

Hypokalcémie

Referenční hodnoty kalcia bývají **2,25–2,75 mmol/l**. Z toho je v séru vázáno na bílkoviny asi 40–45 % kalcia, 5–10 % je v komplexech s anionty kyselin a 50 % je v ionizované podobě. Ionizovaná frakce sérového kalcia má rozhodující význam, protože pouze tento vápník může ovlivňovat různé iontové pochody, jako normální kontraktilitu svalů včetně myokardu a stabilitu náboje membrán. Při poklesu ionizovaného kalcia pod 1 mmol/l sice **stoupá** neuromuskulární dráždivost, ale současně **klesá** kontraktilita myokardu. U kosterní svaloviny dochází ke změně náboje sarkoplazmatického retikula a uvolnění Ca^{2+} (což vede ke kontrakci). V myokardu je naopak nedostatek Ca^{2+} iontů (intenzivní výměna s extracelulárním prostorem).

Odpad močí činí kolem 5 mmol/24 hodin. Při interpretaci efektivní kalcémie je klíčová úloha pH krve, která je rozhodující pro patřičný podíl ionizované frakce vápníku.

Jako **hypokalcémii** označujeme $\text{Ca} < 2,14 \text{ mmol/l}$.

Etiologie

Hypoalbuminémie

Onemocnění ledvin a jater vede k nedostatečné syntéze a ztrátám plazmatických bílkovin (především albuminů). To snižuje celkovou vaznou schopnost séra.

Příčiny vzniku

- nefrotický syndrom
- exsudativní enteropatie
- jaterní cirhóza

 Podrobnější informace naleznete na stránce [Hypoalbuminemie](#).

Endokrinní původ

Hypoparatyreóza

- **idiopatická** – sporadická a familiární
- **infiltrace** – hemochromatóza, amyloidóza, Wilsonova choroba, metastázy
- **iatrogenní** – chirurgické odstranění všech čtyř příštítných tělísek (chyba při tyreoidectomii)
- **autoimunitní** – autoimunitní polyglandulární syndrom I
- **anomálie** – aplázie, DiGeorgův syndrom

Pseudohypoparatyreóza je stav, kdy cílové buňky nereagují na parathormon.

Deficit vitamínu D

- nutriční deficit
- poruchy GIT
- chronická renální insuficience
- vitamin D-rezistentní rachitis
- vitamin D-dependentní rachitis
- nefrotický syndrom
- urychlení metabolismu vitamínu D – antikonvulsiva, alkohol, cholestyramin

Deplece kalcia ze séra

- hyperfosfatemie: nadměrný přívod fosforu stravou (mléčné výrobky), syndrom lýzy buněk, osteoblastické metastázy
- syndrom „hladové“ kosti
- pankreatitida – tvorba mýdel s mastnými kyselinami

Kriticky nemocní pacienti

- Gram negativní seps
- syndrom toxického šoku

Jiné původy

- hypomagnesemie
- Kenny-Caffey syndrom

Patogeneze

Hypoalbuminémie je spojena s poklesem sérových koncentrací celkového kalcia, ale koncentrace ionizovaného kalcia zůstává nezměněna. Pacient proto nemá žádné příznaky hypokalcemie. Při alkalóze **stoupá vazba kalcia na bílkoviny** a zejména na komplex endogenních aniontů, a to na úkor ionizované frakce. Proto pacient bude mít klinické příznaky hypokalcemie i při nezměněné koncentraci celkového Ca.

Hypomagnesemie snižuje sekreci parathormonu (používá se zkratka PTH) a inhibuje odpověď kostí na PTH, vede tedy k hypokalcemii. Hyperfosfatemie vede k přesunu kalciumfosfátu do tkání, vede tedy rovněž k hypokalcemii.

Při pankreatitidě se kalcium vychytává v **orgánových kalcifikacích** (Balserovy nekrózy). Hypokalcemie při sepsi je multifaktoriální :

1. získaná insuficience parathyreoidey
2. porucha 1- α -hydroxylace v ledvinách
3. ztráta senzitivity na vitamin D atd

Hypokalcemie při sepsi je považována za zlý prognostický znak.

Klinický obraz

Příznaky hypokalcemie mohou být **různorodé**, někdy i málo nápadné. Chronická hypokalcemie může i několik let unikat správné diagnóze.

Nejčastější příznaky

- příznaky neuromuskulární a psychiatrické
- Tetanie = syndrom zvýšené dráždivosti centrálního a periferního nervového systému (generalizované tonické křeče, karpopedální spasmy, „porodnická ruka“, laryngospasmus, dysartrie)

Může být porucha inteligence, myopatie. Při dlouhotrvající hypokalcemii mohou vznikat **extrapyramidové příznaky** (parkinsonismus, choreoatetosa) a změny na kostech (rachitis, osteomalacie). Dochází i ke změnám zubů a to hlavně **extremní kazivost a hypoplastický chrup**. V rámci dermatologické symptomatologie pozorujeme dermatitis, ekzém, **psoriatické příznaky, lomivé vlasy, alopecia areata**. V rámci očních změn jsou popisovány katarakta, **neuritis nervi optici, edém papily**. Kardiovaskulární symptomatologie zahrnuje hypotenzi, pokles kontraktility, prodloužení QT intervalu na EKG. Klinické projevy výrazně zhoršuje (někdy i imituje) současná hypomagnesémie.

Diagnostika

- kalcium v séru, včetně ionizované frakce
- fosfor, magnesium, albumin
- kreatinin, clearance kreatininu
- parathormon
- ultrazvuk parathyreoidey
- metabolity vitaminu D
- zvýšení cAMP v moči po infuzi PTH (diagnostika pseudohypoparatyreózy)

Diagnostický algoritmus

1. vyšetříme albumin v séru, hladina albuminu je nezbytná k průkazu hypoalbuminemie, při normální hodnotě albuminu 35–55 g/l pokračujeme
2. stanovíme magnesium v séru, hladina magnesia je nezbytná k průkazu hypomagnesemie, při normální hodnotě magnesia pokračujeme
3. stanovíme fosfor a PTH v séru
 - zvýšený PTH + hypofosfatemie → deficit vitaminu D
 - zvýšený PTH + normo- nebo hyperfosfatemie → pseudohypoparatyreóza
 - snížený PTH + hyperfosfatemie → hypoparatyreóza

Terapie akutní hypokalcemie

Akutní hypokalcemie je stav vyžadující **bezprostřední intenzivní péči** pro vysoké riziko křečí a laryngospasmu.

Akutní hypokalcemii řešíme podáním **10% Calcium gluconicum** (1 ml = cca 0,2 mmol) 1 ml/kg **nebo 10% Calcium chloratum** (1 ml = cca 0,5 mmol) 0,2 ml/kg i.v. během 10 minut (maximální jednotlivá dávka je 10 mmol, maximální rychlost 1 ml/min.). Současně kontrolujeme srdeční frekvenci (při rychlém podání je riziko bradykardie). Dávku možno opakovat při monitoringu EKG po 60 minutách. Přednost obvykle dáváme Calcium gluconicum, protože Calcium chloratum silně dráždí cévy a při paravenosním úniku je větší riziko nekrózy tkáně.

10% MgSO₄ 0,2–0,5 ml/kg i.v. během 15–20 minut podáváme **při potvrzené hypomagnesemii**, tj Mg < 0,5 mmol/l nebo pokud i.v. podání kalcia nevede k ústupu klinické symptomatologie.

Po akutní léčbě pokračujeme substitucí i v kapacích infuzích. Pokud je přítomna hyperfosfatemie, snažíme se ji snížit nízkobílkovinnou dietou, iontoměníči (calcium carbonicum). Hyperfosfatemie totiž působí antagonisticky na léčebné snahy při hypokalcemii a navíc hrozí vypadávání kalciumfosfátu v parenchymatósniých orgánech.

Hyperventilační tetanie

Prvním terapeutickým opatřením je rebreathing CO₂ prostřednictvím igelitového sáčku, vzhledem k anxietě je vhodný i **diazepam** 0,1–0,2 mg/kg (většinou u adolescentů 5–10 mg *pro dosi*) i.v., ev. doplňkově kalcium.

Odkazy

Související články

- Hyperkalcemie
- Poruchy kalciofosfátového metabolismu
- Patofyziologie kosti, vápníku a fosfátů
- Trousseauův příznak

Externí odkazy

- Hypokalcemia a EKG (TECHmED) (<https://www.techmed.sk/hypokalcemia/>)

Zdroj

- HAVRÁNEK, J.: *Dysbalance ostatních iontů*.