

Potřeba bílkovin u novorozenců

MUDr. Blanka Zlatohlávková, PhD., neonatologické oddělení gynekologicko-porodnické klinika 1.LF UK a VFN Praha, Ústav humanitních studií v lékařství 1. LF UK

Motto: „Zažíváme vzrušující období ve výživě novorozenců, protože se pozornost přesunula od přežití a růstu, které pořád zůstávají důležitými cíli, na vliv každé živiny na vývoj, prevenci nemocí jako retinopatie, budoucí zdraví v dospělosti, a na možnost zlepšit neurologický vývoj optimální časovou nutricí.“ (1)

Úvod

Bílkoviny (proteiny) jsou základní součástí živých organismů. Kromě řady funkcí, které vykonávají v lidském těle, představují esenciální živinu. Jsou tvořeny aminokyselinami spojenými peptidickou vazbou. Na molekulární úrovni se liší bílkoviny od sacharidů a tuků přítomností dusíku, proto je vyšetření dusíku používáno jako ekvivalent bílkovin při sledování jejich metabolismu, a dusíková bilanční metoda je považována za zlatý standard pro definování potřeb proteinů a aminokyselin v každém věku (2, 3). Při stanovení minimální potřeby proteinů pro novorozence je však třeba počítat s tím, že nezanedbatelný podíl dusíku získává novorozenec z nebílkovinných zdrojů – v mateřském mléce je dusík přítomen zejména v močovině, ale také v močové kyselině, kreatininu, volných aminokyselinách, peptidech, hormonech, nukleových kyselinách a nukleotidech (2, 4, 5).

Pro donošené novorozence se všechny nutriční požadavky, tedy i příjem bílkovin, odvozují z profilu aminokyselin v plazmě, z růstu a z neurologického a kognitivního vývoje kojeného dítěte. Stále s jistotou nevíme, podle jakých kritérií máme stanovit nutriční potřeby nezralých novorozenců, zejména těch s porodní hmotností nižší než 1000 g. Tradiční doporučení dosáhnout postnatálního růstu podobného tomu intrauterinnímu je neuskutečnitelné nejen z pohledu kvantitativních antropometrických parametrů, ale i co do kvality složení těla; navíc konstrukce růstových grafů z porodních hmotností nezralých novorozenců v různém gestačním stáří má řadu omezení (6).

Je prokázáno, že časná výživa významně ovlivňuje vývoj centrální nervové soustavy nezralých dětí, ale také přibývá důkazů, že rychlé hmotnostní přírůstky v raném období zvyšují riziko obezity, metabolického syndromu a kardiovaskulárních chorob v dospělosti. Přitom nezralost sama o sobě pravděpodobně znamená zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění v důsledku cévních změn (7, 8, 9, 10).

Intrauterinní příjem bílkovin

Aminokyseliny přecházejí z placenty do plodu aktivním transportem. Jejich příjem je regulován koncentračním gradientem, průtokem krve dělohou a pupečníkem, placentárním metabolismem a hormony (inzulín, IGF-I a IGF II) (11). Plod přijímá aminokyseliny v nadbytku přesahujícím požadavky růstu. Část aminokyselin je oxidována a je využívána jako zdroj energie, to se odráží ve vysoké tvorbě a vylučování urey; některé aminokyseliny jsou potřebné pro syntézu purinových a pyrimidinových bází. Esenciální aminokyseliny dostává plod pouze z mateřské cirkulace; neesenciální aminokyseliny získává nejen transplacentárním přívodem od matky, ale také z placentární syntézy a vlastní tvorby de novo. Koncentrace aminokyselin v plodové vodě je podobná fetální koncentraci; předpokládá se, že spolykaná plodová voda je zdrojem 10-15% dusíku (11, 12). Syntéza proteinů z aminokyselin probíhá simultánně s jejich odbouráváním, které neustává ani při zvýšené dodávce aminokyselin. Růst v sobě zahrnuje obě složky metabolismu proteinů – syntézu strukturálních proteinů pro tvorbu buněk a tkání i odbourávání umožňující jejich remodelaci (12). Nedostatečná fetální nutrice vede ke zvýšenému katabolismu a tedy k růstovému zaostávání. Absolutní denní hmotnostní přírůstky plodu se během těhotenství zvyšují z 13 g u hraničně viabilních plodů (hmotnost 500-700 g) na 29 g kolem 32. GT (hmotnost 1800-2000 g). V přepočtu na hmotnost se denní hmotnostní přírůstky se stoupajícím gestačním stářím snižují, viz. *tabulka č.4* (13).

Tabulka č.4: Fetální hmotnostní přírůstky

Hmotnost (g)	500-700	700-900	900-1200	1200-1500	1500-1800	1800-2200
Fetální přírůstky (g/den)	13	16	20	24	26	29
Fetální přírůstky (g/kg/den)	21	20	19	18	16	14

Podle Ziegler EE 2011 (13)

Podíl bílkovin na hmotnostních přírůstcích je do 32. GT nejvyšší v celém životě (14). Fetální růst slouží jako model pro stanovení nutričních požadavků nezralého novorozence faktoriální nebo empirickou metodou. *Faktoriální metoda* hodnotí fetální přírůstky, nevyhnutelné ztráty, efektivitu konverze a střevní absorpci. Její výhodou je, že určuje nejenom příjem proteinů ale i potřebu energie a dá se aplikovat i na děti s nejnižší porodní hmotností. Nestanovuje však potřebné množství živin pro dohnání růstového opoždění (catch-up růst). Tuto nevýhodu *odstraňuje empirická metoda*, která vychází z růstu na daném příjmu, dusíkové bilance a určení nutného příjmu k napodobení fetálního růstu nebo pro dohnání růstového opoždění. Tímto způsobem však neodvodíme potřebu energie, protože růst nezralých dětí je limitován příjmem proteinů. Příjem energie ho sám o sobě neomezuje, jestliže dosahuje hodnot 90-100 kcal/kg/den. Provedené studie nezahrnovaly extrémně nezralé novorozence (15).

Postnatální příjem bílkovin

Zásoby živin jsou u nezralých novorozenců nedostatečné přímo úměrně k jejich hmotnosti. Tuková tkáň tvoří jen malé procento těla, energie je uložena především v bílkovinách svalů a dalších orgánů (16). Podvázáním pupečníku se přeruší kontinuální parenterální příjem aminokyselin spolu s dalšími živinami potřebnými pro oxidativní metabolismus - glukózou, volnými mastnými kyselinami a laktátem. Vysoký metabolický obrát bílkovin - syntéza a odbourávání proteinů - však pokračuje. Jeho vyjádřením jsou ztráty dusíku močí (133 mg/kg/den) a kůží (27 mg/kg/den) (13). Pokud by tedy nezralé dítě ihned po narození nedostávalo aminokyseliny, ztrácelo by denně nejméně 1% bílkovinných zásob. Odpovídá to úbytku bílkovin 1,5 g/kg/den u dítěte s hmotností kolem 800 g, 1 g/kg/den při hmotnosti 1500 g a 0,8 g/kg/den při hmotnosti 2000 g (17). Jako plod by naopak získalo přes 2% proteinových přírůstků denně. Zásoby bílkovin v těle dítěte s hmotností 1000 g se odhadují na 88 g. Již za 3 dny bez bílkovinného příjmu by se snížily o 5% a byly tak o 10% nižší, než by odpovídalo intrauterinnímu období (18).

U extrémně nezralých dětí jsou relativní proteinové přírůstky vysoké, stejně tak syntéza i degradace proteinů. Na 1 g proteinového přírůstku je syntetizováno a katabolizováno 5 g bílkovin (19).

Vycházíme-li z premisy, že postnatální růst by měl napodobit nitroděložní růst plodu stejného stáří, musíme zajistit nezralému novorozenci odpovídající příjem bílkovin.

Syntéza bílkovin však vyžaduje adekvátní příjem energie, jinak jsou přebytečné aminokyseliny oxidovány a využívány jako zdroj energie nebo ukládány do zásob v podobě glykogenu nebo tuku. To platí pro parenterální příjem nebílkovinné energie nižší než 60 kcal/kg/den, naopak další zvyšování příjmu cukrů a tuků vede primárně ke zvyšování růstu tukové tkáně, zatímco hlavním předpokladem proteinových přírůstků je vyšší příjem bílkovin. Vyšší příjem energie sice umožňuje reutilizaci aminokyselin pro syntézu bílkovin, ale vyšší exogenní dodávka bílkovin vede k pozitivní dusíkové bilanci omezením odbourávání endogenních proteinů. Nadbytečný příjem energie znamená excesivní tvorbu tuku (12). Při stejném příjmu bílkovin vede zvyšování neproteinové energie k vyšším proteinovým přírůstkům až do příjmu 60–80 kcal/kg/den. Naopak při navyšování množství bílkovin dochází k jejich zvýšenému ukládání při každé parenterální dodávce energie nad 30–50 kcal/kg/den. Pro klidový bazální metabolismus potřebují děti s hmotností < 900 g v prvních dnech života přibližně 45 kcal/kg/den, novorozenci s vyšší hmotností až 50 kcal/kg/den. Další energie je potřebná pro fyzickou aktivitu a zvládnutí občasných vystavení chladu - asi 15 kcal/kg/den u dětí s hmotností < 1200 g a přibližně 20 kcal/kg/den u větších novorozenců. Ještě 10 kcal energie se spotřebuje na 1 g proteinového přírůstku. Parenterálně by na 1 g aminokyselin mělo být dodáno 25–30 kcal nebílkovinné energie, pozitivní proteinovou bilanci zajišťuje příjem bílkovin 2 g/kg/den s 50–60 kcal/kg/den energie. Pro určení adekvátního enterálního příjmu musíme počítat s neúplnou absorpcí bílkovin (88%) a energie (85%) (13).

Velikost hmotnostních přírůstků závisí na absolutním příjmu bílkovin a energie, zatímco složení přírůstků je ovlivněno poměrem bílkovin k energii. Relativně více proteinu je syntetizováno

a ukládáno v „libové“ tkáni rostoucího nezralého novorozence při vyšším příjmu bílkovin, zatímco více tuku je syntetizováno a ukládáno v tukové tkáni při vyšším přívodu energie. Pro udržení proteinové bilance je nutný adekvátní příjem energie, protože při nižším příjmu energie jsou aminokyseliny využívány pro oxidativní metabolismus. Bez ohledu na energetický příjem zlepšení proteinové bilance vyžaduje vyšší příjem bílkovin (20).

Potřebný příjem bílkovin a energie je lépe vztahovat k hmotnosti než ke gestačnímu stáří. Absolutní hmotnostní přírůstky plodu (g/den) stoupají s rostoucí hmotností, zatímco poměrné hmotnostní přírůstky (g/kg/den) s rostoucí hmotností klesají. Denní ukládání proteinů zůstává konstantní až do hmotnosti 1200 g, protože s velikostí těla (a se zvyšujícím se gestačním stářím při přiměřeném růstu) stoupá koncentrace proteinů v těle a vyrovnává tak snižování poměrného denního růstu. Akumulace energie ale se zvyšující se hmotností stoupá, protože se zvyšuje podíl tuku na složení těla, viz. *tabulka č. 5 a 6* (15).

Tabulka č.5: Potřebný příjem proteinu a energie určený faktoriální metodou

Hmotnost (g)	500–700	700–900	900–1200	1200–1500	1500–1800	1800–2200
Fetální růst (g/den)	13	16	20	24	26	29
Fetální růst (g/kg/den)	21	20	19	18	16	14
Protein (g/kg/den)						
Ztráty	1	1	1	1	1	1
Růst	2,5	2,5	2,5	2,4	2,2	2
Potřebný příjem						
Parenterální	3,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3
Enterální	4	4	4	3,9	3,6	3,4
Energie (kcal/kg/den)						
Ztráty	60	60	65	70	70	70
Klidový výdej	45	45	50	50	50	50
Ostatní výdej	15	15	15	20	20	20
Růst	29	32	36	38	39	41
Potřebný příjem						
Parenterální	89	92	101	108	109	111
Enterální	105	118	119	127	128	131
Protein/energie (g/100 kcal)						
Parenterální	3,9	3,8	3,5	3,1	2,9	2,7
Enterální	3,8	3,7	3,4	3,1	2,8	2,6

Podle Ziegler EE 2007, 2011 (13, 15)

Tabulka č.6: Optimální enterální příjem proteinů a energie (určený faktoriální a empirickou metodou)

Hmotnost (g)	500– 1000	1000–1500	1500–2200	2200–3000
Fetální přírůstky (g/kg/den)	19	17,4	16,4	13,4
Protein (g/kg/den)	4	3,9	3,7	3,4
Energie (kcal/kg/den)	106	115	123	130
Protein/energie (g/100 kcal)	3,8	3,4	3	2,6

Podle Ziegler EE 2014 (21)

Při růstu odpovídajícímu gestačnímu stáří je možné uvádět nutriční potřeby i ve vztahu ke gestačnímu věku (22). Pro denní praxi by to mohlo být ale zavádějící, protože u většiny extrémně nezralých novorozenců dochází z nedostatečného příjmu proteinů k postnatálnímu růstovému opoždění proti růstu plodu stejného gestačního stáří (23). Z tabulky č.7 je patrné, že i lehce nezralí (late preterm, 34.–36. GT) a hraničně zralí (early term, 37.–38. GT) novorozenci se liší v nutričních požadavcích od donošených dětí. Doporučení do 40. týdne jsou stanovena faktoriální metodou, po 40. týdnu vycházejí ze složení mateřského mléka. Nezahrnují příjem potřebný ke kompenzaci růstového deficitu, nedají se aplikovat na těžce a extrémně nezralé děti před a po propuštění z porodnice (22).

Tabulka č.7: Doporučený denní enterální příjem bílkovin a energie odpovídající gestačnímu stáří

GT	<28	28–31	32–33	34–36	37–38	39–41
Fetální růst						
Hmotnostní přírůstky (g)	20	17,5	15	13	11	10
Ukládání proteinů (g)	2,2	2	1,9	1,6	1,3	1,2
Nutriční požadavky						
Energie (kcal)	125	125	130	127	115	110
Proteiny (g)	4	3,9	3,5	3,1	2,5	2

Podle Lapillonne A et al. 2013 (22)

Parenterální výživa

Parenterální výživa je indikována u těch nezralých novorozenců, u nichž nemohou být jejich metabolické potřeby naplněny enterálním krmením nebo z jejich zásob (20). Z dosud provedených studií nemáme dostatek důkazů pro jasná doporučení, ale víme, že časně zahájení parenterálního přívodu aminokyselin v množství 2–3,5 g/kg/den je bezpečné a žádoucí. Parenterální přívod energie a proteinů je třeba zahájit co nejdříve po přerušení pupečníku, jakmile je to technicky možné (nečekat například na zavedení centrálního žilního katétru). (24) Počáteční příjem aminokyselin by neměl být nižší než 2 g/kg/den, lépe 3 g/kg/den a během 2–4 dnů by se měla zvýšit dávka až na 3,5 g/kg/den, podle některých až na 4 g/kg/den. Příjem aminokyselin v dávce 3 g/kg/den chrání zásoby bílkovin a umožňuje i jejich mírný přírůstek, je považován za účinný a bezpečný nejenom z krátkodobého ale i dlouhodobého pohledu, přinejmenším do dětství, viz tabulka č.8 (13, 26).

Dostatečného příjmu energie 90–100 kcal/kg/den je zvláště u extrémně nezralých dětí možné dosáhnout až po několika dnech po porodu. Doporučuje se podávat takové maximální množství

energie, při kterém lze udržet normoglykémii (do 6,7 mmol/l, zpočátku lze tolerovat i 8,3 mmol/l) (13).

Tabulka č.8: Doporučení časného parenterálního příjmu aminokyselin založené na důkazech

Množství aminokyselin	Síla doporučení*	Kvalita doporučení**
Zahájení: 3 g/kg/den během několika hodin po porodu	Doporučeno	B
Zvyšování: postupně o 0,5–1 g/kg/den do 4 g/kg/den		

Podle Ehrenkranz RA 2007 (26)

*Síla doporučení: silně doporučeno, doporučeno, volitelné, nedoporučeno

** Kvalita doporučení: Stupeň důkazu kvality: A – dobře navržené randomizované studie (RCT) na průměrné populaci; B – RCT s malými omezeními, převážně přesvědčivé důkazy z observačních studií

Většina studií potvrzuje, že časné tzv. agresivní podávání aminokyselin nezpůsobuje významné klinické problémy ve smyslu metabolické acidózy, zvýšení urey, amoniaku nebo aminokyselin v krvi, dokonce má příznivý vliv na hladinu draslíku. Metabolická acidóza je častým jevem v prvních dnech po porodu u extrémně nezralých dětí bez ohledu na dávku a trvání parenterálního příjmu aminokyselin. Hladiny urey nekorelují s příjmem aminokyselin, proteolýza není plnou parenterální výživou ovlivněna, zatímco u donošených dětí se snižuje o 17% (25, 27). Zvýšení urey při vyšším přívodu aminokyselin je také možno považovat za známku jejich efektivní oxidace a schopnosti jater metabolizovat amoniak. Je však třeba pečlivě monitorovat příjem tekutin a stav dítěte (20).

Zatím jediný výzkum prokázal signifikantně vyšší hladiny aminokyselin v prvním týdnu života i s nepříznivými důsledky pro růst a vývoj ve 2 letech u intervenované skupiny dětí (zahájení 2 g/kg/den, stoupání o 1 g denně do 4 mg/kg/den), proti skupině se standardním režimem (zahájení 0,5 g/kg/den, stoupání o 0,5 g denně do 3 g/kg/den.) Ve studii byl podáván roztok aminokyselin Aminosyn PF, který obsahuje více neesenciálních aminokyselin než TrophAmine, aplikovaný v jiných studiích. Neznáme však normu pro profil aminokyselin ani nemáme mnoho údajů o jejich toxicitě (28, 29).

Nevíme, jaké složení by měl mít optimální roztok aminokyselin pro těžce nebo extrémně nezralé novorozence, ani jak by se měl lišit v případě jiných metabolických nároků u nemocných nebo chirurgických pacientů a u dětí s intrauterinní růstovou restrikcí. Je tedy třeba jisté opatrnosti při podávání vyšších dávek aminokyselin obzvláště u nemocných a nestabilních novorozenců zejména v prvních dnech po narození. Na druhé straně by zbytečné obavy z komplikací neměly vést k restrikci příjmu proteinů se všemi důsledky pro růst a vývoj dítěte (20).

Enterální výživa

Enterální výživa je u nezralých dětí efektivnější v potlačení proteolýzy a podpoře ukládání proteinů než výživa parenterální (27). Nemá nežádoucí účinky parenterální výživy. Obavy ze zvýšeného výskytu nekrotizující enterokolitidy při časném zahájení enterálního příjmu nebo při časném a rychlém

stoupání denních dávek se nepotvrdily (30, 31). Trofické krmení 20 ml/kg/den v prvních hodinách po narození těžkého nebo extrémně nezralého novorozence a zvyšování enterálního příjmu s klesajícím parenterálním přívodem podle standardizovaného protokolu oddělení odpovídá současnému stavu poznání. U lehce a středně nezralých novorozenců není obvykle nutné parenterální výživu aplikovat z indikace zajištění příjmu bílkovin a energie, je však třeba udržet normoglykémii časným enterálním krmením.

Mateřské mléko v podobě kojení nebo odstříkaného mléka je výživou první volby nejenom donošeného ale i nezralého a nemocného novorozence. Alternativní výživou pro novorozence, jejichž matka nemůže kojít, je pasterizované dárcovské mateřské mléko, které má přednost před formulemi pro nezralé děti (32, 33). Mateřské mléko (ale ani formule pro nezralé děti) nezajistí těžce a zejména extrémně nezralému novorozenci dostatečný přívod bílkovin a energie v množství mléka, které je dítě schopné tolerovat.

Studie věnované výživě obohacenými formulemi pro nezralé děti sice prokázaly lepší antropometrické parametry během hospitalizace než u dětí krmených dárcovským mateřským mlékem ale bez vlivu na růst a neurologický vývoj po propuštění. Chybí však srovnávací studie s fortifikovaným mateřským mlékem, jehož podávání je nyní denní praxí. Varovným znamením je signifikantně zvýšené riziko nekrotizující enterokolitidy při výživě formulemi (34). Pro doporučení výživy speciálními formulemi pro nezralé děti po propuštění (post discharge formula) nemáme dostatek důkazů, i když některé studie ukazují zlepšení růstu do 18 měsíců korigovaného věku. Zlepšení neurologického vývoje nebylo prokázáno (35).

Standardním postupem pro extrémně a těžce nezralé děti je fortifikace mateřského mléka s cílem podpořit jejich růst a neurologický vývoj dostatkem živin při využití nenutričních složek mateřského mléka. Metaanalýzy potvrzují krátkodobé zvýšení hmotnostních přírůstků a zlepšený lineární růst a obvod hlavy, vyšší hladinu urey, nezměněnou hladinu alkalické fosfatázy. Zdá se, že fortifikace neovlivňuje růst a neurologický vývoj po jednom roce věku a nemá nežádoucí účinky; pro tato tvrzení nemáme ale dostatek důkazů. Není však pravděpodobné, že by byly provedeny nové studie srovnávající fortifikované a nefortifikované mateřské mléko; další výzkum se bude věnovat původu fortifikátoru (mateřské vs kravské mléko) a jeho optimálnímu složení ve vztahu ke krátkodobému i dlouhodobému účinku na růst a neurologický vývoj (36).

Traduje se, že obsah proteinu v kolostru je kolem 2 g, v přechodném mléku od konce 1.týdne 1,5 g a nezralém mléce po 10. dnu 1,3 g/100 ml (4). Interindividuální i intraindividuální variabilita v obsahu proteinu a energie v mateřském mléce je však značná; složení mléka matek nezralých dětí se zpočátku může lišit od mléka pro donošeného novorozence. Obsah živin ovlivňuje i způsob skladování, přípravy a krmení; zda jde o mléko od 1 nebo více dárkyň (37), viz. *tabulka 6*. Pravděpodobný obsah bílkovin, energie a proteino-kalorický poměr po standardní fortifikaci dostupnými fortifikátory (Nestlé PreBEBA FM 85 a Nutrilon Breast milk fortifier, Nutricia) ukazuje *tabulka 7*. Propočty vychází z možných velmi nízkých hodnot bílkovin v mateřském mléce. Při porovnání s doporučeným

enterálním příjmem je zřejmé, že extrémně nezralé dítě dostává významně nižší dávky bílkovin, než potřebuje, a v takovém poměru k příjmu energie, které vede spíše k ukládání tuků, viz. *tabulka č. 5, 6, 7, 8, 9* (13, 15, 38). Je možné ještě obohatit mléko další bílkovinou (Nutrilon Protein Supplement, Nutricia), ale potřebné množství můžeme jen odhadovat. Protože obsah proteinů v mateřském mléce ani potřeby dítěte v čase nebo při komplikacích stavu nejsou konstantní, standardní fortifikace s sebou nese jak riziko nedostatečného příjmu, tak nadbytku proteinů a energie včetně jejich špatného poměru se všemi důsledky pro další růst a vývoj. Individualizovaná fortifikace podle pravidelného měření obsahu makronutrientů v mléce je možným východiskem do budoucna (37).

Tabulka č.9: Obsah bílkovin a energie v MM

	VMM do 1 měsíce	CMM od 1 dárkyně	CMM od více dárkyň	Kolostrum do 8 dnů
Protein (g/100 ml)	1,52 ± 0,28	1,34 ± 0,37	1,46 ± 0,24	2,00 ± 0,09
Energie (kcal/100 ml)	67,3 ± 6,5	64,1 ± 5,9	63 ± 4,5	60,3 ± 3,5
Protein/energie (g/100 kcal)	2,25	2,09	2,3	3,3

Podle deHalleux V and Rigo J 2013 (37)

Těžce nezralé a zejména extrémně nezralé děti jsou v plánovaném termínu porodu růstově opožděné ve srovnání s donošenými vrstevníky a mají velký proteino-energetický deficit. Nemáme spolehlivou odpověď na otázku, kdy fortifikaci mléka ukončit. Nutriční obohacování mateřského mléka po propuštění nezralého dítěte ale ve 2 malých studiích neprokázalo vliv na růst a neurologický vývoj do 18 měsíců korigovaného věku (39).

Tabulka č.10: Obsah bílkovin a energie v nefortifikovaném a fortifikovaném MM

	MM	MM+FM 85	MM+BMF
Protein (g/100 ml)	1	2	1,8
Energie (kcal/100 ml)	67	85	83
Protein/energie (g/100 kcal)	1,5	2,35	2,2

MM - mateřské mléko, FM85 - Nestlé PreBEBA FM 85, BMF - Nutrilon Breast Milk fortifier

Tabulka č.11: Doporučené denní dávky tekutin, energie a bílkovin pro enterální příjem (ESPGHAN)

	na kg/den	na 100 kcal
Tekutiny (ml)	135–200	
Energie (kcal)	110–135	
Proteiny g (hmotnost < 1 kg)	4,0–4,5	3,6–4,1
Proteiny g (hmotnost 1–1,8 kg)	3,5–4,0	3,2–3,6

Podle ESPGHAN 2010 (38)

Kolem termínu porodu nebo krátce po něm je i původně extrémně nezralý novorozenec bez závažné patologie schopen kojení ad libitum a vysadit si tak fortifikaci sám. Zdá se rozumné ponechat rostoucí nezralé dítě na plném kojení za monitorování antropometrických parametrů. Při dobrém růstu je také možné převést dítě z obohacené postdischarge formule na počáteční umělé mléko (obvykle při

dosažení hmotnosti kolem 3500 g). Po propuštění se doporučuje ve 2–4 týdenních intervalech sledovat růst dítěte (hmotnost, délku, obvod hlavy a proporcionalitu růstu) podle růstových grafů a denní příjem mléka. Ke každému dítěti je třeba přistupovat individuálně na základě jeho porodní hmotnosti, gestačního stáří při narození, postnatálních komplikací, současného klinického stavu, způsobu výživy a velikosti růstového deficitu (40).

Závěr

Jak nedostatek, tak nadbytek bílkovin a/nebo energie je pro růst a vývoj nezralého dítěte škodlivý.

U lehce a středně nezralého dítěte rizika parenterální výživy vysoce převažují mírný počáteční deficit bílkovin a energie při časném enterálním krmení mateřským mlékem (podle potřeby lze mléko fortifikovat). U těžce a extrémně nezralých dětí se v současnosti doporučuje aktivní nutriční podpora od prvních hodin po narození, tzv. agresivní výživa, ve snaze předejít deficitu bílkovin a energie, zabránit postnatálnímu růstovému selhání a snížit stupeň růstové retardace.

Zkratky:

CMM dárcovské (cizi) mateřské mléko

GT gestační týden

IGF-I insulin-like faktor I

IGF-II insulin-like faktor II

MM mateřské mléko

VMM vlastní mateřské mléko, od vlastní matky

Literatura:

1. Poindexter B and Karpen H. Preface: Neonatal nutrition. Clin Perinatol 2014 Jun;41:xix.
2. Embleton ND. Optimal protein and energy intakes in preterm infants. Early Hum Dev 2007;83:831–837.
3. Goudoever JB. Amino acid metabolism and protein accretion. In: Neonatal Nutrition and Metabolism. Eds. Thureen PJ and Hay WW Jr. Cambridge, 2nd edition. Cambridge University Press 2006, 689 s. ISBN 978-0-0521-82455-2.
4. Emmett PM and Rogers IS. Properties of human milk and their relationship with maternal nutrition. Early Hum Dev 1997;49(Suppl):S7–28.

5. Heine WE. Protein Metabolism. In: Principles of Perinatal-Neonatal Metabolism. Ed. Cowett RM. New York, 2nd edition. Springer Science & Business Media 2012, 1280 s. ISBN 978-1-4612-7227-4.
6. Sauer PJ. Can extrauterine growth approximate intrauterine growth? Should it? *Am J Clin Nutr* 2007;85:608S-613S.
7. Vohr BR, Poindexter BB, Dusick AM, et al. Beneficial Effects of Breast Milk in the Neonatal Intensive Care Unit on the Developmental Outcome of Extremely Low Birth Weight Infants at 18 Months of Age. *Pediatrics* 2006;118:e115–e123.
8. Stephens BE, Walden RV, Gargus RA, et al. First-week protein and energy intakes are associated with 18-month developmental outcomes in extremely low birth weight infants. *Pediatrics* 2009;123:1337-1343.
9. Kerkhof GF, Ruben H, Willemsen RH, et al. Health Profile of Young Adults Born Preterm: Negative Effects of Rapid Weight Gain in Early Life. *J Clin Endocrinol Metab* 2012; 97:4498–4506.
10. Lee H, Dichtl S, Mormanova Z, et al. In adolescence, extreme prematurity is associated with significant changes in the microvasculature, elevated blood pressure and increased carotid intima–media thickness. *Arch Dis Child* 2014;99:907–911.
11. Bloomfield FH and Harding J. Fetal Nutrition. In: Neonatal Nutrition and Metabolism. Eds. Thureen PJ and Hay WW Jr. Cambridge, second edition. Cambridge University Press 2006, 689 s. ISBN 978-0-0521-82455-2.
12. Hay WW and Thureen P. Protein for Preterm Infants: How Much is Needed? How Much is Enough? How Much is Too Much? *Pediatr Neonatol* 2010;51:198–207.
13. Ziegler EE. Meeting the Nutritional Needs of the Low-Birth-Weight Infant. *Ann Nutr Metabol* 2011;58(Suppl 1):8–18.
14. Thureen PJ and Hay WW Jr. Nutritional Requirements of the Very Low Birth Weight Infant. In: Gastroenterology and Nutrition: Neonatology Questions and Controversies. . Eds. Neu J, Polin RA (consulting editor). Philadelphia. Sanunders Elsevier 2008, 365 s. ISBN: 978-1-4160-3160-4.
15. Ziegler EE. Protein Requirements of Very Low Birth Weight Infants. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 2007;45:S170–S174.
16. Embleton ND. Optimal nutrition for preterm infants: Putting the ESPGHAN guidelines into practice. *J Neonat Nurs* 2013;19:130–133.
17. Hay WW Jr. Nutritional requirements of very preterm infant. *Acta Paediatr* 2005;94(Suppl 449):37–46.
18. Denne SC. Protein and energy requirements in preterm infants. *Semin Neonatol* 2001;6:377–382.
19. Embleton ND, Morgan C, King C. Balancing the risks and benefits of parenteral nutrition for preterm infants: can we define the optimal composition? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2015;100:F72–F75.
20. Hay WW Jr. Aggressive Nutrition of the Preterm Infant. *Curr Pediatr Rep* 2013;1(4).
21. Ziegler EE. Meeting the Nutritional Needs of the Low-Birth-Weight Infant Preterm and Low-Birth-Weight Infants. In: Pediatric Nutrition in Practice. Eds. Koletzko B, Co-Editors Bhatia J, Bhutta ZA, Cooper P, et al. 2nd, revised edition. Karger 2015, 333 s. ISBN 978-3-318-02690-0. e-ISBN 978-3-318-02691-7.
22. Lapillonne A, Deborah L. O'Connor DL, Wang D, et al. Nutritional Recommendations for the Late-Preterm Infant and the Preterm Infant after Hospital Discharge. *J Pediatr* 2013;162:S90–100.
23. Embleton NE, Pang N, Cooke RJ. Postnatal malnutrition and growth retardation: An inevitable consequence of current recommendations in preterm infants? *Pediatrics* 2001;107:270–273.
24. Uthaya S, Modi N. Practical preterm parenteral nutrition: Systematic literature review and recommendations for practice. *Early Human Development* 2014;90:747–753.
25. Ehrenkranz RA. Early nutritional support and outcomes of ELBW infants. *Early Hum Dev* 2010; 86:S21–S25.
26. Ehrenkranz RA. Early, Aggressive Nutritional Management for Very Low Birth Weight Infants: What Is the Evidence? *Semin Perinatol* 2007;31:48–55.
27. Denne SC. Regulation of proteolysis and optimal protein accretion in extremely premature newborns. *Am J Clin Nutr* 2007;85(Suppl):621S–624S.
28. Blanco CL, Gong AK, Green BK, et al. Early Changes in Plasma Amino Acid Concentrations during Aggressive Nutritional Therapy in Extremely Low Birth Weight Infants. *J Pediatr* 2011;158:543–548.
29. Blanco CL, Gong AK, Schoolfield J, et al. Impact of Early and High Amino Acid Supplementation on ELBW Infants at 2 Years. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2012;54:601–607.
30. Ramani M, Ambalavanan N. Feeding Practices and Necrotizing Enterocolitis, *Clin Perinatol* 2013;40:1–10.
31. The SIFT Investigators Group. Early enteral feeding strategies for very preterm infants: current evidence from Cochrane reviews. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2013;6:F470–472.
32. AAP. Section on Breastfeeding. Breastfeeding and the Use of Human Milk. *Pediatrics* 2012; 129: e827–e841.

33. ESPGHAN Committee on Nutrition, Arslanoglu S, Corpeleijn W, Moro G, et al. Donor human milk for preterm infants: current evidence and research directions. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2013;57:535–42.
34. Quigley M, McGuire W. Formula versus donor breast milk for feeding preterm or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;4:CD002971.
35. Young L, Morgan J, McCormick FM, McGuire W. Nutrient-enriched formula versus standard term formula for preterm infants following hospital discharge. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;3:CD004696.
36. Kuschel CA, Harding JE. Multicomponent fortified human milk for promoting growth in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;1:CD000343.
37. deHalleux V and Rigo J. Variability in human milk composition: benefit of individualized fortification in very-low-birth-weight infants. *AmJClinNutr* 2013;98(suppl):529S-35S.
38. ESPGHAN Committee on Nutrition, Agostoni C, Buonocore D, Carnielli VP et al. 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;50:85–91.
39. Young L, Embleton ND, McCormick FM, McGuire W. Multinutrient fortification of human breast milk for preterm infants following hospital discharge. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;2:CD004866
40. Lapillone A. Feeding the Preterm Infant after Discharge. *World Rev Nutr Diet* 2014;110:264–277.