

Vitaminy a stopové prvky u novorozenců

MUDr. Tomáš Jimramovský

Pediatrická klinika LF MU a FN Brno

Výživa novorozence je velice komplexní problematika, jednotlivá doporučení se často mění dle výsledků nejnovějších studií. Článek poukazuje na význam vitaminů a stopových prvků ve výživě novorozenců, především nedonošených.

Klíčová slova: výživa novorozence, vitaminy a stopové prvky u novorozence.

Vitamins and trace elements in neonate

Neonatal nutrition is very complex discipline. Recommendations are often changed according to the latest research. This article points out the relevance of vitamins and trace elements in the nutrition of neonates, especially the premature ones.

Key words: neonatal nutrition, vitamins and trace elements in neonate.

Vitaminy

Vitaminy jsou nízkomolekulární látky nezbytné pro lidský život, plní funkci katalyzátorů biochemických reakcí. Podílejí se na metabolismu cukrů, tuků a bílkovin. Lidský organismus si je nedokáže syntetizovat v dostatečném množství. Název pochází z latinského *vita* a *amine* – životně důležité aminy, později se zjistilo, že ne všechny vitaminy jsou biochemicky aminy, tak jako první objevený vitamin B1.

- Rozlišujeme vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E, K) a vitaminy rozpustné ve vodě (C, B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9, B12). Jako vitaminy F jsou označovány esenciální mastné kyseliny.

V současné době existují v ČR jasná doporučení týkající se suplementace vitamínem D a K jak u donošených, tak u nedonošených novorozenců (viz níže). U ostatních vitaminů už je situace složitější, jasná doporučení jsou výjimečná i v zahraniční literatuře. Pro donošeného fyziologického novorozence je adekvátní množství vitaminů obsaženo v mateřském mléce (1). To však neplatí pro novorozence nedonošené, u kterých dosahujeme adekvátního příjmu vitaminů multivitaminovými preparáty

přidávanými do parenterální výživy, fortifikací mateřského mléka nebo speciální formulí a vitamínovými přípravky přidávanými k enterální výživě. Otázkou především zůstává, kdy a jakou formou zahájit suplementaci vitaminů u nedonošených a ev. donošených patologických novorozenců. Odpověď by mohly dát nejnovější práce expertů na výživu novorozence. Dle nich bychom měli všem nedonošeným novorozencům s porodní hmotností pod 1500 g na parenterální výživě přidávat vitaminy již druhý den života (1). Ostatním nedonošeným novorozencům podáváme vitaminy od druhého týdne věku, pokud jsou stále převážně na parenterální výživě a netolerují fortifikaci, to platí i pro donošené patologické novorozence na dlouhodobé parenterální výživě. Dle doporučení WHO a ESPGHAN u nedonošených novorozenců krměných fortifikovaným mateřským mlékem nebo hyperkalorickou formulí není třeba podávat jiné vitaminy než D a K (2, 3). Pokud jsou tyto rizikové novorozenci krmeni hydrolyzátem nebo nefortifikovaným mateřským mlékem nebo běžnou počáteční formulí, pak je na místě suplementace vitaminy C, B6, A, E a kyselinou listovou, event. i vitaminy B1 a B2 (1). Současné

práce prozatím jasně nestanovují, kdy suplementaci ukončit.

K zodpovězení všech otázek kolem vitamínoterapie jsou nutné další studie, nicméně je jasné, že nedonošení a patologičtí donošení novorozenci na dlouhodobé parenterální výživě jsou náchylní k rozvoji hypovitaminózy a je nezbytné dbát o jejich správnou výživu. Vzhledem k tomu by bylo jisté dobré vytvořit jednotné celorepublikové doporučení pro podávání vitaminů těmto skupinám novorozenců.

Vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E, K) potřebují ke svému vstřebávání ve střevě přítomnost pankreatických enzymů a žlučových kyselin (4). Lidský organismus si vytváří zásoby těchto vitaminů, proto se jejich deficit většinou neprojeví ihned. Výjimkou je stav, kdy jsou tyto zásoby již při narození nedostatečné, tak jak je tomu například u nedonošených novorozenců (6). Naproti tomu nadbytek vitaminů rozpustných v tucích způsobí ukládání těchto látek s možnými toxickými účinky na organismus (4).

Retinol (vitamin A) je nezbytný pro tvorbu zrakového pigmentu rodopsinu, pro vývoj epitelu, hojení ran, buněčnou diferenciaci, růst, funkci imunitního systému a je to jeden z hlavních antioxidantů



KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA: MUDr. Tomáš Jimramovský, Jimramovsky.Tomas@fnbrno.cz
Pediatrická klinika LF MU a FN Brno – oddělení 56, novorozenecká JIP
Jihlavská 20, 625 00 Brno

Cit. zkr: Pediatr. praxi. 2018; 19(5): 256–261
Článek přijat redakcí: 22. 5. 2018
Článek přijat k publikaci: 31. 5. 2018

Tab. 1. Obsah vybraných nutrientů ve 100 ml mléka

	MM	MM+ BMF	MM+FM85	Ne O	Ne 1	preBeba preemie	preBeba discharge	Nu 1	Nu1 ADC	Neocate	Alfamino
energie (kcal)	67	83	85	80	75	80	73	66	66	71	70
proteiny (g)	1.1	2.7	2.5	2.6	2	2.9	2	1.3	1.8	1.95	1.9
cukry (g)	7.5	12.8	12.6	8.4	7.5	8.4	7.66	7.3	6.9	8.1	7.9
tuky (g)	4.2	4.2	4.2	3.9	4	4	3.8	3.4	3.5	3.5	3.4
Na (mg)	15	51	41	70	28	51	25	17	18	18	25
K (mg)	50	74	116	80	77	120	77	72	65	63	79
Ca (mg)	37	99	112	100	87	116	80	55	50	49	57
P (mg)	21	59	66	56	47	77	48	31	28	35	39
Mg (mg)	4.5	9.5	8.5	8	7	8.3	7	5.1	5.1	5.1	6.4
Fe (mg)	0.08	0.08	1.78	1.6	1.2	1.8	0.77	0.53	0.8	1.0	0.7
B6 (μg)	9	121	139	120	82	90	70	37	40	41	50
B12 (μg)	0.03	0.23	0.14	0.24	0.22	0.3	0.24	0.19	0.18	0.08	0.25
kys.listová (μg)	4.4	34	44	35	20	41	13	13	9	5.7	8.4
A (μg)	132	238	293	361	100	370	92	54	52	79	92
C (mg)	10	22	27.5	13	12	21	13	9.2	8.4	6	10
D (μg)	0.25	5.2	3.8	3	1.7	3.7	1.3	1.2	1.26	1.3	1
E (mg)	0.6	3.2	4.5	3.5	2.1	3.6	1.6	1.3	1.1	0.5	1.9
K (μg)	0.5	6.9	8.5	6	5.9	6.5	5.8	4.4	4.8	3.2	7.0

(dle Burianová I. Enterální výživa. In: Straňák Z, Janota J. Neonatologie. Mladá fronta 2013: 74–89)

tů (1). Důležitá je také jeho role v diferenciaci plic a syntéze surfaktantu (1). Nadbytek v těhotenství může způsobit rozštěpy a srdeční vady u plodu.

Dle provedených studií suplementace vitamínem A u nedonošených novorozenců snižuje incidenci bronchopulmonální dysplazie a retinopatie z nezralosti (5). Doporučená denní dávka je pro novorozence 400–3300 IU/kg (1, 4).

Kalciferol (vitamin D) ovlivňuje kolem 200 různých chemických reakcí v organismu. Reguluje hladinu Ca a P v organismu ovlivněním absorpce ve střevě a uvolňováním z kostí.

Je to důležitý imunomodulační faktor, jeho nedostatek v těhotenství je spojován s preeklampií a gestačním diabetem (6). Proto se v současné době doporučuje jeho podávání u těhotných žen ve třetím trimestru v dávce 1500–2000 IU/

den (7). Projevem nedostatku u dětí je rachitida (křivice). Ve vysokých dávkách způsobuje vitamin D hyperkalcemii. Doporučená denní dávka dle ESPGHAN je pro donošené novorozence 400 IU, pro nedonošené 400–1000 IU, přičemž u extrémně nedonošených novorozenců by měla být hladina vitaminu D pravidelně monitorována (1, 3, 4). V roce 2016 vydala Česká pediatrická společnost stanovisko k podávání vitaminu D (8), toto doporučení je však v současné době revidováno. Vychází z práce polských, českých a maďarských autorů z roku 2013 vydané v časopise Endokrynologia Polska s doporučením suplementace vitaminu D pro populaci střední Evropy (7). Pro nedonošené novorozence je zde doporučená denní dávka 400–800 IU, po dosažení 40. týdne gestace je dále doporučeno pokračovat dávkou 400 IU/den.

Doporučení ČPS z roku 2016– Prevence deficitu vitaminu D u dětí a mladistvých v ČR (8):

- suplementaci zahajujeme ve věku dvou týdnů
- novorozencům a kojencům do 6. měsíce podáváme vitamin D v dávce 400–600 IU denně bez ohledu na způsob výživy
- kojencům ve věku 6–12 měsíců podáváme vitamin D v dávce 600–800 IU denně
- s ohledem na množství vitaminu D ve formuli
- dětem starším jednoho roku a dospívajícím podáváme vitamin D v dávce 600–1000 IU denně v zimních měsících (říjen–duben)
- prevence křivice je účinná tehdy, je-li současně zajištěn dostatečný příjem kalcia

- od batolecího věku je možné podávat vitamin D v jedné týdenní dávce.

Tokoferol (vitamin E) je vedle vitamínu A jedním z hlavních antioxidantů. Zabraňuje peroxidaci lipidů buněčných membrán a je tak nezbytný pro vývoj svalů, sítnice a nervového systému (1). Jeho nedostatek způsobuje hemolytickou anemii, edémy a trombocytózu, naproti tomu vyšší hladiny jsou rizikem rozvoje sepse a NEC (9). Proto není doporučována rutinní i.v. suplementace (1). Dle provedených studií p. o. suplementace vitamínem E snižuje u nedonošených incidence retinopatie z nezralosti a intra-ventrikulárního krvácení (9). Doporučená denní dávka pro novorozence je 2,2–11 mg/kg (1, 4).

Fylochinon (vitamin K) je nezbytný pro aktivaci koagulačních faktorů II, VII, IX a X, proteinu C a S, reguluje buněčný cyklus a syntézu osteokalcinu (1). Přes placentu téměř neprochází, v mateřském mléce se vyskytuje pouze v malém množství. Je syntetizován bakteriemi v tlustém střevě, především kmeny *E. coli* a *Bacteroides fragilis*, tyto kmeny jsou ale častější u dětí kmených formulí, proto jsou k nedostatku vitamínu K náchylnější děti kojené (4). Deficit se projevuje jako hemoragická nemoc novorozence. Charakteristickým znakem je neočekávané krvácení většinou zcela zdravě se jevících novorozenců a kojenčů. Časná forma se manifestuje 1. den a není s jistotou preventabilní poporodní aplikací vitamínu K. Výskyt této formy je poměrně vzácný, týká se především novorozenců matek užívajících antiepileptika a antikoagulantia. Klasická forma se manifestuje mezi 2. dnem a 2. týdnem věku krvácením z GIT. Pozdní forma se manifestuje mezi 2. a 12. týdnem krvácením do CNS. Za rizikové je nutno dále považovat novorozence a kojenče s hepatopatií, cholestázou a syndromem krátkého střeva. Doporučená denní dávka pro novorozence je 4,4–28 µg/kg (1, 4).

Doporučení České neonatologické společnosti k suplementaci vitamínu K (10):

donošeným novorozencům podat mezi 2.–6. hodinou po porodu:

- a) 1 mg i.m., pak není třeba opakovat
- b) 2 kapky (2mg) p.o., u plně kojených dětí pak dále podávat 1x týdně 1 kapku p.o. do 10.–12. týdne věku

nedonošeným novorozencům pod

32+0 t.g. podat:

- a) 0,3 mg/kg i.m., pak není třeba opakovat

Tab. 2. Denní potřeba vitaminů u novorozenců

VITAMIN	DDD
B1 thiamin	140–300 µg/kg
B2 riboflavin	200–400 µg/kg
B3 niacin	1–5,5 mg/kg
B5 kyselina pantothenová	0,5–2,1 mg/kg
B6 pyridoxin	50–300 µg/kg
B7 biotin	1,7–16,5 µg/kg
B9 kyselina listová	35–100 µg/kg
B12 kobalamin	0,1–0,8 µg/kg
C kyselina askorbová	20–55 mg/kg
A retinol	400–3300 IU/kg
D kalciferol	400–800 IU
E tokoferol	2,2–11 mg/kg
K fylochinon	4,4–28 µg/kg

Tab. 3. Denní potřeba stopových prvků u enterálně živených novorozenců

STOPOVÝ PRVEK	NEDONOŠENÝ NOVOROZENEC	DONOŠENÝ NOVOROZENEC
Fe	2–4 mg/kg	1 mg/kg
Zn	1,5–2,5 mg/kg	1,5–2,5 mg/kg
Cu	100–230 µg/kg	100–230 µg/kg
I	30–60 µg/kg	15 µg/kg
Mn	10–15 µg/kg	10–15 µg/kg
Se	5–10 µg/kg	5–10 µg/kg
Cr	0,05–2,5 µg/kg	0,05–2,5 µg/kg
Co	0,2 mg/kg	0,2 mg/kg
Mo	0,3–5 µg/kg	0,3–5 µg/kg
F	0,1 mg/kg	0,1 mg/kg

- b) 0,2 mg/kg i.v. 1x týdně, po dosažení plných dávek stravy podávat 1x týdně 1 kapku p.o. do věku 12 týdnů

nedonošeným novorozencům nad 32+0 t.g. podat:

- a) 0,5 mg i.m., pak není třeba opakovat
- b) 0,3 mg i.v. 1x týdně, po dosažení plných dávek stravy podávat 1x týdně 1 kapku p.o. do věku 12 týdnů

Vitaminy rozpustné ve vodě zahrnují vitamín C a vitaminy skupiny B. Jsou to kofaktory řady enzymatických reakcí prakticky všech metabolických drah v organismu. Aktivní transport přes placentu zajišťuje relativně dostatečné zásoby těchto vitaminů u plodu a novorozence (4). Kromě vitamínu B12 a kyseliny listové, které jsou ukládány do jater, si však organismus nevytváří zásoby těchto vitaminů (4). Proto je nutné je začít podávat časně u nedonošených novorozenců, jejichž nároky jsou vyšší z důvodu rychlejšího metabolismu a růstu (4). Vitaminy rozpustné ve vodě jsou inaktivovány teplem a ionizujícím zářením (1). Nadbytek je vylučován žlučí a stolici,

nedochází tak prakticky k jejich předávkování. Je nutné pamatovat na to, že stravování matky ovlivňuje obsah těchto vitaminů v mateřském mléce.

Thiamin (vitamin B1) je kofaktor enzymatických reakcí metabolismu cukrů. Jeho nedostatek se u novorozenců v rozvinutých zemích prakticky nevyskytuje. Doporučená denní dávka pro donošeného novorozence je 200–300 µg, pro nedonošeného 140–300 µg/kg (1, 4).

Riboflavin (vitamin B2) je koenzym oxidačně-redukčních reakcí, podílí se na syntéze erytrocytů a glykogenu. Jeho nedostatek se u novorozenců v rozvinutých zemích prakticky nevyskytuje, stejně jako u thiaminu. Doporučená denní dávka pro donošeného novorozence je 300–400 µg, pro nedonošeného 200–400 µg/kg (1, 4).

Niacin (vitamin B3) se podílí na glykolýze, syntéze tuků, energetickém metabolismu a dělení buněk. Deficit niacinu (pelagra) se v rozvinutých zemích nevyskytuje. Doporučená denní dávka pro novorozence donošené je 2–4 mg, pro nedonošené 1–5,5 mg/kg (1, 4).

Kyselina pantothenová (vitamin B5) je součástí enzymů podílejících se na syntéze mastných kyselin, pyruvátu a alfa-ketoglutarátu. Doporučená denní dávka je pro donošené novorozence 1,7–1,8 mg, pro nedonošené novorozence 0,5–2,1 mg (1, 4).

Pyridoxin (vitamin B6) působí jako koenzym v metabolismu téměř všech aminokyselin. Je nezbytný pro syntézu neurotransmiterů, hemu a prostaglandinů, účastní se reakcí glykogenolýzy, syntézy taurinu a přeměny tryptofanu na niacin. Projevem jeho nedostatku jsou dermatitida, hypochromní anemie, neprospívání a křeče. Předávkování je vzácné. Doporučený denní příjem je u donošených i nedonošených novorozenců 100–300 µg/kg (1, 4).

Biotin (vitamin B7) se účastní syntézy mastných kyselin a aminokyselin, je důležitým kofaktorem v procesu glukoneogeneze. Deficit se může vyskytnout u dětí na dlouhodobé parenterální výživě (vyrážka, alopecie, deprese). Doporučená denní dávka pro novorozence donošené je 5–6 µg, pro nedonošené 1,7–16,5 µg/kg (1, 4).

Kyselina listová (vitamin B9) je nezbytná pro syntézu nukleových kyselin, suplementace v graviditě snižuje riziko rozštěpových vad plodu. Projevem nedostatku jsou anemie a poruchy růstu. Při nadbytku se objevuje dráždivost a poruchy spánku. Doporučená denní dávka pro novorozence je 35–100 µg/kg (1, 4).

Kobalamin (vitamin B12) je důležitý především pro správnou funkci krvetvorby, podílí se na syntéze DNA a ATP a je nezbytný pro správnou funkci nervového systému. Doporučený denní příjem pro donošené i nedonošené novorozence je 0,1–0,8 µg/kg (1, 4). Jeho nedostatek se vyskytuje především u dětí matek veganek a projevuje se jako megaloblastová anemie, hypotonie, psychomotorická retardace a neprospívání.

Kyselina askorbová (vitamin C) je potřebná k syntéze kolagenu, podporuje syntézu noradrenalinu a karnitinu, podporuje vstřebávání železa, tvorbu leukocytů. Nezastupitelná je její role jako antioxidantu. Doporučená denní dávka pro novorozence je 20–55 mg/kg (1).

Stopové prvky

Stopové prvky (mikroelementy) se ve tkáňích nacházejí v koncentraci nižší než 50 ppm.

Naše tělo si je nedokáže samo vytvořit a je závislé na jejich příjmu potravou, nedostatek nebo

Tab. 4. Denní potřeba stopových prvků u parenterálně živěných novorozenců

STOPOVÝ PRVEK	NEDONOŠENÝ NOVOROZENEC	DONOŠENÝ NOVOROZENEC
Fe	0,2–0,25 mg/kg	0,2–0,25 mg/kg
Zn	400 µg/kg	50–250 µg/kg
Cu	20–40 µg/kg	20–40 µg/kg
I	1–10 µg/kg	1–10 µg/kg
Mn	1 µg/kg	1 µg/kg
Se	1,5–2 µg/kg	2 µg/kg
Cr	0,05–2 µg/kg	0,2 µg/kg
Mo	0,25 µg/kg	0,25 µg/kg

(dle Burianová I. Parenterální výživa. In: Straňák Z, Janota J. Neonatologie. Mladá fronta 2013: 298–305)

nadbytek způsobuje zdravotní problémy. Hlavní biochemickou úlohou stopových prvků je katalytické působení v enzymech a modulace enzymových aktivit, mají velký význam v ochraně před oxidačním stresem a v procesu hojení ran. Pro člověka jsou esenciální železo, zinek, fluor, selen, mangan, měď, jód, chrom, kobalt a molybden.

Stopové prvky jsou doporučeny přidávat všem novorozencům od druhého až třetího týdne totální parenterální výživy (11). Objevují se názory podporující časné podávání stopových prvků (především zinku) po operaci, což zlepšuje proces hojení (12).

U nedonošených novorozenců živěných enterálně je důležitý adekvátní příjem železa, zinku, mědi, jódu a selenu (1). Toho lze dosáhnout fortifikací mateřského mléka (některé druhy fortifikace ale neobsahují železo) použitím mléčné formule pro nedonošené novorozence (Nenatal, preBeba) nebo v případě železa podáním speciálních preparátů (Aktiferrin, Maltofer). Tyto preparáty podáváme, pokud fortifikací nebo formulí pro nedonošené novorozence nedosahujeme požadovaného příjmu železa.

Stejně jako u vitaminů jsou u stopových prvků ke stanovení adekvátní suplementace nutné další studie a i zde by bylo vhodné vytvořit jednotné celorepublikové doporučení. V současné době existuje pouze doporučení k podávání železa, které je uvedeno níže.

Zinek je důležitý pro buněčnou imunitu, podílí se na syntéze DNA a tím proliferaci buněk, je nezbytný pro proliferaci fibroblastů a syntézu kolagenu a důležitý pro syntézu LC-PUFA, prostaglandinů, inzulinu a hemu. Deficit zinku se vyskytuje nejčastěji u nedonošených dětí, a to především hypotrofičtých. Je ovlivněn vývoj mozku a kognitivní funkce. Vzácnou autozomálně recesivně dědičnou chorobou je acrodermatitis enteropathica (4). Jedná se o poruchu vstřebávání zinku ze zažívacího traktu. První projevy se objevují mezi druhým a třetím měsícem věku. Typická je kožní

symptomatologie – rozsáhlé projevy charakteru erytému s puchýři, pustulami a krustami vznikající zejména v oblasti anogenitální a na dolních končetinách. Mnohdy se sekundárně infikují. Dále bývá přítomna alopecie, konjunktivitida, glositida, průjmy, neprospívání a časté bakteriální a kvasinkové infekce. Doporučený enterální příjem zinku je 1,5–2,5 mg/kg den (1, 4), u parenterálně živěných novorozenců 250–400 µg/kg/den (1, 4). Při mírném deficitu zinku postačí suplementace 1–2 mg/kg/den (4). V léčbě acrodermatitis enteropathica jsou nutné vysoké dávky zinku cca 20–30 mg/den (4). Monitorace hladiny zinku je doporučena po operaci GIT, pokud dochází k větším odpadům ze stomie (1).

Měď je součástí enzymů podílejících se na stabilizaci kolagenu a elastinu, účastní se metabolismu cholesterolu, glukózy, myelinu a melaninu. Podílí se na tvorbě nových cév a je součástí dýchacích a antioxidačních enzymů. Nedonošení novorozenci jsou ohroženi deficitem mědi z důvodu malých zásob v játrech. Deficit se manifestuje mezi druhým a třetím měsícem věku jako hypochromní anemie, neutropenie, osteoporóza, neprospívání, kožní změny, hypotonie, psychomotorická retardace a hepatosplenomegalie (4). Menkesova choroba je dědičné X-vázané onemocnění způsobené mutací genu kódujícího Cu transportér ve sliznici střevní. Projeví se u kojenců mužského pohlaví už v prvních několika týdnech opožděným mentálním vývojem a růstem, zvláštním vzhledem vlasů (drobné kudrlinky na krátkém jemném šedavém vlasu – „kinky“ nebo „steely“ hair), změnami na kostech, mozkovou gliózou s cystickou degenerací, teplotní instabilitou a arteriálními aneurysmaty (4). Doporučená denní dávka mědi pro novorozence na parenterální výživě je 30–40 µg/kg (1, 4), u enterálně živěných novorozenců je doporučený denní příjem 100–230 µg/kg (1, 4).

Mangan se účastní syntézy cholesterolu a mastných kyselin, je součástí enzymů důleži-

tých pro uvolňování energie a enzymů tvořících glykoproteiny. Projevy nedostatku jsou poruchy koagulačních faktorů, hypercholesterolemie a porucha růstu vlasů a nehtů. Doporučený příjem je u nedonošených novorozenců živěných parenterálně 1 µg/kg/den, u enterálně živěných cca 10–15 µg/kg/den (1, 4). Pravidelné sledování hladiny manganu je doporučeno u dětí na dlouhodobé parenterální výživě, při cholestáze je vhodné snížit příjem manganu (1).

Selen je důležitý antioxidant, brání peroxidaci lipidů. Zlepšuje funkci buněk imunitního systému a je součástí enzymů tvořících hormony štítné žlázy. Projevy nedostatku jsou makrocytóza, ztráta vlasového pigmentu, myopatie, dilatační kardiomyopatie (1). Doporučený denní příjem selenu parenterálně i enterálně živěných novorozenců je 5–10 µg/kg (1).

Chrom má imunomodulační účinek na T a B lymfocyty a makrofágy, ovlivňuje metabolismus cukrů, tuků a bílkovin, stimuluje účinek inzulinu a zvyšuje glukózovou toleranci, zvyšuje hladinu HDL. Doporučený denní příjem je 0,05–2,5 µg/kg (1, 4).

Kobalt se účastní syntézy erythropoetinu, je součástí vitamínu B12. Projevem nedostatku je anémie, hubnutí a poruchy růstu. T. č. neexistuje doporučení podávání novorozencům.

Molybden je součástí enzymů regulujících metabolismus purinů a metabolismus železa. Významnou roli hraje molybden v prevenci zubního kazu, jeho přítomnost zvyšuje tvrdost zubní skloviny. Nedostatek molybdenu může vést k anémii, přispívá ke zvýšenému výskytu záchvatů astmatu, zvýšené kazivosti zubů a náchylnosti k infekcím močového měchýře. Podle některých názorů je nedostatek molybdenu příčinou depresivních stavů. Deficit byl popsán pouze při dlouhodobé

parenterální výživě. Adekvátní doporučený příjem pro novorozence je 0,3–5 µg/kg/den (1).

Jód je nezbytný pro syntézu hormonů štítné žlázy a myelinu. Hormony štítné žlázy jsou v prenatálním a časném postnatálním období zodpovědné za vývoj CNS a proces růstu a vyzrávání kostí. Projevem nedostatku jódu u novorozence je struma, mentální retardace, neprosívání a hypotyreóza. Názory na suplementaci jódu se různí. Provedené studie ukazují, že k zajištění pozitivní bilance jódu je u nedonošených novorozenců nutný příjem 15 µg/kg/den, u nedonošených 30–60 µg/kg/den (1). ESPHGAN doporučuje u nedonošených novorozenců příjem jódu 11–55 µg/kg/den (3). Naproti tomu americká asociace klinické výživy doporučuje parenterální příjem u nedonošených novorozenců jen 1–10 µg/kg/den (13). Prozatím však chybí důkazy, že suplementace jódu snižuje morbiditu a mortalitu nedonošených novorozenců, jsou nutné další studie.

Fluor je důležitý pro prevenci zubního kazu, dále ovlivňuje proces ukládání vápníku do kostí. Neexistují specifická doporučení pro suplementaci fluoru u nedonošených novorozenců. Je nicméně důležité zajistit u této skupiny denní příjem cca 0,1 mg/kg (4).

Železo je důležité pro syntézu kolagenu, je součástí enzymů nutných k syntéze karnitinu, neurotransmiterů, konverzi betakarotenu na retinol, enzymů účastnících se syntézy DNA. Jeho hlavní úlohou je dodávat kyslík do tkání. Novorozenci nízké porodní hmotnosti mají vyšší riziko deficitu železa z důvodu nízkých zásob, zvýšené potřeby díky rychlému růstu a také ztrátám při častých krevních odběrech (14). Deficit železa může mít u těchto dětí negativní vliv na vývoj mozku (15) a na sklon k hypertenzi

(16). Současně je třeba dát pozor na předávkování železem, novorozenci nízké porodní hmotnosti nemají účinné antioxidační mechanismy a hrozí oxidační stres, nadbytek železa může být také substrátem pro různé patogeny (14). Monitoraci stavu železa v organismu provádíme stanovením hladiny ferritinu, hemoglobinu a retikulocytů (14). První odběr provádíme před zahájením suplementace, následně provádíme kontroly většinou každé 2–3 týdny. Normální hladina ferritinu u nedonošených novorozenců je 35–300 µg/l (14). Suplementaci provádíme formou fortifikace mateřského mléka, podáváním formule pro nedonošené novorozence nebo preparátů železa.

Doporučení k suplementaci železa u novorozenců (14):

- suplementace Fe není u donošeného fyziologického novorozence a kojence v prvních 6 měsících prakticky nutná, fyziologická potřeba železa u těchto dětí je mezi 6. a 24. měsícem 1 mg/kg/den
- u novorozenců s porodní hmotností 2500–2000 gramů je doporučena suplementace Fe v dávce 1–2 mg/kg/den od 2.–6. týdne do 6. měsíce bez rozdílu způsobu výživy (kojení nebo formule)
- u novorozenců s porodní hmotností 2000–1500 gramů je doporučena suplementace Fe v dávce 2 mg/kg/den od 2.–4. týdne do 6.–12. měsíce dle způsobu výživy dítěte (kojení nebo formule)
- u novorozenců s porodní hmotností pod 1500 gramů je doporučena suplementace Fe v dávce 2–4 mg/kg/den od 2. týdne do 6.–12. měsíce dle způsobu výživy dítěte (kojení nebo formule)

LITERATURA

1. Koletzko B et al. Nutritional Care of Preterm Infants. *Kärger* 2014; 314 s.
2. Micronutrient supplementation in low-birth-weight and very-low-birth-weight infants. WHO recommendation. November 2016. Dostupné z: http://www.who.int/elena/titles/supplementation_lbww_infants
3. Enteral Nutrient Supply for Preterm Infants. Commentary from the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition, Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2010, 50 (1): 85–91.
4. Thureen P, Hay W. Neonatal nutrition and metabolism. Cambridge University Press 2006: 688 s.
5. Darlow B, Graham P. Vitamin A supplementation to prevent mortality and short- and long-term morbidity in very low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Aug 22;(8):CD000501.
6. Bodnar L, Catov J. Maternal vitamin D deficiency increases the risk of preeclampsia. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007, 92(9): 3517–3522.
7. Pludowski P et al. Practical guidelines for the supplementation of vitamin D and the treatment of deficits in Central Europe - Recommended vitamin D intakes in the general population and groups at risk of vitamin D deficiency. *Endokrynologia Polska* 2013, 64(4): 319–327.
8. Bayer M. Prevence deficitu vitamínu D u dětí a mladistvých v ČR. Stanovisko ČPS. 17. 2. 2016. Dostupné z: <https://www.pediatrics.cz/stanoviska-cps-a-doporuceni> (t. č. revidováno)
9. Brion L, Bell E, Raghuvier T. Vitamin E supplementation for prevention of morbidity and mortality in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;(4):CD003665.
10. Hanzl M. Prevence krvácivé nemoci novorozenců. Do-

poručený postup ČNeoS. Dostupné z: <http://www.neonatology.cz/doporuceni-a-postupy>

11. Straňák Z, Janota J. Neonatologie. *Mladá fronta* 2013: 640 s
12. Lin P et al. Zinc in Wound Healing Modulation. *Nutrients* 2018, 10(1), 16.
13. Ghirri P, Lunardi S, Boldrini A. Iodine Supplementation in the Newborn. *Nutrients* 2014, 6(1): 382–390.
14. Domellöf M. Meeting the Iron Needs of Low and Very Low Birth Weight Infants. *Ann Nutr Metab* 2017, 71 (suppl 3): 16–23.
15. Beard J. Iron deficiency alters brain development and functioning. *J Nutr* 2003, 133 (5 suppl 1): 1468–1472.
16. Lindberg J et al. Lower systolic blood pressure at age 7 y in low-birth-weight children who received iron supplements in infancy: results from a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2017, 106: 475–480.