

guje suboptimálně při hypoxii a katabolismu. Těžká hyperkalemie (> 7,0 mmol/l) vyžaduje EKG monitoring a okamžitou intervenci. V případě arytmie aplikujeme 10% calcium gluconicum 0,5–2,0 ml/kg v infuzi na 5–10 minut; intervence snižující hladinu draslíku zahrnují intracelulární přesun K⁺ (inzulin s glukózou, 4,2% bikarbonát sodný, β₂-mimetika) a renální exkreci draslíku (furosemid). Časná postnatální suplementace K⁺ může naopak snížit incidenci závažné hypokalemie (< 3,0 mmol/l) (1–5).

Hyperkalemie > 6,0 mmol/l

- Non-oligurická hyperkalemie (U–K > 20 mmol/l)
 - VLBW a extrémně nezralí novorozenci, porod bez antenatálních steroidů, acidóza (záměna H⁺ za K⁺), katabolické stavy, perinatální asfyxie, výrazné hematomy, tkáňová nekróza, hemolýza
- Oligurická hyperkalemie (U–K < 20 mmol/l) při renálním selhání.

Hypokalemie < 3,5 mmol/l

- Nezralost (zvýšená potřeba), růstová restrikce (deplece), iatrogenní (snížený přívod), medikace (diuretika), renální (polyurická fáze renálního selhání) a gastrointestinální ztráty (NEC, ileus, syndrom krátkého střeva, průjem), alkalóza, inzulin.

Vápník (calcium, Ca²⁺)

Významný intracelulární kationt – nejvíce zastoupený minerál v těle (97–99% v kostech jako *microcrystalline apatit* [Ca₅(PO₄)₃(OH)]); podléhá hormonální regulaci prostřednictvím parathormonu (PTH), kalcitoninu a vitamínu D. Pro snížení rizika precipitace se doporučuje použití organických sloučenin fosforu (*sodium glycerofosfát*, *disodium glukóza-1-fosfát*) a kalcia (*calcium gluconicum*); infuze s vápníkem a fos-

forem by zároveň měla mít dostatečný objem (≥ 40–50 ml/kg/den) a obsahovat aminokyseliny ≥ 1 g/kg/den (3, 4, 8).

Hyperkalcemie > 2,8 mmol/l

- iatrogenní, předávkování vitamínem D, hyperparatyreóza, Bartterův syndrom

Hypokalcemie < 2,2 mmol/l

- nedostatečný přívod, malabsorpce (pozn.: absorpce kalcia z enterální nutrice je vysoce variabilní → 20–80 %), deficit vitamínu D, hypoparatyreóza, deficit hořčíku, renální insuficience, diuretika, hyperfosfatemie (iatrogenní), alkalóza

Fosfor (phosphate, P)

Hlavní intracelulární aniont – esenciální pro produkci adenosin trifosfátu a součást membránových fosfolipidů a nukleových kyselín. Fosfor je z 80 % v kostech (Ca : P molární poměr v apatitu = 1,67) a 20 % tvoří metabolicky aktivní část v tkáních. Nezralý novorozenec s parenterálním přívodem aminokyseliny ≥ 2,0–2,5 g/kg/den by měl mít v prvních dnech života Ca : P molární poměr optimálně 1,0 (rozmezí 0,8–1,2); v růstovém období pak 1,3. Hyperfosfatemie může způsobit život ohrožující hypokalcemii (křeče, laryngospasmus), zatímco hypofosfatemie je asociovaná se svalovou slabostí, prolongovanou ventilační podporou a zvýšeným rizikem infekce a úmrtí (8, 9).

Hyperfosfatemie > 2,5 mmol/l

- nadměrný přívod (iatrogenní), renální insuficience

Hypofosfatemie < 1,5 mmol/l

- nedostatečný přívod (zvláště při intenzivní kalorické realimentaci – *refeeding*

syndrom), hyperparatyreóza, diuretika, malabsorpce (pozn.: absorpce fosforu z enterální nutrice → 50–60 %)

Hořčík (magnesium, Mg²⁺)

Významný intracelulární kationt – hojně zastoupený minerál v těle (65 % v kostech), u kterého je deficit často provázený hypokalcemií (Mg–dependentní adenylátcykláza → při deficitu hořčíku dojde ke snížené sekreci PTH a periferní rezistenci na PTH) (8, 10).

Hypermagnezemie > 1,2 mmol/l

- renální insuficience, terapie matky (*magnesium sulfát*)

Hypomagnezemie < 0,6 mmol/l

- nedostatečný přívod, syndrom krátkého střeva, hyperparatyreóza

Závěr

Stojí za zapamatování

- Parenterální nutrice je nedílnou součástí komplexní péče o novorozence, proto je nutná znalost indikačních kritérií a komplikací souvisejících s PN.
- Rozsah postnatálních změn vnitřního prostředí je zásadně ovlivněn zralostí a aktuálním stavem novorozence, proto je nutná pravidelná monitorace (bilance tekutin, hydratace, hmotnost, biochemické vyšetření).
- Složení PN by mělo být individualizované s ohledem na možné komplikace (dehydratace, tekutinové přetížení, elektrolytové dysbalance, refeeding syndrom).
- Parenterální přívod tekutin, elektrolytů a minerálů dle gestačního a postnatálního věku na základě ESPGHAN doporučení (Tab. 3–4).

LITERATURA

1. Jochum F, Moltu SJ, Senterre T, et al. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Fluid and electrolytes. *Clin Nutr.* 2018;37(6 Pt B):2344-2353.
2. Fusch C, Jochum F. Water, sodium, potassium and chloride. *World Rev Nutr Diet.* 2014;110:99-120.
3. Heimler R, Doumas BT, Jendrzyszczak BM, et al. Relationship between nutrition, weight change, and fluid compartments in preterm infants during the first week of life. *J Pediatr.* 1993;122(1):110-114.
4. Elstgeest LE, Martens SE, Lopriore E, et al. Does parenteral nutrition influence electrolyte and fluid balance in preterm

- infants in the first days after birth? *PLoS One.* 2010;5(2):e9033.
5. Zadák Z, Hyšpler R, Tichá A. Příručka infuzní elektrolytové terapie. Hradec Králové: Ardeapharma, a.s., 2021. 86 s.
6. Späth C, Sjöström ES, Ahlsson F, et al. Sodium supply influences plasma sodium concentration and the risks of hyper- and hyponatremia in extremely preterm infants. *Pediatr Res.* 2017;81(3):455-460.
7. Iacobelli S, Kermorvant-Duchemin E, Bonsante F, et al. Chloride Balance in Preterm Infants during the First Week of Life. *Int J Pediatr.* 2012;2012:931597.
8. Mihatsch W, Fewtrell M, Goulet O, et al. ESPGHAN/ES-

PEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Calcium, phosphorus and magnesium. *Clin Nutr.* 2018;37(6 Pt B):2360-2365.

9. Cormack et al; ProVIDE Trial Group. Neonatal Refeeding Syndrome and Clinical Outcome in ELBW: Secondary Cohort Analysis From the ProVIDE Trial. *JPN J Parenter Enteral Nutr.* 2021;45(1):65-78.
10. Rigo J, Pieltain C, Christmann V, et al. Serum Magnesium Levels in Preterm Infants Are Higher Than Adult Levels: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2017;9(10):1125.