

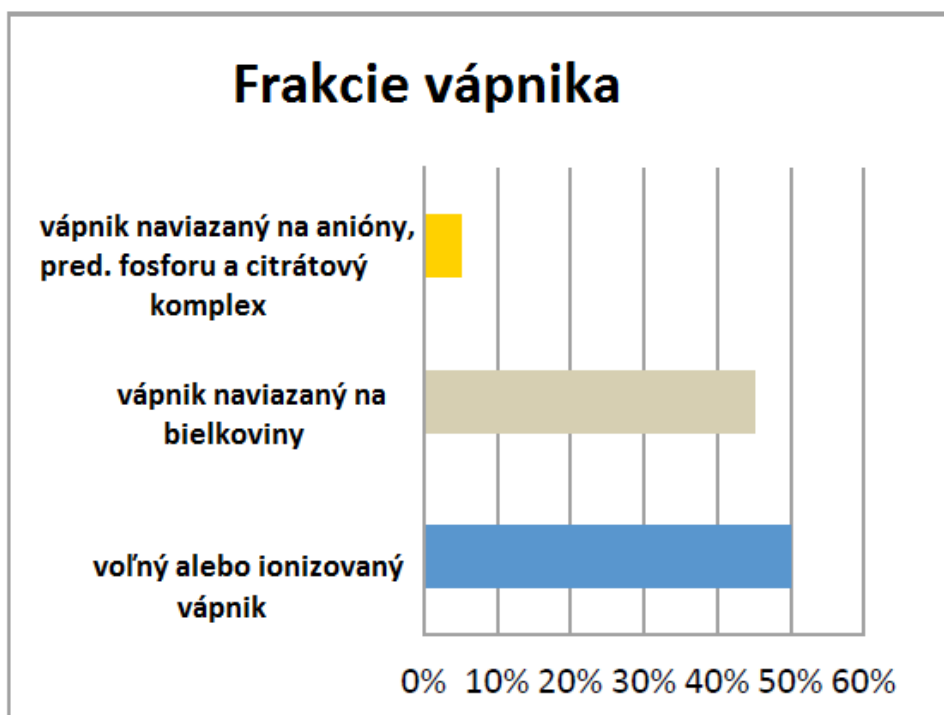
Funkcia a význam jednotlivých elektrolytov a ich výpovedná hodnota: vápnik (Ca), fosfor (P) a horčík (Mg)

Vápnik

Vápnik je z 98% obsiahnutý v kostiach a zabezpečuje ich stabilitu. Okrem toho má význam v procese zrážania krvi a svalovej kontrakcii. Príjem sa uskutočňuje skrz potravu: kosti, kostná múčka a vaječné škrupiny obsahujú veľa kalcia. Vápnik sa vylučuje močom, trusom a v nepatrnom množstve aj potom. Hospodárenie s vápnikom a fosforom je regulované príjmom z tenkého čreva, ukladaním do kostí alebo ich demineralizáciou a vylučovaním obličkami. Centrálnu úlohu pri tom zohráva parathormón produkovaný

príštítnou žľazou. Napriek vplyvu mnohých vonkajších faktorov, ako je kolísajúci príjem minerálov, tento regulačný systém udržiava hemostázu dlho stabilnú. **Predovšetkým kalcium je veľmi prísne regulované. To znamená, že namerané hodnoty vápnika mimo referenčné rozmedzie je potrebné vždy overiť, aj pri malých zmenách.**

Stanovenie kalcia v krvi: vápnik sa vyskytuje v troch frakciách: 50% ako voľný alebo ionizovaný vápnik, 45% vápnik naviazaný na proteíny, 5% vápnik naviazaný na anióny, predovšetkým fosforu a citrátový komplex.



Vápnik naviazaný na proteíny (rutinná diagnostika)

Zo séra často stanovujeme vápnik naviazaný na proteíny, lebo jeho stanovenie je jednoduchšie ako u ionizovaného vápnika, nakoľko je menej ovplyvnené predanalytikou. Avšak jeho koncentrácia v sére je potom ovplyvnená

obsahom proteínov, predovšetkým albumínu. Pokles albumínu spôsobuje zníženie hladiny vápnika v sére.

Ionizovaný vápnik

Tento je lepším indikátorom biologicky aktívneho kalcia, lebo jeho sérové alebo plazmatické koncentrácie sú priamo regulované PTH a kalcitriolom. Je to teda senzitívnejšia metóda merania pri poruchách hospodárenia

s vápnikom. Avšak predanalytika je náročnejšia, keďže ionizovaný vápnik môže byť stanovený len zo vzorky odobranej bez prístupu vzduchu. (Návod na odber vám v Labokline radi poskytneme).

Príklady hypokalcémie

Sekundárna hyperparatyreóza	hypokalcémia
Deficit vitamínu D	vit. D↓ = resorpcia výživou prijatého Ca↓, Ca v sére↓ = PTH↑ (porucha absorpcie Ca, deficit vit. D, malabsorpcia)
Chronická renálna insuficiencia (CRI)	glomerulárna filtrácia (GFR)↓, retencia P, P v sére↑, tvorba komplexov s voľným vápnikom = hypokalcémia, PTH↑ = strata kostného tkaniva = osteomalácia/rachitída
Nefrotický syndróm	proteínúria vedie k strate proteínu viažuceho vit. D, preto nízka koncentrácia 1.25(OH)-vit. D v sére/plazme; pozor Ca a PTH môžu byť v norme!
Cirhóza pečene	syntéza albumínu ↓ = celkový Ca ↓, ionizovaný Ca zostáva v norme, zároveň deficit vit. D = retencia Ca
Idiopatická hypokalcémia	vápnik v krvi↓, PTH↑ = absorpcia Ca v čreve↑, reabsorpcia Ca v obličkách ↑, pri dlhšie trvajúcim probléme = odbúravanie Ca z kostí, neustále znižovanie Ca v krvi vedie k zvýšenej neurologickej dráždivosti
Tumory s osteoblastickými metastázami	karcinómy mliečnej žľazy, prostaty, štítnej žľazy a bronchov spôsobujú remineralizáciu skeletu; Ca, P v sére ↓, ALP ↑ = „hungry bones syndrome“
Akútna pankreatitída	v zapálenom, nekrotickom tkanive orgánu sa zmydelňujú mastné kyseliny spolu s Ca a Mg; sérový Ca ↓, vylučovanie Ca ↓
Hyperplázia nadobličiek (podávanie glukokortikoidov)	kortizol suprimuje intestinálnu absorpciu vápnika, zvyšuje renálnu elimináciu, prebytok kortizolu podporuje osteoporózu

Príklady hyperkalcémie

Primárna hyperparatyreóza	adenóm alebo hyperplázia prištítnej žľazy, zriedkavo karcinóm, syntéza 1.25(OH)-vit. D ↑ indukovaná PTH = absorpcia Ca ↑,
Predávkovanie vitamínom A	mačky oveľa náchylnejšie ako psy! resorpcia kostí = Ca ↑, PTH a 1.25(OH)-vit. D v norme
Vitamínom D indukovaná hyperkalcémia	neregulovaná zvýšená premena 25-OH-vit. D na 1.25(OH)-vit. D v makrofágoch granulómu; sérový/plazmový 1.25(OH)-vit. D↑, PTH ↓
Hypertyreóza	zriedkavá forma hyperkalcémie, PTH a 1.25(OH)-vit. D v referenčnom rozmedzí
M. Addison	nedostatok glukokortikoidov zvyšuje intestinálnu absorpciu Ca a znižuje vylučovanie obličkami
Neoplázie produkujúce PTH-rp	PTH +/-, PTH-rp↑ (karcinóm análnych včkov, lymfóm)

Anorganický fosfor (P)

Pojmy fosfor a fosfát sa v laboratórnej medicíne používajú ako synonymá. Pre klinické účely je rozdiel nepodstatný, lebo obsah fosfátov sa uvádza ako anorganický fosfor. 85% fosfátov je lokalizovaných v kostiach spolu s vápnikom a 14% sa nachádza intracelulárne. Tam sa vyskytuje ako anión alebo ako súčasť lipidov, proteínov a nukleových kyselín. 1% obsahu fosforu je lokalizované v plazme alebo iných

telových tekutinách. Napriek tomuto malému podielu koreluje koncentrácia v sére pri väčšine patologických stavov s obsahom fosfátu v tele. Renálna reabsorpcia je dôležitým oporným bodom pre stabilnú hladinu fosfátu v sére. Pri zvýšenom príjme fosfátu alebo zníženej GFR sa znižuje renálna reabsorpcia. Tá je regulovaná parathormónom a fibroblastovým rastovým faktorom (FGF).

Príklady hypofosfatémie

Primárna/terciárna hyperparatyreóza	hyperkalcémia, hypofosfatémia
Intestinálna malabsorpcia	absorpcia vit. D a Ca ↓ = sekundárna HPTH
Deficit vit. D – rachitis/osteomalácia	1.25(OH)- vit. D ↓, ALP ↑
Diabetická ketoacidóza	najprv P ↑, potom presun P z extracelulárneho priestoru (ECP) do intracelulárneho (ICP) = hypofosfatémia
Poškodenie obličiek	poškodenie tubulov napr. cytostatikami až po Fanconiho syndróm
Refeeding syndrome	pri nedostatočnom zásobení glukózou pokrýva organizmus potrebu energie spaľovaním tukov (lipolýza), voľné MK ↑, glukóza, inzulín ↓, keď skončí situácia nedostatku vylučovanie inzulínu ↑, K, Mg, P v ICP ↑, v krvi ↓

Hyperfosfatémie

Hyperfosfatémie znižujú koncentráciu 1.25(OH)-vitamínu D a zvyšujú sekréciu PTH a FGF.

Tieto hormóny podporujú vylučovanie fosforu obličkami.

Príklady hyperfosfatémie (fyziologická u mladých zvierat)

Znížené vylučovanie obličkami (Feline Lower Urinary Tract Disease (FLUTD), CRI, ruptúra močového mechúra)	GFR ↓ = P ↑ (retencia): zmena aktívnu reabsorpciou, nezávislá od hormónov, avšak koncentrácia P v ECP je regulovaná aj hormónmi: PTH a FGF ↑ = fosfatúria
Akútna metabolická acidóza	presun P z ICP do ECP, napr. respiračná acidóza, diabetická ketoacidóza, hypoxia tkanív

Horčík

1% horčíka (Mg) sa nachádza v extracelulárnej tekutine. Frakcie horčíka v sére a plazme pozostávajú z ionizovaného magnézia, magnézia naviazaného na proteíny, väčšinou albumín a v komplexoch viazaného magnézia vo forme solí. Kostrový systém, gastrointestinálny systém a obličky regulujú koncentráciu horčíka v plazme. Magnézium je závislé na koncentrácii albumínu a hodnote pH. Pri alkalóze je hodnota Mg znížená kvôli zvýšenému viazaniu na

bielkoviny. Zníženie však môže byť sprevádzané aj normálnymi hodnotami v sére. Úlohy horčíka sú mnohoraké: je nevyhnutný pre elektrolytovú rovnováhu, energetický metabolizmus (aktivácia ATP), prenos vzruchu v nervových bunkách, syntézu bielkovín, výstavbu kostného matrix a mineralizáciu skeletu a pre delenie buniek.

Príklady hypomagneziémie

Gastrointestinálne ochorenia, nedostatočný príjem	napr. hnačka, malabsorpcia, deficit Mg vo výžive
Zápal	zvýšenie C-reaktívneho proteínu (CRP) v plazme sa správa inverzne k Mg
Srdcová insuficiencia	poruchy hospodárenia s vodou a s elektrolytmi a acidobázickej rovnováhy, spôsobené diurézou a zníženým príjmom krmiva
Preeklampsia, eklampsia	hlavné symptómy: hypertónia a proteínúria, ev. Ca-antagonizmus na Ca-kanáloch alebo intracelulárne
Diuréza	napr. diuretiká alebo osmotická diuréza pri diabetes mellitus

Hypermagneziémia

Okrem vážnej CRI sú pri primeranej substitúcii hypermagneziémie nepravdepodobné.

Elektrolyty v sére a výživa

Pri hodnotení sérových elektrolytov je potrebné venovať osobitnú pozornosť výžive. Zdrojom vápnika vo výžive sú kosti, kostná múčka a vaječné škrupiny. Svaly a vnútornosti, zelenina a ovocie sú na kalcium oveľa chudobnejšie. Nedostatok vápnika vo výžive vedie k zvýšenej sekrécii PTH. To má za následok mobilizáciu vápnika z kostí a zvýšené vstrebávanie z čreva. Z dlhodobého hľadiska sa rozvíja demineralizácia až deformácia kostí, predovšetkým rúrovitých kostí, a ďalšie zmeny kostrového systému. Typickým príznakom je tzv. gumová čeľusť. Naproti tomu nadbytok vápnika vo výžive sa vyskytuje oveľa menej často. Vedie ku kalcifikácii tkanív, vredom žalúdka a poruchám svalových kontrakcií až po tetániu. Masívne narušený metabolizmus kostí, predovšetkým rúrových kostí a zvýšené vylučovanie vápnika

močom sú príznaky hypersuplementácie vápnikom. Fosfát je obsiahnutý v mnohých potravinách (mäso, zelenina a tuk). Preto je príjem fosforu výživou vo väčšine prípadov dostatočný. Zásobárňou fosfátu v tele je kostrový systém, regulátorom sú obličky. Pomer Ca/P vo výžive by mal byť 2:1, ev. 1,5:1. Chyby v zásobení, ako aj opačný pomer Ca/P sa často vyskytujú pri individuálnej príprave krmiva.

Magnézium sa nachádza predovšetkým v zelenej zelenine, orieškoch, obilí, morských plodoch a mäse. Ale aj pitná voda, predovšetkým tvrdá, obsahuje magnézium.

Zvlášť dôležitý je v súvislosti so sérovými hodnotami a výživou poznať, že sérové hladiny v referenčnom rozmedzí neznamenajú, že výživa je vyvážená. Hodnota elektrolytu v sére v referenčnom rozmedzí neznamená, že krmná dávka dobre pokrýva potrebu tejto zložky. Na tento účel slúži individuálne prepočítanie krmnej dávky.

Dr. Anja Cölfen