

Info 11/2020

## Funkce a význam jednotlivých elektrolytů a jejich vypovidací schopnost: vápník (Ca) , fosfor (P) a hořčík (Mg)

### VÁPNIK

Vápník (Ca) je z 98 % obsažen v kostech a zajišťuje jejich stabilitu. Kromě toho má důležitou funkci ve srážení krve a svalové kontrakci. Příjem je zajišťovaný potravou: kosti, kostní moučka a vaječné skořápky jsou na vápník obzvláště bohaté. Vápník je vylučován močí, stolicí a v omezené míře i potem. Hospodaření je zajišťováno příjmem z tenkého střeva, zabudováním do kostí nebo jejich demineralizací a vylučováním močí. Centrální roli přitom hraje parathormon (PTH), který se tvoří v příštítných těliscích. I přes vliv mnoha exogenních faktorů, jako je např. kolísavý příjem minerálních látek, je díky tomuto systému dlouhodobě zajištěna jeho homeostáza. Právě vápník je z minerálních prvků úzce regulován, tzn. že pokud se nachází mimo

fyziologické rozmezí, je zapotřebí i tu nejmenší odchylku verifikovat.

Stanovení koncentrace vápníku v krvi:

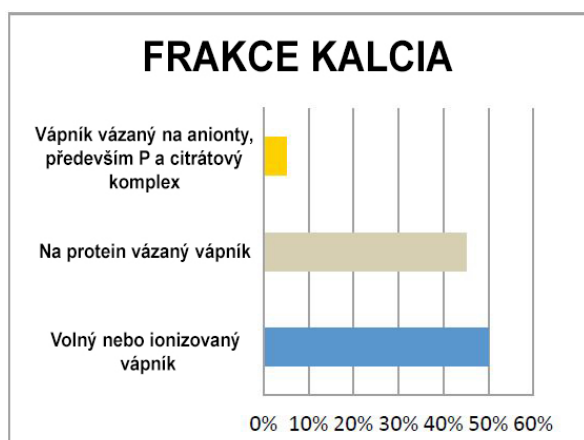
Vápník sestává ze tří frakcí: 50 % tvoří volný, ionizovaný vápník, 45 % vápník vázaný na protein a 5 % vápník vázaný na anionty, především na fosfor a citrátový komplex.

### Vápník - rutinní diagnostika

V séru se často stanovuje celkový vápník, protože jeho stanovení je jednodušší než detekce ionizovaného vápníku, jehož hodnota může být výrazně ovlivněna preanalytickou fází vyšetření. Koncentrace vápníku vázaného na protein je však ovlivňována hladinou celkového proteinu, především albuminu v séru. Snížení koncentrace albuminu v séru způsobí i snížení koncentrace vápníku v séru.

### Ionizovaný vápník

Je lepším indikátorem biologicky aktivního vápníku, protože jeho koncentrace v séru a plazmě je přímo řízena PTH a calcitriolem. Je to proto citlivější pro detekci poruch s jeho hospodařením. Bohužel je jeho odběr neúměrně náročnější, ionizovaný vápník lze stanovit pouze z anaerobně odebrané krve (návod na odběr Vám Laboklin rád poskytne).



## PŘÍKLADY HYPOKALCEMIE

SEKUNDÁRNÍ HYPERPARATHYROIDISMUS	HYPOKALCEMIE
<b>Nedostatek vit. D</b>	↓ Vit. D = ↓ resorpce Ca přijatého v potravě , ↓ Ca v séru = ↑ PTH (porucha absorpce Ca, nedostatek, malabsorpce)
<b>Chronická insuficience ledvin</b>	↓ glomerulární filtrace (GFR) = retence P, ↑ P v séru = tvorba komplexů s volným Ca =hypokalcemie,  ↑ PTH = ztráta kostní hmoty =osteomalácie/rachitida
<b>Nefrotický syndrom</b>	proteinurie vede ke ztrátě vit. D-vázaného na protein, proto je nízká koncentrace 1,25-(OH) vit. D v séru/plazmě, Cave: Ca a PTH mohou být ve fyziologickém rozmezí!
<b>Jaterní cirhóza</b>	↓ syntéza albuminu = ↓ celkový Ca, ionizovaný Ca zůstává v normě, současně nedostatek vit. D = retence Ca
<b>Idiopatické hypokalcemie</b>	↓ Ca v krvi, ↑ PTH = ↑ absorpce Ca ve střevě, ↑ reabsorpce Ca v ledvinách, při déle trvajícím problému = odbourávání Ca z kostí, přetrvávající pokles Ca v krvi vede k neurologické předrážděnosti
<b>Tumory s osteoblastickými metastázami</b>	Karcinomy mléčné žlázy, prostaty, štítné žlázy a bronchiální karcinomy způsobují remineralizaci kostry. ↓ Ca, P v séru, ↑ ALP = „hungry bones syndrome“
<b>Akutní pankreatitida</b>	V zánětlivé, nekrotizující tkáni orgánu dochází k lipolýze mastných kyselin (MK) společně s Ca a Mg. ↓ sérový Ca, ↓ vylučování Ca
<b>Hyperplazie nadledvinek (vylučování GC)</b>	kortizol brání střevní absorpci Ca, zvyšuje se renální eliminace, nadbytek kortizolu napomáhá osteoporóze

**PŘÍKLADY HYPERKALCEMIE**

<b>Primární hyperparathyroidismus</b>	Adenom nebo hyperplazie nadledvinek, vzácně karcinom, ↑ absorpce Ca protože ↑ syntéza 1,25-(OH) vit. D indukovaná PTH
<b>Předávkování vit. A</b>	Kočky jsou mnohem náchylnější než psi!!! Resorpce kostí = ↑ Ca, PTH a vit. D ve fyziologickém rozmezí
<b>Vit. D indukovaná hyperkalcemie</b>	Neregulovaná zvýšená přeměna 25-(OH)-vit. D na 1,25-(OH)- vit. D v makrofázích granulomů.  V séru/plazmě: ↑ vit. D, ↓ PTH
<b>Hypertyreóza</b>	Vzácná forma hyperkalcemie, PTH a 1,25-(OH) vit. D jsou v rámci fyziologického rozmezí
<b>Addisonova choroba</b>	Nedostatek GC zvyšuje střevní absorpci Ca a snižuje jeho renální vylučování
<b>Neoplazie s vylučováním proteinu podobnému PTH (PTH-rp)</b>	↑/↓ PTH, ↑ PTH-rp (karcinom análních žlázek, lymfom)

**ANORGANICKÝ FOSFOR (P)**

Pojem fosfor a fosfát se v laboratorní medicíně používá oboustranně. Pro klinické potřeby je to nevýznamné, protože obsah fosfátu je uváděn jako anorganický fosfor. 85 % fosfátu se nachází v kostech, vázáno na vápník a 14 % je situováno intracelulárně. Intracelulárně se nachází v podobě aniontu nebo jako součást lipidů, proteinů nebo nukleových kyselin. Jedno procento fosforu se nachází v plazmě nebo v dalších tělních tekutinách. I přesto koreluje u většiny patologických stavů koncentrace P v séru s jeho koncentrací v těle. Renální

reabsorpce je důležitým bodem pro zachování koncentrace P v séru. Pokud se zvýší příjem P nebo se sníží jeho glomerulární filtrace, dojde ke snížení renální reabsorpce. Renální reabsorpce je regulována pomocí růstového faktoru fibroblastů (FGF) a parathormonu.

**Hyperfosfatemie**

Hyperfosfatemie způsobuje pokles vit. D a zvyšuje sekreci PTH a FGF. Tyto hormony způsobují fosfaturii.

**PŘÍKLADY HYPERFOSFATEMIE**

<b>Primární/terciární hyperparathyroidismus</b>	Hyperkalcemie, hypofosfatemie
<b>Intestinální malabsorpce</b>	↓ absorpce vit.D a vápníku = sekundární HPTH
<b>Rachitida z nedostatku vit.D/osteomalacie</b>	↓ 1,25-(OH) vit. D, ↑ ALP
<b>Diabetická ketoacidóza</b>	Nejdřív ↑ P, poté se P přesunuje z extracelulárního prostoru do intracelulárního prostoru = hypofosfatemie
<b>Poškození ledvin</b>	Poškození tubulů například vlivem cytostatik vede až k rozvoji Fanconiho syndromu
<b>Refeeding syndrom</b>	Při nedostatečném zásobování těla glukózou, dochází k pokrytí energetických potřeb pomocí spalování tuků (lipolýza), ↑ volné MK, glukóza, ↓ insulin, když skončí nedostatek, dochází ke zvýšenému vyplavování insulinu, vzrůst K, Mg a P v intracelulárním prostoru, pokles v krvi

**PŘÍKLADY HYPERFOSFATEMIE (FYZIOLOGICKY U MLÁĎAT)**

<b>Snížené renální vylučování (FLUTD, CRF, ruptura MM)</b>	↑ P kvůli retenci vlivem ↓ GFR: změna pomocí aktivní reabsorpce, nezávisle na hormonech, avšak koncentrace P extracelulárně je řízena také hormonálně: PTH a ↑ FGF = fosfaturie
<b>Akutní metabolická acidóza</b>	Přesun P z intracelulárního do extracelulárního prostoru, např. respirační acidóza, diabetická ketoacidóza, hypoxie tkání

**HOŘČÍK**

Jedno procento hořčíku (Mg) se nachází extracelulárně. Hořčíkové frakce se nachází v séru a v plazmě jako ionizovaný hořčík, ve vazbě na protein (většinou na albumin) a jako komplexně vázaný hořčík ve formě soli.

Koncentraci hořčíku v plazmě regulují kostra, trávicí ústrojí a ledviny.

Koncentrace hořčíku je závislá na koncentraci albuminu a na hodnotě pH. Při alkalóze se koncentrace hořčíku snižuje kvůli zvýšené vazbě

na protein. Avšak při snížení pH nemusí docházet vždy ke změně koncentrace hořčíku v séru.

Hořčík má různorodé funkce: je esenciální pro zachování elektrolytové rovnováhy, pro zachování energetického metabolismu (aktivace ATP), vedení vzruchu nervovými buňkami,

syntézu proteinu, tvorbu kostní matrix a mineralizaci kostry a dělení buněk.

### Hypermagnézemie

Až na již pokročilé CRF jsou hypermagnézemie při odpovídající substituci nepravděpodobné.

### PŘÍKLADY HYPOMAGNÉZEMIE

<b>Gastrointestinální onemocnění, nedostatečný přísun</b>	Např. průjem, malabsorpce, nedostatečný obsah hořčíku ve stravě
<b>Zánět</b>	Zvýšení CRP v plazmě znamená snížení hořčíku v plazmě
<b>Srdeční nedostatečnost</b>	Porucha elektrolytové a vodní rovnováhy a hospodaření s kyselinami a zásadami, příčinou je diuréza a snížený příjem hořčíku ve stravě
<b>Preeklampsie/eklampsie</b>	Kardinální symptomy: hypertonie a proteinurie, ev. Ca-antagonismus na Ca-kanálech nebo intracelulárně
<b>Diuréza</b>	Např. diuretika nebo osmotická diuréza u DM

### Elektrolyty v séru a stravování

Při posuzování elektrolytů v séru je potřeba věnovat zvláštní pozornost stravování. **Vápník** přijímají zvířata ve stravě z kostí, kostní moučky a vaječných skořápek. Svalovina a vnitřnosti, zelenina a ovoce jsou na vápník výrazně chudší.

Nedostatečný přísun vápníku v potravě vede ke zvýšené sekreci PTH. To má za následek mobilizaci vápníku z kostí a zvýšený příjem ze střeva. Dlouhodobě dochází k demineralizaci až deformitám kostí, především dlouhých kostí, a k dalším změnám na kostře. Typickým příznakem je tzv. „gumová čelist“.

Naopak předávkování vápníkem, které je následkem nadměrného příjmu ve stravě, je výrazně vzácnější a vede k mineralizaci tkání, vředům v žaludku a poruchám kontrakce svalů až k projevům tetanie. Masivně narušený metabolismus kostí, především dlouhých kostí a zvýšené vylučování vápníku močí jsou příznakem nadměrného zásobování organismu vápníkem.

**Fosfát** je obsažen ve velkém množství potravin (maso, zelenina a tuky). Díky tomu je příjem fosforu z potravy ve většině případů dostatečný. V těle se fosfát ukládá v kostech, regulátorem jsou ledviny. Ve stravě by měl být poměr Ca/P

2:1, ev. 1.5:1. Špatné zásobování nebo dokonce obrácený poměr P a Ca se často vyskytuje u individuálně sestavovaných krmných dávek.

**Hořčík** se vyskytuje především v zelené zelenině, ořechách, obilí, mořských plodech a v mase. Ale také pitná voda, především tvrdá, obsahuje hořčík.

**Co se souvislosti hodnot v séru a stravování týče, je obzvláště důležitý poznatek, že hodnoty minerálů v séru ve fyziologickém rozmezí neznamenaají vyváženou stravu. Fyziologická hodnota elektrolytů v séru neznamená, že krmná dávka ve vztahu k těmto parametrům pokrývá potřeby zvířete. K tomu je zapotřebí výpočet bilancované krmné dávky.**