

Urolitiáza, močové konkrementy

Urolitiáza - interní choroba (metabolická)
s urologickými následky

- častá (incidence 200/100tis.)
(prevalence 5-10%)
- závažná, často recidivující (až 70%)
(bezpříznakové stadium)
- 4.-5. dekáda života
- **Nefrolitiáza** (ledvin. kameny) častější - muži i ženy
- **Cystolitiáza** (kameny v močovém měchýři) - převážně muži

Fyzikálně - chemické proces tvorby kamene závisí na:

- substanci (oxaláty, uráty, fosfáty, vzácně cystin, xantin, proteiny, léky aj.),
- pH moče a aktivitě inhibitorů krystalizace (vysokomolekulární, nízkomolekulární- citráty, Mg ionty)

3 stadia nasycení moče krystalotvornými látkami:

- nízké nasycení (látka se v moči rozpouští)
- nestabilní vysoké nasycení (nutná přítomnost vytvořených jader a inhibitory tvorbě mohou bránit)
- stadium přesycení (homogenní nukleace, inhibitory jsou neúčinné)

Etiopatogeneze

1. **Hyperkalciurie** (hyper)absorpčního typu – dědičná dispozice, prim. **zvýšená absorpce Ca** v tenkém střevě
2. Hyperkalciurie renálního typu – prim. **porucha ren. funkce** s negativní Ca bilancí (vysoký odpad Ca)
3. Hyperkalciurie „renal phosphate leak“ – prim. hyperfosfaturie s následnou hypofosfatemíí a vzestupem vitamínu D s hyperabsorpcí Ca ve střevě, mobilizací Ca ze skeletu
4. Primární hyperparatyreóza – **zvýš. PTH** způsobí zvýšenou kostní resorpci a aktivaci vitamínu D s hyperabsorpcí Ca ve střevě
5. Primárně zvýšená syntéza 1,25-vitamínu D
6. **Sekundární poruchy metabolismu Ca** (hypertyreóza, Cushingova choroba, myelom, deficit Mg, P, nadměrné solení)

Etiopatogeneze - pokračování

7. **Hyperoxalurie** –
 - a) metabolická: primární, při nedost. vitamínu B6, megadávky vitamínu C, vysoký příjem živočišných proteinů, intoxikace etylenglykolem)
 - b) hyperabsorpční: nadměrný příjem, nedostatek Ca ve střevě, onemocnění trávicího ústrojí
8. **Urátová litiáza** – při sníženém pH moče (vysokobílkovinná dieta, alkohol. Excesy
9. **Hypocitraturie**
10. **Hypomagnesiurie**
11. **Uroinfekce** – často v souvislosti s vrozenými anomáliemi nebo funkčními odchylkami moč. ústrojí
12. Genetické poruchy – **cystinurie**, xantinurie, 2,8-dihydroxy adenin litiáza
13. Vliv léků – chronické podávání analgetik, vitaminů, diuretik, kortikoidů, cytostatik, urikosurik, vysokých dávek Ca aj.

Urolitiáza – diagnostika

Laboratorní metody:

- **Analýza močového konkrementu**
- Moč chemicky a mikroskopické vyšetření (pH, erytrocyty, leukocyty)
- Stanovení v odpadu moči za 24 hod:
 - Krystalogenní parametry – dU-Ca, P, KM, oxaláty, cystin
 - Inhibitory krystalizace – dU-Mg, citráty
- Doplnující parametry – S-Ca, P, KM, Mg, Na, K, Cl, kreatinin, CB+elfo, PTH, TSH, vitamin D, dU-Na, K, Cl, kreatinin, ABR

Zobrazovací metody:

- Ultra/sonografie ledvin a močových cest
- Rtg nativní (85% kamenů je kontrastních)
- Vylučovací urografie

Urolitiáza - prevence

- Pravidelný pitný režim během 24hod. s doporučenou diurézou 1,5-2 l (0,5l tekutin po 4hod. a před spaním)
- Dodržovat zásady správné výživy (střídmě živočišné bílkoviny, cukry, nasycené tuky, alkohol, solení) a dostatek pohybu (zvýšení průtoku moče v ledvinách), prevence močové infekce

Urolitiáza - terapie

- Pravidelný pitný režim s diurézou minim. 2-3l/24h (polovina tekutin čistá voda, bylinkové čaje, slabě mineralizované minerálky, magnesia)
- Dieta – střídme maso/uzeniny, nasycené tuky, cukry, alkohol, solení, čokoláda, silné čaje (černé, zelené), káva, ořechy, ovocné a zeleninové koncentráty, vysoké dávky vitamínu C, příjem Ca nesnižovat (má odpovídat cca 0,4l mléka nebo mléč. výrobků/den)
- Léky – diuretika thiazidy (Moduretic) – hypokalciurický efekt, allopurinol – blok tvorby KM, penicillamin – štěpení cystinu, antibiotika – uroinfekce, Mg + pyridoxin (vit.B6) – inhibice, řízená úprava pH
- Chirurgická – drcení kamenů (extrakorporální litotrypsie rázovou vlnou), endoskopicky, event. klasická opeativa

Nejčastější typy močových konkrementů:

- Kyselá moč - **oxalát vápenatý** – monohydrát - whewellit , dihydrát - wheddellit
kyselina močová a její soli (uricit)
- Alkalická moč - fosfáty – **fosforečnan hořečnatoamonný** (struvit), směs fosforečnanu a uhličitanu vápenatého (karbonát apatit), fosforečnan vápenatý (jako apatit, brushit či monelit)
- Na základě metabolické choroby – cystinové, xantinové
- Lékové

Konkrementy často tvoří směsi jednotlivých minerálů
Rozměry – písek až několik centimetrů

WHEWELLIT

- **Oxalát vápenatý monohydrát** (WH) – je nejhojnějším minerálem močových konkrementů.
- Vzniká primární krystalizací z moči nebo dehydratací weddellitu
- Drobné hnědé kaménky s hladkým nebo ledvinitým povrchem. Drobné krystalky jsou bezbarvé, čiré. Větší bývají zbarveny do žluta a světle hněda
- Krystaly bývají ve tvaru činek (piškotů), přesýpacích hodin, sférolitů, tvoří vláknité radiálně paprscité agregáty



www.calculi.cz



www.calculi.cz

© Tamara Kořistková

WHEWELLIT

Výskyt

- 60% močových konkrémentů
- V mikroskopickém vyšetření moče se méně často vedle hojnějšího weddellitu
- Krystaly se usazují a zakládají jádro konkrémentu
- Je běžnou součástí psích kamenů = 3.6%
- Nejčastěji se vyskytuje ve směsi s weddellitem nebo samostatně

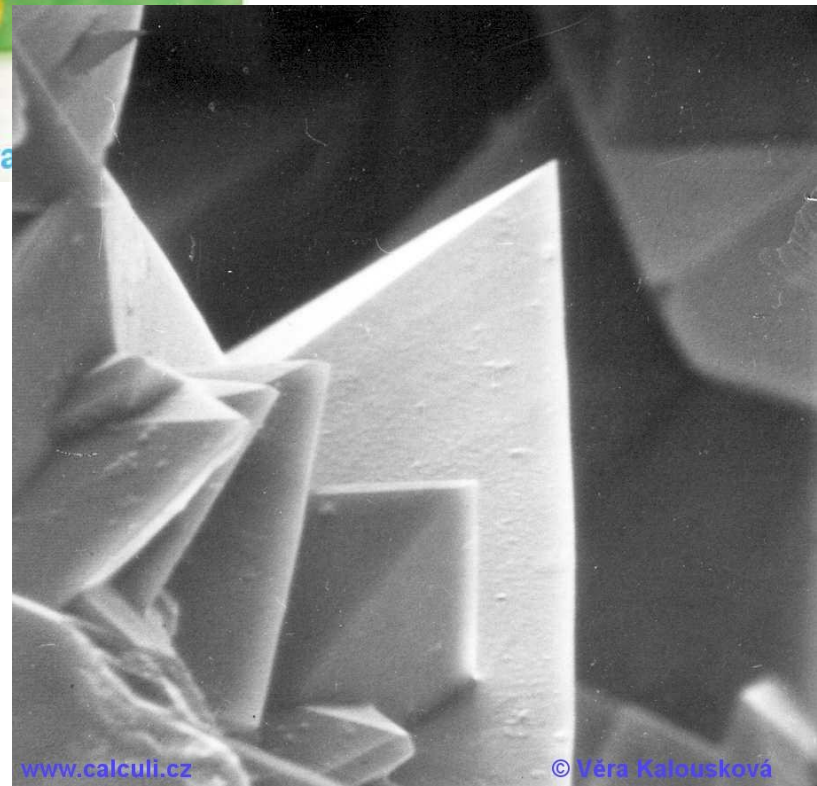
WEDDELLIT

- minerál weddellit – oxalát vápenatý dihydrát vzniká primární krystalizací z moči
- hydratuje na velmi jemnozrnné nebo hrubozrnné agregáty whewellitu
- na povrchu WH konkrementů
- tvoří močový písek či drobné kaménky. Mají krystalický povrch a na lomu neuspořádanou hrubozrnnou strukturou bez ohraničeného krystalizačního jádra
- dipyramidální krystaly - bezbarvý, zbarvení může být bílé, žluté, světle hnědé, od krve pak narůžovělé, červené až po hnědočernou



www.calculi.cz

© Tamara



www.calculi.cz

© Věra Kalousková

WEDDELLIT

Výskyt

- 15 % močových konkrementů
- v mikroskopickém vyšetření moče se nachází často a tvoří typická "psaníčka"
- je běžnou součástí psích kamenů = 4,8 %
- v přírodě je velmi vzácným minerálem, byl dokázán v oceánském bahně Weddellova moře v Anktarctidě
- weddellit se vyskytuje nejčastěji v kamenech společně s whewellitem

KYSELINA MOČOVÁ

- **uricit** - běžná součást konkrementů
- mají nejčastěji oranžovou barvu, kulovitý tvar a hladký povrch bez lesku
- krystalizační jádro
- často tvoří také močový písek
- drobné lištovité krystaly
- nemá vlastní barvu, je zbarvena močovými pigmenty od žluté přes oranžovou až do hnědé

Odlitkový konkrement z
kyseliny močové z ledviny.



KYSELINA MOČOVÁ

Výskyt

- Tvoří 5 - 10 % močových konkrementů
- Pacienti s normální kvantitativní exkrecí kyseliny močové mohou mít problémy s kameny a pískem, díky silně kyselé moči (pH = 4,8 - 5,0)
- Konkrementy z kyseliny močové jsou obecně doprovázeny hyperurikosurií, hyperurikemií a pH menším než 6,2
- Nejčastěji se vyskytují konkrementy pouze z KM, dále z KM/KM dihydrátu a KM/Whewellit

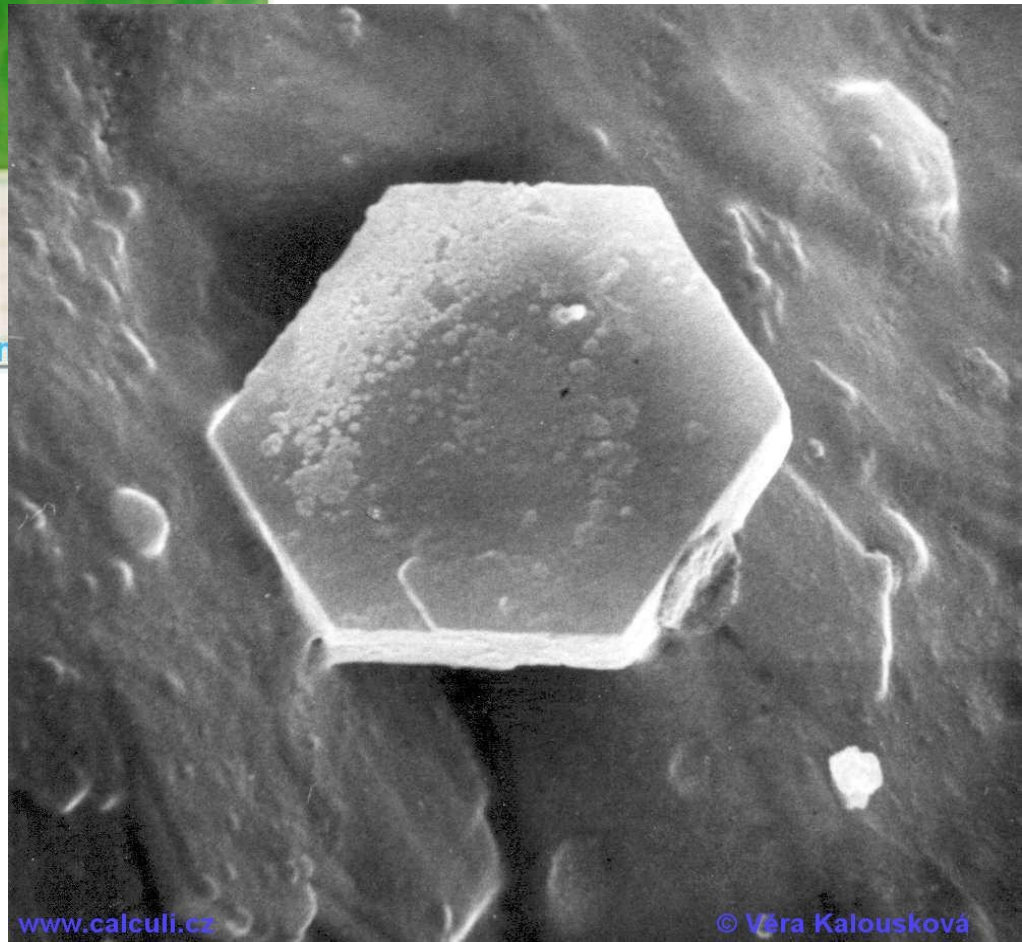
CYSTIN

- vzácnější druhy litiázy
- bez ohraničeného krystalizačního jádra
- typický je hexagonální habitus krystalů
- krystaly jsou bezbarvé, konkrementy pak žluté, žlutobílé až hnědožluté
- lesk je voskovitý, na plochách dokonalé štěpnosti skelný



www.calculi.cz

© Tar



www.calculi.cz

© Věra Kalousková

CYSTIN

Výskyt

- 0,2 % močových konkrementů.
- Je běžnou součástí psích kamenů = 22,5 %
- Krystaly cystinu signalizují silnou cystinurii - dána vrozeným defektem tubulární reabsorbce
- Ke krystalizaci dochází při kyselém pH.
- Kameny bývají většinou monominerální
.

APATIT

- Skupina fosfátových minerálů
- Fosforečnan vápenatý s příměsí fluóru, chlóru nebo vody - $\text{Ca}_5[(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})|(\text{PO}_4)_3]$
- Vyskytuje se jako příměs ve struvitových kamenech
- Tvoří povlaky a vrstvy křídovitého charakteru

Průřez konkrementem z močového měchýře, skládá se z vrstev struvitu a apatitu.



APATIT

Výskyt

- v 3,6 % močových konkrementů
- běžný v mikroskop. vyš. u infekčních močí
- tvoří prostatické kameny a konkrementy slinných žláz
- hyperkalciurie, renální tubulární acidoza, infekce močového traktu, hyperfosfaturie, imobilizace, pH je větší než 6,1; běžně nad 7
- Nejčastěji se vyskytuje ve ve směsi whewellit/weddellit/apatit

STRUVIT

- Fosforečnan hořečnatoamonný hexahydrát (triplfosfát)
- Tvoří kaménky bílé barvy s hladkým povrchem, většinou ve směsi s karbonátapatitem
- Bez přesně ohraničeného krystalizačního jádra
- Často se vyskytuje i ve formě močového písku nebo odlitkových kamenů
- Tvoří klínovité prizmatické krystaly (tvar rakve).
- Je bezbarvý, bílý až nažloutlý, od krve pak narůžovělý, má skelný lesk
- Triplfosfát - název

Odlitkový kámen z
pánvičky ledvinné
tvořený vrstvami struvitu
a apatitu.



www.calculi.cz

Kočí močové
konkrementy tvořené
čistým struvitem.



www.calculi.cz

© Tamara Kofistková

STRUVIT

Výskyt

- z infikované moči - bakterie produkující ureázu štěpí močovinu - vzniká amoniak - velmi zvýší pH
ureáza
- $\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{ ----> } 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$
- zároveň se snižuje hladina citrátu - rozpouštění citrátového iontu bakteriemi
- zvýší se množství hořčíku v moči, který byl vázán na citrát a současně se zvýší obsah vápníku (Při alkalickém pH dochází k tvorbě málo rozpustných sloučenin - hydroxidu vápenatého a Ca^{2+} ionty se pak postupně zabudovávají do směsi fosforečnanu a uhličitanu vápenatého [„karbonátapatitu“ – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4\text{CO}_3\text{OH})_3 (\text{OH})_3$]
Z uvolněných amonných a hořečnatých iontů vzniká struvit - $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- vyskytuje v 6,5 % konkrementů
- je nejhojnějším minerálem konkrementů psů = 55,6 % a koček = 78,3 %

Metody používané při analýze močových konkrementů:

1) INFRAČERVENÁ SPEKTROSKOPIE

- zkoumá absorpci IČ záření molekulami vzorku
- informace o přítomných funkčních skupinách a o molekulové struktuře látky
- slouží i k jejímu kvantitativnímu stanovení
- absorpční spektrum je pro látku charakteristické (izomery)
- při absorpci záření v IČ změna vibračních a rotačních stavů molekuly
- oblast blízká, střední a vzdálená (rotační změny)
- **konkrementy** - střední oblast - v rozsahu 4 000 do 400 cm^{-1} od 2,5 až 25 μm (**dominují vibrační změny**)

Infračervené spektrum

- Vzniká superpozicí absorpčních pásů náležících vibračním dvojic atomů, skupin atomů nebo celé molekuly
- **Znázorňuje závislost absorbance A nebo transmittance T na vlnočetě nebo vlnové délce**
- V infračerveném spektru se rozlišují dvě oblasti:
 - skupinových vibrací mezi 4 000 až 1 400 cm^{-1}
 - "otisku palce" pod 1 400 cm^{-1} – **vibrace charakteristické pro molekulu jednotlivé chemické sloučeniny**

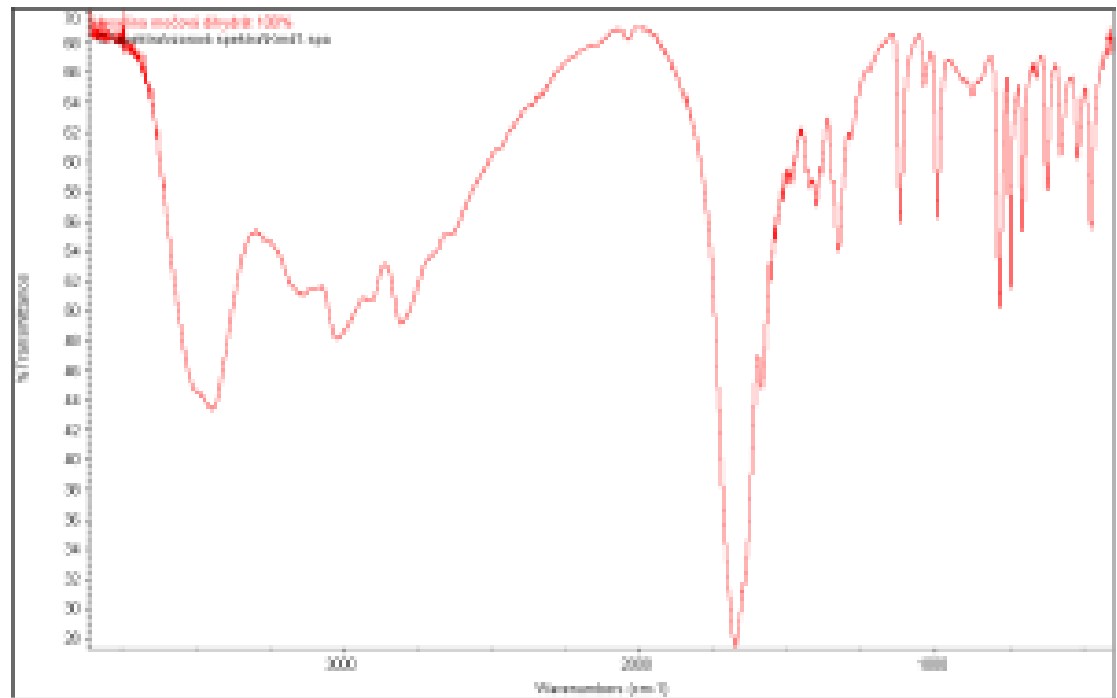
Metodika přípravy vzorků

KBr technika

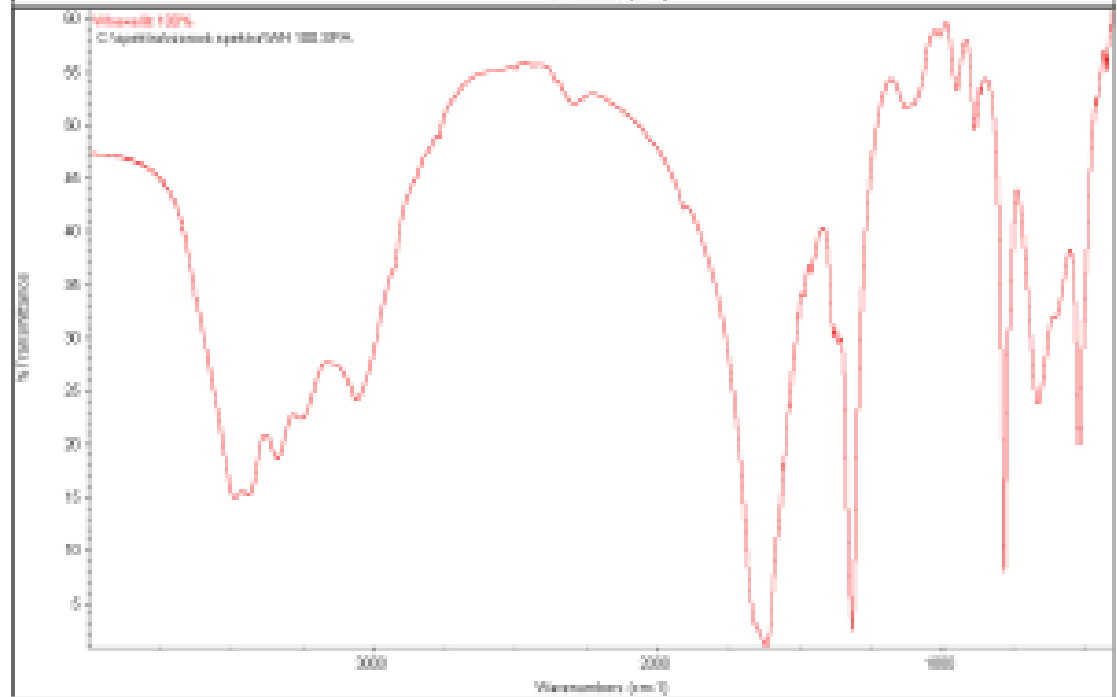
- lisování směsi jemně rozetřené analyzované látky s KBr tlakem cca 500 MPa v lisovací formě
- vznikají průhledné tablety, které se vkládají do držáku v kyvetovém prostoru spektrometru

Příklady IČ spekter:

1) Kyselina močová



2) Weddellit



2) POLARIZAČNÍ MIKROSKOPIE

- Využití v geologii, mineralogii a metalurgii
- **Vybaven polarizačním zařízením**
- Umožňuje studovat vlastnosti minerálů, které nejsou patrné v nepolarizovaném světle
- Optickými metodami lze minerály studovat v procházejícím nebo v odraženém světle (tzv. rudní mikroskopie)
- Optické jevy, k nimž dochází v důsledku interakce polarizovaného světla a krystalů - neobvyčně složité
- Kvalitní využití vyžaduje znalostí a především praktické zkušenosti

Polarizační rudní mikroskop **ARSENAL**, model **AP 1-T** je určený k pozorování neprůhledných předmětů v dopadajícím polarizovaném nebo normálním světle a ke sledování průhledných předmětů v procházejícím světle. Užívá se v oblasti mineralogie, krystalografie, petrografie, geologie, a dalších.

