

Mastné kyseliny

MUDr. Zuzana Grofová

Nutriční a dietologické oddělení Pardubické krajské nemocnice, a. s.

Mastné kyseliny tvoří hlavní součást lipidů, resp. tuků. Jsou zdrojem energie pro organismus. Mají funkce strukturální. Jsou prekurzory důležitých látek, například prostaglandinů a dalších signálních molekul. Jejich dodávka je nutná pro správný vývoj centrálního nervového systému. Správný poměr omega-3 a omega-6 polynenasaturovaných mastných kyselin ve výživě napomůže přeladit systémový zánětlivý proces a snížit úroveň zánětu v organismu. Zvýšení příjmu potravin, které jsou zdroji omega-3 mastných kyselin, zejména mořských ryb, a omezení příjmu saturevaných tuků, transmastných kyselin a nadměrné konzumace omega-6 mastných kyselin, je opatření vedoucí jednoznačně ke zlepšení zdraví a je dostupné každému.

Klíčová slova: lipidy, neutrální tuk, mastné kyseliny, mastné kyseliny omega-3 a omega-6.

Fatty acids

Fatty acids represent the main component of lipids, resp. fats. They are very important energy resources for the whole body. They have structural roles and are precursors for other important molecules, e. g. prostaglandins and different signal molecules. Their supply is essential for a good development of a central nervous system. The correct ratio omega-3 to omega-6 polyunsaturated fatty acids in our nutrition help to attenuate the systemic inflammatory reaction. The increased intake of food containing omega-3 fatty acids, especially sea fish, and restriction of saturated fatty acids, trans-fatty acids and aggravated consumption of omega-6 fatty acids have been the right approach leading to our health improvement which is generally feasible.

Key words: lipids; neutral fat; fatty acids; omega-3, omega-6 fatty acids.

Med. Pro Praxi 2010; 7(10): 388–390

Lipidy jsou makronutrienty s největší energetickou denzitou. To znamená, že nesou nejvíce energie v jednom gramu (9 kcal/g).

Neutrální tuky, triacylglyceroly, tvoří jednu skupinu lipidů. Chemicky se jedná o základní kostru glycerolu s třemi acyly, zbytky mastných kyselin. Glycerol je vždy stejný. Mastné kyseliny jsou to, čím se jednotlivé druhy tuků liší.

Klasifikace mastných kyselin

Mastné kyseliny dělíme podle délky řetězce. Rozeznáváme krátké mastné kyseliny (short chain fatty acids – SCFA), kam řadíme acetát, propionát a butyrát (kyselinu octovou, propionovou a máselnou), se 2–4 uhlíky. Mastné kyseliny se středním řetězcem (medium chain fatty acids – MCFA) mají 8–12 uhlíků. Mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (long chain fatty acids – LCFA) mají 14–22 uhlíků. LCFA pak mohou být nasycené nebo nenasycené.

Saturevané tuky, obvykle živočišného původu, mají na glycerol navázány nasycené (saturevané) mastné kyseliny. Termín nasycené znamená, že všechny vazby mezi uhlíky v mastné kyselině jsou jednoduché. Nasycené mastné kyseliny jsou například kyselina laurová, myristová, palmitová, stearová. Saturevané tuky tuhnou. Sádlo a máslo jsou nejtypičtějšími příklady nasycených živočišných tuků.

Logickou úvahou se dostaneme k tomu, co znamená označení tuky nenasycené. Jsou to ty, které obsahují zbytky (acyly) nenasycených mastných kyselin. Nenasycené mastné kyseliny nemají všechny vazby mezi uhlíky jednoduché, nasycené, naopak obsahují dvojně (nenasycené) vazby. Dvojných vazeb může být jedna a více. Obsahuje-li mastná kyselina jednu dvojnou vazbu, nazýváme ji mononenasycená (mononenasaturovaná, monoenová) mastná kyselina. Příkladem je kyselina olejová obsažená hojně v olivovém oleji. Má jednu dvojnou vazbu uprostřed molekuly, v poloze omega-9. Označení omega počítá uhlíky od opačného konce molekuly, než je skupina – COOH.

Ostatní mastné kyseliny s dvojnými vazbami jich mají obvykle více a pro zjednodušení je nazýváme souhrnně polynenasycené (polynenasaturované, polyenové) mastné kyseliny. Často je též užívána zkratka PUFA z anglického „polyunsaturated fatty acids“. Zjednodušení ale není zadarmo. Polynenasycené mastné kyseliny se ještě rozdělují podle toho, jaká je poloha poslední dvojně vazby, na omega-3 PUFA a omega-6 PUFA. Omega-3 PUFA získáváme z mořských ryb (sleď, makrela, losos, tuňák, sardinka apod.). Jsou obsaženy také v řepkovém oleji a lněném semínku. Řadíme sem například kyselinu α-linolenovou, eikosapentaenovou (EPA) a dokosahexaenovou. Omega-6 PUFA

jsou původu rostlinného, jedná se o „klasické“ rostlinné oleje. Představitelem je kyselina linolová, která se v organismu konvertuje na kyselinu arachidonovou. Vzhledem k přítomnosti více dvojných vazeb mají tyto tuky charakter olejů a při pokojové teplotě netuhnou.

Tvorba dalších látek z mastných kyselin

Polynenasycené mastné kyseliny s 20 uhlíky tvoří skelet prostaglandinů (PG) a leukotrienů (LT). Pro každou větev je důležitý jiný enzym, pro tvorbu prostaglandinů je to cyklooxygenáza (COX), pro leukotrieny lipoxigenáza. Z omega-3 PUFA se tvoří prostaglandiny a leukotrieny 3. a 5. třídy. Z omega-6 PUFA se tvoří prostaglandiny a leukotrieny 2. a 4. třídy. Tyto skupiny se naprosto liší svými účinky. Působky vzniklé z omega-6 PUFA mají účinky proinflatorní, bronchokonstrikční a protrombotické. Ty, které se vytvořily z omega-3 PUFA, účinkují téměř přesně opačně (protizánětlivé, bronchodilatační, protisrážlivé).

Praktická aplikace

Snadno odvodíme, že například zvýšená konzumace ryb nebo podávání přípravků s omega-3 mastnými kyselinami může zmírnit zánětlivé reakce či snížit pohotovost k trombózám. Naopak nadměrné užívání olejů s omega-6 mastnými kyselinami může působit nepříznivě.

Přeměna a výskyt
polynenasaturovaných
mastných kyselin

Cesta přeměny mastných kyselin omega-3 a omega-6, jak je uvedena v tabulce 2, má své limity. První krok, vznik další dvojné vazby (desaturace), má v obou drahách za úkol enzym delta-6-desaturáza. Dále dochází k elongaci, prodloužení řetězců. Následuje vznik dalších dvojných vazeb za přispění enzymu delta-5-desaturázy.

Cesta přeměny omega-6 PUFA: Z kyseliny linolové (LA) tak vzniká postupně kyselina gama-linolenová (GLA), poté dihomo-gama-linolenová a nakonec kyselina arachidonová (AA), prekursor prozánětlivých a protrombotických prostaglandinů a leukotrienů.

Cesta přeměny omega-3 PUFA: Z kyseliny alfa-linolenové (ALA) vzniká podobným způsobem kyselina eikosapentaenová (EPA) a dokosahexaenová (DHA). V organismu je však míra přeměny ALA v EPA slabá a dosahuje hodnoty asi 10 % u mužů a asi 20 % u žen, u nichž je příznivě ovlivněna estrogeny. Popisuje se také příznivé působení fytoestrogenů na přeměnu ALA v EPA, zejména lignanů z lněného semínka. Přeměna ALA v DHA je ještě menší. Je však velmi důležitá pro vývoj mozku a nervového systému. U dětí do 6 měsíců je aktivita delta-6-desaturázy slabá, proto je důležité dodávání esenciálních mastných kyselin (nejlépe přirozeně kojením). Systém přeměny ALA na EPA a DHA pracuje omezeně také ve stáří a při nadměrné konzumaci omega-6 PUFA. Problémem přeměny je to, že obě dráhy „soutěží“ o stejný enzym, jehož množství je limitované. Nadbytek omega-6 odčerpá zásadní množství enzymu ve prospěch GLA, z čehož rezultuje nízká přeměna ALA na EPA, podobně je to i v případě přeměny EPA na DHA.

V místech, kde dochází k desaturaci, byly pozorovány také kompetitivní interakce. ALA a hlavně EPA a DHA omezují desaturaci LA a GLA. Tím omezují syntézu kyseliny arachidonové (AA). Suplementací EPA a DHA je možno přímo ovlivnit procesy související s působením protrombotických a prozánětlivých mediátorů.

Inhibice však může probíhat i opačným směrem. Nadměrná konzumace omega-6 PUFA může omezit přeměnu PUFA omega-3.

Zatímco ALA se vyskytuje přirozeně v některých rostlinných olejích (řepkový, lněný), v zelených částech rostlin a v ořechách, EPA a DHA se z přírodních zdrojů vyskytují pouze v rybách, mořských řasách a krilu (malých oceánských korýších). Ryby přeměňují ALA (z vodních řas a krilu) na EPA a DHA.

Tabulka 1. Přehled mastných kyselin

Zkratka počet uhlíků	Název skupiny	Vzorec nebo počet uhlíků	Název mastné kyseliny	Původ
Nasycené mastné kyseliny				
SCFA C2-C4	Short chain fatty acids (s krátkým řetězcem)	C2	Octová	
		C3	Propionová	
		C4	Máslaná	
MCFA C6-C12	Medium chain fatty acids (se středním řetězcem)	C8	Kaprylová	Kokosový a palmojádrový olej Nasycené!
		C10	Kaprinová	
		C12	Laurová	
LCFA C14-22	Long chain fatty acids (s dlouhým řetězcem)	C14	Myristová	Živočišné tuky
		C16	Palmitová	
		C18	Stearová	
Nenasycené mastné kyseliny				
MUFA C18	Monounsaturated fatty acids (mononenasycené)	C18:1ω 9 cis	Olejo	Oleje (olivový) Ztužování tuků
		C18:1ω 9 trans	Elaidová	
PUFA C18-22	Polyunsaturated fatty acids (polynenasycené)	C18:2 ω6	Linolová	Rostlinné oleje Konverze C18:2 Rostliny (řepka, len, klíčky)
		C18:3ω 6	γ-Linolenová	
		C18:3ω 3	α-Linolenová	Konverze C18:3ω 6 Maso, vejce Konverze C18:2
		C20:3ω 6	Dihomo-γ-linolenová	
		C20:4ω 6	Arachidonová	
		C20:5ω 3	Eikosapentaenová (EPA)	Ryby mořské Konverze C18:3ω 3
		C22:5ω 3	Dokosapentaenová	Konverze EPA Ryby mořské Konverze EPA
		C22:6ω 3	Dokosahexaenová	
Vzorec: první číslo udává počet uhlíků, druhé číslo počet dvojných vazeb, třetí číslo polohu poslední dvojné vazby od konce řetězce (konec řetězce = uhlík s označením omega ω)				

Vzorec: první číslo udává počet uhlíků, druhé číslo počet dvojných vazeb, třetí číslo polohu poslední dvojné vazby od konce řetězce (konec řetězce = uhlík s označením omega ω)

Tabulka 2. Tvorba polynenasycených mastných kyselin a mediátorů

ω -6		ω -3	
linolová – C18:2 ω 6		α-linolenová – C18:3 ω 3	
↓		↓	
γ-linolenová – C18:3 ω 6		eikosapentaenová (EPA) – C20:5 ω 3	
↓		↓	
dihomo-γ-linolenová – C20:3 ω 6		dokosapentaenová – C22:5 ω 3	
↓		↓	
arachidonová – C20:5 ω 3		dokosahexaenová – C22:6 ω 3	
↓		↓	
lipoxigenáza	cyklooxygenáza	cyklooxygenáza	lipoxigenáza
leukotrieny 4. tř.	prostaglandiny 2. tř.	prostaglandiny 3. tř.	leukotrieny 5. tř.

Doporučený příjem lipidů

Podle současných znalostí by ideální poměr omega-3 PUFA: omega-6 PUFA by byl 1:2 až 1:4. Takovýto poměr lze nalézt u stravy grónských Eskymáků (Inuité), kteří trpí podstatně nižší mortalitou na kardiovaskulární choroby (7–11 %) (a nízký výskyt zánětlivých autoimunitních onemocnění) i přes vysoký energetický příjem a značnou konzumaci tuků. V USA i Evropě, Českou republiku nevylímá, se nyní tento poměr omega 3 PUFA: omega 6 PUFA pohybuje podle některých zdrojů okolo 1:20–30, optimističtější zprávy udávají poměr 1:15–17. Úmrtnost na kardiovaskulární choroby je vysoká (45–50%). Předpokládá se, že zpětné vrácení poměru k 1:4

by snížilo relativní mortalitu na kardiovaskulární choroby o 60 % a také významně ovlivnilo alergické i autoimunitní poruchy (astma bronchiální, revmatoidní artritida), některá psychiatrická onemocnění a nádory (kolorektální karcinom, karcinom prsu a prostaty).

Z celkového doporučeného příjmu tuků 25–35 % energie se za optimální poměr nenasycených k nasyceným mastným kyselinám považuje 3:1. Omega-6 PUFA by měly tvořit 5 %, omega-3 PUFA 1 %, z toho EPA a DHA 0,5 % (projekt EURODIET, 2001). Podle třetí zprávy NCEP (National Cholesterol Educational Program) by konzumace nasycených (SFA) a trans nenasycených mastných kyselin (TFA, níže) měla být co

nejnižší (pod 7%). Doporučené denní dávky jsou pro doplňkové užívání při sekundární prevenci kardiovaskulárních nemocí pro EPA 0,8–1 g, pro ALA 2,2–2,4 g. Dodatek ke 3. zprávě z r. 2004 se doporučení nemění.

K úpravě poměru omega-3: omega-6 PUFA se doporučuje zvýšit příjem ryb na 2–3x týdně, současně ale vyvstává otázka přítomnosti cizorodých látek v rybách, například methylrtuti.

Podle recentního doporučení Státního zdravotního ústavu má konzumace ryb prokázané pozitivní účinky, které převažují nad potenciálním rizikem rtuti obsažené v rybím mase. Expozice rtuti je při běžných zvyklostech malá a ani zvýšení příjmu na 2–3 porce rybího masa týdně běžnou populaci neohrožuje. Omezení se týká pouze gravidních a kojících žen, které chtějí otěhotnět, a dětí do 3 let. Tyto skupiny by měly omezit konzumaci ryb s nejvyšším obsahem rtuti (z mořských ryb je to žralok a mečoun, ze sladkovodních jsou to ryby dravé: štika, candát, bolen, sumec, okoun). Nejsou doporučovány zejména větší a starší kusy, u nichž dochází k hromadění cizorodých látek. (Podrobně na www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kvasnickova/MeHb_3.pdf).

Úskalí konzumace tuků

Zvlášť velké nebezpečí se skrývá v nadměrné celkové konzumaci tuků, například díky oblibě smažených jídel, a dále v užívání tuků saturevaných. Nejsou to jen výše zmíněné živočišné tuky sádlo a máslo, ale v daleko větší míře ztužené tuky fritovací a levné tuky kokosové a palmové. Podstatou ztužování tuků je hydrogenace dvojných vazeb a jejich přeměna na jednoduché vazby. Tím se z tekutého oleje stane tuhý margarín. Čím je tuk tužší, tím je méně vhodný. Navíc dochází ke vzniku trans-forem mastných kyselin

Tabulka 3. Doporučený příjem lipidů (podle NCEP; Doporučení pro diagnostiku a léčbu dyslipidémii České společnosti pro aterosklerózu, 2007, www.athero.cz/odborna-doporuceni/odborna-doporuceni.html; Výživových doporučení pro pacienty s diabetem České diabetologické společnosti, 2007, www.diab.cz/modules/standards/dieta2007.pdf)

lipidy celkově	25–35 %
■ saturevané a trans-nenasycené (SFA, TFA)	■ do 10 % běžně, do 7 % při dyslipidemii
■ mononesaturevané (MUFA)	■ 20 %
■ polynasuresaturevané (PUFA)	■ nad 5 % běžně, nad 10 % při dyslipidemii
■ linolová (omega-6)	■ 3–5 %
■ linolenová (omega-3), ALA, EPA, DHA	■ 0,5–1 %

(TFA, příkladem je kyselina elaidová), které jsou škodlivé, zejména pro zvýšené riziko aterosklerózy a diabetu. Při přepalování tuku dále vznikají četné potenciální kancerogeny jako akrolein a akrylamid. Hroživé je například zjištění, že podávání smažených hranolků dětem jedenkrát týdně značně zvyšuje riziko karcinomu prsu právě díky saturevaným tukům. Takže ani fritované rybí prsty nesehrají v tomto případě protektivní úlohu svým obsahem omega-3 mastných kyselin. Potravinářské výrobky se ztuženými tuky také nejsou vhodné, patří sem oplatky s náplní (pro obsah aterogenních a diabetogenních TFA), sušenky, instantní polévky, „dia“ výrobky, se kterými se stále setkáváme, přestože ze zákona již neexistují. Měkké emulgované pomazánkové tuky na bázi rostlinných olejů používané místo másla by měly obsahovat méně než 5 % TFA a mělo by to na nich být uvedeno. To je ale spíše přání odborníků, než běžná praxe. Příliš levné mohou být podezřelé. Bohužel vůbec nemůžeme vědět, jak kvalitní tuk používají ve veřejném stravování, stáncích či fast food.

Závěr

Doporučení vyplývající z výše uvedeného přehledu mastných kyselin a jejich působení v metabolismu je následující.

V rámci zlepšení zdraví a prevence některých nemocí je vhodné:

1. Omezit příjem nasycených mastných kyselin ze živočišných i rostlinných zdrojů.
2. Vyhybat se konzumaci kyselin transmastných pocházejících ze ztužených tuků, číst údaje na obalech. Vyhybat se smaženým potravinám a občerstvením typu fast food.
3. Rostlinné oleje s obsahem omega-6 mastných kyselin používat uvážlivě, nikoli v nadměrném množství.
4. Vhodné oleje jsou olivový a řepkový.
5. Jednoznačně zvýšit konzumaci ryb na 2–3x týdně.

Tato opatření jsou svým způsobem jednoduchá a pro každého dostupná. Aktivní přístup k výživě má významné preventivní a často i léčebné účinky.

Literatura u autora

MUDr. Zuzana Grofová
Nutriční a dietologické oddělení
Pardubické krajské nemocnice, a.s.
Kyjevská 44, 532 03 Pardubice
zuzana.grofova@upce.cz

