

Tuky v kojenecké výživě

prof. MUDr. Jiří Nevoral, CSc.

Pediatrická klinika 2. LF UK a FN Motol, Praha

Lipidy ve stravě kojenců mají klíčovou roli nejen k naplnění jejich energetické potřeby, ale mají také řadu metabolických a fyziologických funkcí, které jsou velmi důležité pro jejich růst, vývoj a zdraví. Tuky jsou nejdůležitější součástí mateřského mléka jako zdroj energie a ovlivňují vývoj centrálního nervového systému. Složení lipidů v mateřském mléce je částečně ovlivňováno stravou matky. Hlavní rozdíly mezi lipidy v mateřském mléku a v kojeneckých formulích se týkají nasycených tuků, vícenenasycených tuků, cholesterolu a komplexních lipidů. Kvalita lipidů, které kojenci získávají ze stravy, by měla být zlepšena na základě uplatnění nových vědeckých poznatků ve stravě matek a v optimální směsi lipidů v kojeneckých formulích.

Klíčová slova: kojenecká mléka, mateřské mléko, komplexní tuky, cholesterol, mastné kyseliny.

Lipids in infats food

Dietary lipids are key for infants to not only meet their high energy needs but also fulfill numerous metabolic and physiological functions critical for their growth, development, and health. Fats are the most important composition of breast milk, supplying energy and helping the development of the central nervous system. The lipid composition of breast milk is partly affected by the mother's diet. The major differences between breast fat and formulae concern saturated fats, polyunsaturated fats, cholesterol, and complex lipids. The quality of the lipid supply to infants should be improved by translating the results of current research into mother's diets and into the design of optimized fat blends in formulae.

Key words: infant formula, breast milk, complex lipids, cholesterol, fatty acids.

Tuky mají pro kojence klíčový význam jako zdroj energie, ale mají i řadu metabolických a fyziologických funkcí nutných pro růst, vývoj a zdraví dítěte. Složení mateřského mléka (MM) a fyziologie laktace jsou vzorem pro výživu uměle živěných kojenců. Nicméně složení kojeneckých mlék (kojeneckých formulí – KF) v porovnání s MM není stále optimální. Tuky jsou zdrojem 45–55 % energie, kterou kojeneček potřebuje a plně kojeneček dítě zkonsumuje v prvním půlroce v života přibližně 5,5 kg tuku (1). Mléčný tuk je také nositelem chuti a typického aromatu. MM obsahuje řadu lipidových komponent, z nichž některé jsou nenahraditelné živiny, jako např. vícenenasycené mastné kyseliny (PUFA), vícenenasycené mastné kyseliny s dlouhými řetězci (LC-PUFA) a vitaminy rozpustné v tucích. Různé lipidy v mateřském mléku mají schopnost ovlivnit funkci gastrointestinálního traktu, meta-

bolismus lipoproteinů, složení a funkci membrán a signálních cest, čímž výrazně ovlivňují růst, vývoj a zdraví kojence (2).

Složení lipidů v mateřském mléce a v kojeneckých formulích

Tuky jsou nejdůležitější součástí MM. Více než 95 % lipidů v mateřském mléce je ve formě triacylglycerolů. Malá část je potom ve formě fosfolipidů. Tab. 1. Obsah lipidů v MM je mnohem variabilnější než obsah ostatních živin. Průměrný obsah lipidů je 3,5–4,5 g/100 ml MM, ale mění se nejen s celkovou dobou kojení, ale i v průběhu dne, narůstá během jednotlivého kojení. Tzv. „zadní“ mléko obsahuje až 4–5krát více tuku než „přední“ mléko na počátku kojení. V mléčné žláze se tvoří mléčné tukové globule, které se skládají z triacylglycerolového jádra obaleného

trojvrstevnou membránou, která je složena především z fosfolipidů, specifických proteinů a také z cholesterolu. Fosfolipidy tvoří 30 % z celkového množství lipidů v membránách mléčných tukových globulí.

Tuky ve většině KF jsou tvořeny směsí rostlinných olejů, a proto mají mnohem méně komplexní složení v porovnání s tukem v MM. KF na začátku 20. století obsahovaly hlavně mléčný tuk a jsou dosud používány v některých částech světa, jejich podíl na trhu se však zmenšil. Tuky v KF však pocházejí také z mikroorganismů (single cell oils), frakcionovaných lipidů, různých polárních lipidů, opakovaně esterifikovaných strukturovaných lipidů, vaječných fosfolipidů a rybích olejů. V KF s rostlinnými oleji jsou mléčné globule obvykle menší než v MM a fosfolipidy jsou získávány z emulgovaného lecitinu s různými fosfolipidy (obvykle fosfatidylcholin nebo inositol). V KF

s mléčným tukem je obsah fosfolipidů obvykle vyšší a jejich rozmanitost je větší. Mateřské mléko obsahuje 90–150 mg/l cholesterolu, zatímco ve formulích se rostlinným tukem není přítomen žádný cholesterol a v KF s mléčným tukem je cholesterol přibližně v množství 40 mg/l. Vlastnosti mléčných triacylglycerolů jsou dány složením jejich mastných kyselin. Zralé MM obsahuje 34–47 % nasycených mastných kyselin (hlavně kyselinu palmitovou, 17–25 %), přibližně 31–45 % mononenasycených mastných kyselin, 12–26 % n-6 PUFA a přibližně 0,8–3,6 % n-3 PUFA. Složení mastných kyselin v KF je potom závislé na zdroji použitých lipidů.

Úloha lipidů v kojenécké výživě

Lipidy jsou hlavním zdrojem energie, lipidy jsou také účinným zdrojem energetických zásob. Energetická náročnost syntetizovat a ukládat tuk z glukózy je mnohonásobně vyšší v porovnání s tukem jako substrátem (3).

Kojené dítě má větší množství tělesného tuku ve věku 3–6 měsíců než dítě živěné KF, nicméně kojené děti mají méně tělesného tuku v pozdějších letech (4). Kojení je spojeno s mírně sníženým rizikem obezity a nadváhy v pozdějších letech (5). Není však jasné, která lipidová složka přispívá k tomuto protektivnímu vlivu MM.

Nasycené tuky

Nasycené mastné kyseliny jsou nejen zdrojem energie, ale mají také metabolické a strukturální funkce. Mastné kyseliny se středně dlouhými řetězci (C8–C10) mohou být absorbovány ze střeva ve velkém rozsahu přímo do portální žíly a transportovány do jater, kde jsou pomocí oxidace využívány jako energetický zdroj. Mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem mají schopnost omezit oxidaci PUFA a LC-PUFA a zvyšovat přeměnu PUFA na LC-PUFA (6). Přidávání mastných kyselin se středně dlouhým řetězcem do stravy je pro jejich schopnost resorpce přímo do krevního oběhu bez přítomnosti žlučových kyselin léčebným opatřením u dětí se závažnou malabsorpcí tuků, u dětí se syndromem krátkého střeva a u cholestatických jaterních onemocnění (7). U předčasně narozených dětí suplementace mastnými kyselinami se středně dlouhým řetězcem se považuje za užitečnou při jejich střevní nezralosti.

Kyselina palmitová je v MM většinou umístěna v centrální pozici (sn-2 pozice) triacylglycerolové

molekuly. V KF obsahujících palmový olej je však kyselina palmitová umístěna v sn-1 nebo sn-3 pozici. Důsledkem toho je zhoršené vstřebávání vápníku a tuku s tvorbou kalciových mýdel, což negativně ovlivňuje časný růst kostí. Pokud je sn-2 pozice zdvojená v KF přidáním opakovaně esterifikovaného beta-palmitátu, potom konsistence stolice a absorpce kyseliny palmitové a vápníku jsou podobné jako u kojených dětí (8). KF bez palmového oleje mají hladinu palmitátu na úrovni 8 % celkových mastných kyselin, zatímco v MM je to 17–25 %, u KF obsahujících mléčný tuk je to pak 16–20 %. Fyziologické a zdravotní důsledky těchto výrazných rozdílů nejsou známy a bude třeba je zkoumat, a to především v souvislosti se skutečností, že KF bez palmového oleje se stávají více populární.

Mononenasycené mastné kyseliny

Mononenasycené mastné kyseliny jsou druhé nejčastější v MM a kojenéckých formulích. Je to především kyselina olejová a kyselina palmitolejová. Nicméně nehlédě na jejich množství, jejich potenciační funkce nebyla u kojenců zkoumána a neznámý je také jejich nutriční význam.

Ačkoliv kyselina nevonová byla nalezena ve velmi nízkých koncentracích v MM, je velmi důležitá pro myelinizaci a může hrát velmi důležitou roli při vývoji a růstu mozku. Tato mastná kyselina je také hlavní extrémně dlouhou mastnou kyselinou ve sfingomyelinu.

Vícenenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (LC PUFA)

LC PUFA jsou důležitou součástí membránových lipidů, jsou endogenně syntetizovány z esenciálních mastných kyselin (kyseliny linolové a alfa-linolenové) nebo získávány ze stravy. Hlavními n-3 LC PUFA jsou kyselina dokosahexaenová (DHA) a kyselina eikosapentaneová (EPA).

Kyselina linolová (LA) a kyselina alfa-linolenová (ALA) jsou esenciální mastné kyseliny, které mohou ovlivňovat metabolické procesy, jako je snižování plazmatického cholesterolu. LA a ALA jsou prekursory LC-PUFA. Tyto dvě esenciální mastné kyseliny jsou konvertovány na kyselinu arachidonovou (ARA) a kyselinu eikosapentaneovou (EPA), která je dále přeměněna na kyselinu dokosahexaenovou (DHA). Obr. 1. Množství LA a ALA v MM je

různé a je velmi závislé na jejich příjmu matkou. MM kojících vegetariánek nebo veganek mělo z celkových mastných kyselin < 0,1 % DHA ve srovnání s průměrnou hladinou v hladinou 0,2–0,4 % u kojících žen v USA a > 0,8 % v Číně, kde příjem DHA z ryb je vysoký (9). Z těchto důvodů jejich obsah v MM nemůže být použit k doporučení jejich suplementace u nekojených dětí. Současná doporučení pro KF jsou proto zaměřena především na nevhodně vysoký poměr LA : ALA, který může omezovat přeměnu ALA na n-3 PUFA (10). Odhadovaná potřeba kojenců je u LA na úrovni 1 % energie a u ALA na 0,5 %. European Food Safety Agency (EFSA) s ohledem na určité bezpečnostní rozpětí doporučuje pro KF suplementaci na úrovni 4,5 % a 0,5 % energetického obsahu s horními limity 10,5 % a 0,9 % energie (11). Velmi vysoký obsah LA může mít i nežádoucí účinky, jelikož její některé metabolity mají prozánětlivý efekt. Vysoké hodnoty LA u novorozenců byly spojeny s poškozeným vývojem u nezralých dětí do 18 měsíců a s narušeným neurovývojem u donošených dětí do 2–3 let (12).

Kyselina dokosahexaenová (DHA)

Nervový systém je zvláště bohatý na DHA. Akumulace DHA v nervové tkáni začíná během nitroděložního života a rychle pokračuje během prvních dvou let po narození, kdy je růst a diferenciací centrálního nervového systému nejrychlejší. Až 80 % DHA získá plod v období od 26. gestačního týdne do porodu. DHA z MM je ukládána do mozku, kojené děti mají více DHA v mozkové kůře a v erytrocytech v porovnání s dětmi živěnými KF. U kojených dětí množství DHA v mozkové kůře narůstá, nikoliv však u dětí živěných KF (13).

Mnoho studií porovnávalo kojené děti a děti živěné formulími obohacenými o DHA, což však nemělo žádný pozitivní vliv na růst, vizuální a neurologické funkce donošených dětí. DHA suplementace KF měla však pozitivní vliv na vizuální vývoj nezralých dětí. Suplementace LC-PUFA se také ukázala jako bezpečná, děti normálně rostly a vyvíjely se.

Dlouhodobé benefity podávání DHA pro mozek a imunitní systém byly objeveny ve studiích, které odhalily interakci mezi kojením a geny. Děti s geneticky danou sníženou syntézou LC-PUFA měly z dlouhodobého kojení užitek v podobě

protektivního vlivu na astma a vyšší IQ skóre (14, 15).

Výsledky studií o pozitivním vlivu DHA jsou však heterogenní a poslední metaanalýzy u nezralých i zralých kojenců neprokazují jednoznačně dlouhodobý pozitivní vliv.

Protože však DHA je důležitá pro vývoj dítěte, bylo doporučeno přidávat DHA do KF v množství odpovídajícímu 0,18 % – 0,45 % energie (16) a ve větším množství pro děti nezralé. Těhotné a kojící ženy by měly konzumovat v průměru > 200 mg DHA denně (17).

Kyselina arachidonová (ARA)

ARA je stálou součástí MM a je přidávána do některých KF. Obsah ARA rychle stoupá v mozku plodu na konci těhotenství a v prvním roce života dítěte, nicméně její vliv není zcela znám. V plasmě a erytrocytech byla zjištěna nepřímá korelace mezi LA a ARA. V některých studiích byla nalezena spojitost mezi nízkou hladinou ARA a menším růstem, což odpovídá i experimentálním údajům, kdy ARA měla stimulační vliv na růst buněk. V současné době je pro kojence doporučena minimální dávka ARA 140 mg/den a DHA 100 mg/den (18).

Ostatní LC PUFA a PUFA

Mléčný tuk v MM obsahuje ještě také jiné LC-PUFA. EPA má antitrombotické vlastnosti u dospělých a společně s ostatními LC PUFA slouží jako prekursor metabolitů s protizánětlivými účinky. LC-PUFA jsou ligandy k nukleárním transkripčním faktorům a ovlivňují genovou expresi. Dieta chudá na PUFA má vliv na vývoj obezity, inzulinovou resistenci a neurovývoj, což vyžaduje další výzkum zejména v souvislosti se změnami složení PUFA v MM v posledních desetiletích.

Cholesterol

Cholesterol je endogenně syntetizován a získáván ve stravě z živočišných tuků a mléka savců a je výchozí surovinou pro syntézu žlučových kyselin, lipoproteinů, vitamínu D a hormonů, stabilizuje buněčné membrány a stává se součástí mozkových lipidů především v prvních měsících života. Interakce mezi DHA a cholesterolem může ovlivňovat funkci enzymů a membránových receptorů, klinické důsledky u kojenců však nejsou známy.

MM obsahuje 2–3× více cholesterolu než kravské mléko a tato vyšší koncentrace je zřejmě příčinou vyšších hladin cholesterolu a nízkodenzitního lipoproteinu v krvi kojenných dětí. U ko-

Obr. 1. Metabolismus esenciálních vícenenasycených mastných kyselin (PUFA), kyseliny linolové a kyseliny alfa-linolenové vedoucí k tvorbě vícenenasycených mastných kyselin s dlouhými řetězci (LC-PUFA). LC-PUFA mají uhlíkový řetězec s 20–30 atomy. Upraveno podle (22)



Použité zkratky:

ALA kyselina alfa-linolenová

ARA kyselina arachidonová

DHA kyselina dokosahexaenová

EPA kyselina eikosapentaneová

EFSA European Food Safety Agency

KF kojenecké formule (kojenecká mléka)

LA kyselina linolová

LC-PUFA vícenenasycené mastné kyseliny s dlouhými řetězci

MM mateřské mléko

PUFA vícenenasycené mastné kyseliny

Tab. 1. Lipidy ve zralém mateřském mléku (22)

	Obsah v mateřském mléce	
	Celkové lipidy %	Průměr (minimum–maximum) mg/100 g
Triacylglyceroly	98,1–98,8	
Diacylglyceroly	0,01–0,7	
Monoacylglyceroly	Stopa	
Neesterifikované mastné kyseliny	0,08–0,4	
Fosfolipidy	0,26–0,8	23,8 (10,4–8,4)
Fosfatidylinositol		1,1 (0,9–2,3)
Fosfatidylserin		1,4 (1–1,9)
Fosfatidyletanolamin		6,8 (1,98–11,8)
Fosfatidylcholin		6,0 (1,98–11,8)
Sfingomyelin		8,5 (2,7–14,6)
Cholesterol	0,25–0,34	

jených dětí byla nalezena 3× menší schopnost syntetizovat cholesterol v porovnání s dětmi živěnými KF s velmi nízkým obsahem cholesterolu. Toto poznání vede k předpokladu, že příjem cholesterolu ve stravě kojence spolu s ostatními možnými faktory může ovlivňovat metabolismus cholesterolu u kojence. Meta-analytické studie ukázaly mírný, ale dlouhodobý efekt kojení na hladinu cholesterolu (rozdíl byl 0,15 mmol/l) a ní-

kodenzitního lipoproteinu v dospělosti. Výhradní kojení u 30 % kojenců může snížit výskyt kardiovaskulárních onemocnění v populaci o 5 % (19). Velká studie na 87 252 kojencích narozených v první polovině 20. století ukázala, že kojení snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění o 10 % (20). V současné době však chybí přesvědčivé důkazy o užitečnosti přidávání samotného cholesterolu do KF.

Komplexní lipidy

Mléko savců obsahuje biologicky velmi významnou skupinu složených lipidů, které jsou základem biologických membrán. (viz Tab 1). V mléku jsou fosfolipidy v množství 0,2 %–1 % celkových lipidů (přibližně 10–40 mg/ml). Fosfolipidy mají strukturální roli v biomolekulárních membránách buněk a organel, modifikují metabolismus a funkce. Fosfolipidy hrají důležitou roli v přenosu signálů a rozpoznávání buněk, což vede k předpokladu, že mají významnou roli ve fyziologii mozku, střeva a kůže. V nedávné době provedená randomizovaná studie

se sfingomyelinem obohacenou KF prokázala pozitivní vliv na neurovývoj nezralých dětí (21). Gangliosidy omezují prozánětlivou signalizaci ve střevě a chrání střevo v modelu nekrotizující enterokolitidy (22). Gangliosidy tvoří až 10 % celkových lipidů v mozku a jejich nejvyšší koncentrace je v šedé mozkové kůře. Výše uvedená zjištění vedou ke snaze obohacovat kojenecké formule i o komplexní lipidy.

Závěr

Lipidy ve stravě kojence nejsou pouze zdrojem energie, ale mají též podstatný vliv

na růst, vývoj a zdraví dítěte. Lipidy v MM jsou vysoce komplexní a různorodé a jejich fyziologická role není dosud zcela známa. Nicméně přibývá informací o tom, že kvalita lipidů ve stravě kojenců má výrazný vliv na zdraví. Tak vzniká příležitost zlepšit kvalitu lipidů v MM změnou stravy těhotných a kojících žen. V současné době se KF svým složením lipidů výrazně liší od MM a většina těchto rozdílů může mít vliv na vývoj dítěte, což vede ke snaze zlepšit skladbu KF. Změny ve složení lipidů v KF musí však být vždy prováděny na základě solidního vědeckého poznání.

LITERATURA

1. Koletzko B, Agostoni C, Bergmann R, et al. Physiological aspects of human milk lipids and implications for infant feeding: a workshop report. *Acta Paediatr* 2011; 100: 1405–1415.
2. Krohn K, Demmelmair H, Koletzko B. Macronutrient requirements for growth: fats and fatty acids. In: Duggan C, Watkins JB, Walker WA, eds. *Nutrition in Pediatrics: Basic Science, Clinical, Applications*. Toronto: BC Decker; 2008.
3. Flatt JP. Use and storage of carbohydrate and fat. *Am J Clin Nutr* 1995;61 (4 suppl): 952S–95S.
4. Gale C, Logan KM, Santhakumaran S, et al. Effect of breastfeeding compared with formula feeding on infant body composition: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2012; 95: 656–69.
5. Weng SF, Redsell SA, Swift JA, et al. Systematic review and metaanalyses of risk factors for childhood overweight identifiable during infancy. *Arch Dis Child* 2012; 97: 1019–1026.
6. Lehner F, Demmelmair H, Roschinger W, et al. Metabolic effects of intravenous LCT or MCT/LCT lipid emulsions in preterm infants. *J Lipid Res* 2006; 47: 404–411.
7. Goulet O, Olieman J, Ksiazek J, et al. Neonatal short bowel syndrome as a model of intestinal failure: physiological background for enteral feeding. *Clin Nutr* 2013; 32: 162–171.
8. Carnielli VP, Luijckx IH, van Beek RH, et al. Effect of dietary triacylglycerol fatty acid positional distribution on plasma lipid classes and their fatty acid composition in preterm

- infants. *Am J Clin Nutr* 1995; 62: 776–781.
9. Makrides M, Neumann MA, Gibson RA. Effect of maternal docosahexaenoic acid (DHA).
10. Supplementation on breast milk composition. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1996; 50, 352–357.
11. Koletzko B, Bhutta ZA, Cai W, et al. Compositional requirements of follow-up formula for use in infancy: recommendations of an international expert group coordinated by the Early Nutrition Academy. *Ann Nutr Metab* 2013; 62: 44–54.
12. EFSA NDA Panel. Scientific Opinion on the essential composition of infant and follow-on formulae. *EFSA J* 2014; 12: 3760.
13. Bernard JY, De Agostini M, Forhan A, et al. The dietary n6:n3 fatty acid ratio during pregnancy is inversely associated with child neurodevelopment in the EDEN mother-child cohort. *J Nutr* 2013; 143: 1481–1488.
14. Makrides M, Neumann MA, Byard RW, et al. Fatty acid composition of brain, retina, and erythrocytes in breast- and formula-fed infants. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 189–194.
15. Standl M, Sausenthaler S, Lattka E, et al. FADS gene cluster modulates.
16. The effect of breastfeeding on asthma. Results from the GINIplus and LISAplus studies. *Allergy* 2012; 67: 83–90.
17. Steer CD, Davey Smith G, Emmett PM, et al. FADS2 polymorphisms modify the effect of breastfeeding on child IQ. *PLoS One* 2010; 5: e11570.

18. EFSA NDA Panel. Scientific Opinion on the essential composition of infant and follow-on formulae. *EFSA J* 2014; 12: 3760.
19. FAO. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. *FAO Food Nutr Pap* 2008; 91: 63–76.
20. Koletzko B, Boey C, Campoy C, et al. Current information and Asian perspectives on long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation, and infancy: systematic review and practice recommendations from an early nutrition academy workshop. *Ann Nutr Metab* 2014; 65: 49–80.
21. Owen CG, Whincup PH, Kaye SJ, et al. Does initial breastfeeding lead to lower blood cholesterol in adult life? A quantitative review of the evidence. *Am J Clin Nutr* 2008; 88: 305–314.
22. Rich-Edwards JW, Stampfer MJ, Manson JE, et al. Breastfeeding during infancy and the risk of cardiovascular disease in adulthood. *Epidemiology* 2004; 15: 550–556.
23. Tanaka K, Hosozawa M, Kudo N, et al. The pilot study: sphingomyelin-fortified milk has a positive association with the neurobehavioural development of very low birth weight infants during infancy, randomized control trial. *Brain Dev* 2013; 35: 45–52.
24. Delplanque B, Gibson R, Koletzko B, et al. Lipid Quality in Infant Nutrition: Current Knowledge and Future Opportunities. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2015 Jul;61(1): 8–17.

PEDIATRICKÝ DEN OSTRAVA 2018



KONFERENCE LÉKAŘŮ A SESTER

Termín konání
10. 11. 2018

Místo konání
Imperial Hotel Ostrava

Pořádá

Klinika dětského lékařství FN Ostrava a Lékařská fakulta Ostravské univerzity v Ostravě

Odborný garant

doc. MUDr. Michal Hladík, Ph.D.
Klinika dětského lékařství FN Ostrava; LF OU v Ostravě
Bc. Katina Svěchovská
Klinika dětského lékařství FN Ostrava; LF OU v Ostravě

Program bude probíhat:

od 8.30 hod. do 16.30 hod. – LÉKAŘSKÁ SEKCE
od 8.30 hod. do 16.30 hod. – SESTERSKÁ SEKCE

při platbě od 13. 10. 2018

lékař/ka 1 100 Kč

sestra 700 Kč

Organizační zajištění

BOS. org s. r. o.

Kekulova 38

400 01 Ústí nad Labem