bo'lishining markaziy bo'g'inlari bo'lib, ularni o'rganish kasallikning oldini olishda yangi ufqlarni ochadi. Bizning fikrimizcha, ushbu kasallikni samarali boshqarish uchun faqatgina mavjud toshni olib tashlash bilan cheklanmasdan, balki organizmdagi biokimyoviy muvozanatni tiklash, ovqatlanish tartibini korreksiya qilish va individual metabolik profilga asoslangan kompleks metafizik yondashuvni qo'llash zarur. Bu nafaqat kasallikni davolash, balki uning ko'p yillik qaytalanish (retsidiy) xavfini minimal darajaga tushirishning yagona yo'lidir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Bargagli M, et al. *Kidney stone disease: pathophysiology and management. Nature Reviews Nephrology. 2025.*
2. Allam EAH. *Urolithiasis: pathophysiology and mechanisms. African Journal of Urology. 2024.*
3. Sakhaee K. *Kidney stones: pathogenesis and management. Endocrine Reviews. 2012.* Dardamanis M. *Pathomechanisms of nephrolithiasis. Hippokratia. 2013.*
4. Moe OW. *Kidney stones: pathophysiology and medical management. Lancet. 2006;367(9507):333–344.* [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68071-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68071-9)



“SOG’LIQNI SAQLASHDA YANGI YONDASHUVLAR”
nomli respublika ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026

5. [Curhan GC. Epidemiology of stone disease. Urol Clin North Am. 2007;34\(3\):287–293.](#)
6. [Coe FL, Evan A, Worcester E. Kidney stone disease. J Clin Invest. 2005;115\(10\):2598–2608.](#)
7. [Khan SR. Calcium oxalate crystal interaction with renal tubular epithelium. Urol Res. 2006;34:398–401.](#)
8. [Robertson WG. Understanding the pathogenesis of kidney stones. Ann Clin Biochem. 2004;41:77–84.](#)
9. [Lieske JC. Role of urinary inhibitors of crystallization. Curr Opin Nephrol Hypertens. 2014;23\(4\):359–364.](#)
10. [Trinchieri A. Epidemiology of urolithiasis. Arch Ital Urol Androl. 2008;80\(1\):1–4.](#)
11. [Parmar MS. Kidney stones: pathophysiology and medical management. Can Med Assoc J. 2001;164\(10\):1493–1500.](#)
12. [Pak CY. Medical management of urinary stone disease. Nephron Physiol. 2004;98:49–53.](#)
13. [Worcester EM, Coe FL. Clinical practice: calcium kidney stones. N Engl J Med. 2010;363:954–963.](#)