



UNIVERZITA KARLOVA
I. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví
Studijní obor: Nutriční terapie

Markéta Mužíková

Název závěrečné práce: Poměr omega-6:3 mastných kyselin ve stravě, jeho účinky a vliv na zdraví

Title: The omega-6:3 fatty acid ratio in the diet, its effects and impact on health

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Jaroslav Macásek, Ph.D.

Praha, 2023

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci na téma „Poměr omega-6:3 mastných kyselin ve stravě, jeho účinky a vliv na zdraví zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze dne 29. dubna 2023

MARKÉTA MUŽÍKOVÁ

.....
Podpis

Poděkování:

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce MUDr. Jaroslavu Macáškov, Ph.D. za odbornou pomoc, vstřícný přístup, cenné rady a připomínky, které mi při zpracování této práce poskytl.

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o problematice vysokého poměru omega-6:3 mastných kyselin v moderní společnosti a zjišťuje hladiny omega-3 polynenasycených mastných kyselin (n-3 PUFA), konkrétně kyseliny eikosapentaenové (EPA) a dokosahexaenové (DHA) a z omega-6 polynenasycených mastných kyselin (n-6 PUFA) kyseliny arachidonové (KA) u vybraných respondentů.

Data o hodnotách polynenasycených mastných kyselin (PUFA) jsou shromažďována s využitím jednoduchých krevních testů. Testované osobě jsou lancetou odebrány alespoň dvě kapky krve z prstu, které se nanesou na chromatografický papír. Následně je test odeslán do nezávislé laboratoře, ve které je vyhodnocen metodou plynové chromatografie.

Ze získaných dat vyplývá, že ani jeden participant nedosáhl ideálního poměru omega-6:3 mastných kyselin (<5:1), pokud neužíval omega-3 doplněk. Výsledky dále velmi ovlivnilo heterogenní složení potravinových doplňků s obsahem rybího oleje. Bylo zjištěno, že účinnost těchto suplementů je kromě celkového obsahu účinných látek EPA a DHA závislá také na přídatku antioxidantů, které ovlivňují vstřebatelnost doplňků.

klíčová slova:

poměr omega-6:3 mastných kyselin, polynenasycené mastné kyseliny (PUFA), kyselina eikosapentaenová (EPA), kyselina dokosahexaenová (DHA), kyselina arachidonová (KA), omega-3 doplněk, doplněk stravy

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the issue of a high ratio of omega-6:3 fatty acids in modern society and determines the levels of omega-3 polyunsaturated fatty acids (n-3 PUFA), specifically eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA), and of omega-6 polyunsaturated fatty acids (n-6 PUFA) arachidonic acid (KA) in selected respondents.

Data on polyunsaturated fatty acid (PUFA) levels are collected using simple blood tests. At least two drops of blood are taken from the tested person's finger with a lancet and are applied to chromatography paper. Subsequently, the test is sent to an independent laboratory where it is evaluated using the gas chromatography method.

From the obtained data, it appears that not a single participant reached the ideal ratio of omega-6:3 fatty acids (<5:1) unless they took an omega-3 supplement. The results were also greatly influenced by the heterogeneous composition of dietary supplements containing fish oil. It was found out that the effectiveness of these supplements depends not only on the total content of the active substances EPA and DHA, but also on the addition of antioxidants which affect the absorbability of the supplements.

keywords:

ratio of omega-6:3 fatty acids, polyunsaturated fatty acids (PUFA), eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA), arachidonic acid (KA), omega-3 supplement, dietary supplement

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Teoretická část.....	8
2.1	Lipidy a mastné kyseliny (MK).....	8
2.2	Polynenasycené mastné kyseliny (PUFA).....	8
2.3	Jak se změnila naše strava.....	10
2.4	Chronický zánět jako základ chronických onemocnění.....	12
2.5	Nejednoznačnost epidemiologických studií zkoumající přínosy rybího oleje.....	16
2.6	Oxidace mastných kyselin.....	16
2.7	Shrnutí.....	17
3	Praktická část	19
3.1	Úvod.....	19
3.2	Cíle.....	19
3.3	Hypotéza	19
3.4	Metodika studie.....	19
3.5	Etika vědeckého výzkumu	21
3.6	Výsledky testů.....	21
3.7	Diskuze	38
3.8	Závěr	40
	Seznam použité literatury	41
	Seznam zkratk	48
	Seznam obrázků a grafů.....	50
	Seznam příloh.....	51

Kapitola 1

Úvod

Dlouhou dobu jsem se domnívala, že budu-li se řídit výživovým pravidlem 80/20, tedy alespoň 80 % mého optimálního energetického příjmu budou představovat potraviny nutričně bohaté, poskytnou mi to dostatečné množství všech klíčových živin pro můj organismus. Po provedení krevního testu na zjištění profilu mastných kyselin mi byl odhalen nedostatek n-3 PUFA. V jídelníčku jsem vždy měla více ryb, než je standardně doporučováno, protože jsem v podstatě pescetariánka. Vyšší poměr omega-6:3 mastných kyselin mě proto velmi překvapil. Díky tomuto zjištění jsem začala užívat omega-3 doplněk a po pravidelném několikaměsíčním užívání jsem v dalším kontrolním testu zjistila, že mám optimální poměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami a dostatečnou celkovou hladinu n-3 PUFA v krvi. Kromě toho mi začala ustupovat bolest kolenou po cvičení, což jsem přisuzovala právě suplementaci, neboť jsem v té době nic jiného ve svém jídelníčku ani životě nezměnila. Tyto skutečnosti změnily můj pohled na výživu a problematikou PUFA jsem se od té doby začala více zabývat, s čímž logicky souvisí i volba tématu mé bakalářské práce.

Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou uvedeny základní poznatky o tucích a mastných kyselinách, definovány polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) a vysvětleno, proč je důležité mít vyvážený poměr mezi nimi. Popsány jsou i evoluční aspekty stravy a vývoj poměru mezi omega-6:3 mastnými kyselinami. Je zmíněn vliv PUFA na kardiovaskulární choroby, onkologická onemocnění, mozek, nadváhu a obezitu a také možné zdravotní benefity snížení poměru mezi omega-6:3 mastnými kyselinami. Závěr teoretické části je věnován oxidaci a kvalitě omega-3 doplňků.

V praktické části práce je analyzován poměr omega-6:3 mastných kyselin u vybrané skupiny účastníků s různým typem stravy a množstvím konzumovaných ryb týdně. U respondentů, kteří dlouhodobě užívali omega-3 doplněk, je hodnocen účinek suplementů na základě celkového obsahu prospěšných látek a funkčnosti dle výsledků krevních testů. U participantů, kteří si vylepšili poměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami, se uvádí i informace týkající se zlepšení subjektivní stránky jejich zdraví.

Kapitola 2

Teoretická část

2.1 Lipidy a mastné kyseliny (MK)

Lipidy (řecky lipos – tučný) jsou spolu se sacharidy a bílkovinami jednou ze základních živin. Jejich energetická hodnota je 9 kcal/g (37 kJ/g), což je přibližně dvakrát více než u ostatních makroživin. Lipidy jsou pro organismus zcela nezbytné. Rozpouští se v nich vitaminy (A, D, E, K), hrají zásadní roli při syntéze hormonů a jsou nositeli ochranných látek jako jsou antioxidanty a steroly. Podílejí se na stavbě nervové tkáně, jsou součástí buněčných membrán a představují energetickou zásobárnu organismu. Mezi lipidy se řadí především tuky, vosky, oleje a některé vitamíny a steroly. Lipidy jsou po chemické stránce definovány jako sloučeniny mastných kyselin (MK) s více než třemi atomy uhlíku. Dále se dělí na řadu dalších skupin, například triglyceridy (TG), fosfolipidy aj. (Kunová, 2018).

Z chemického hlediska jsou MK složeny z atomů uhlíku a vodíku. Dělí se na nasycené mastné kyseliny (SAFA) a nenasycené mastné kyseliny. SAFA na svém uhlíkovém řetězci nemají dvojnou vazbu. Nenasycené mastné kyseliny se dále dělí na mononenasycené mastné kyseliny (MUFA) a polynenasycené mastné kyseliny (PUFA). MUFA obsahují jednu dvojnou vazbu mezi uhlíky PUFA obsahují dvojných vazeb více. Posledním typem MK jsou trans mastné kyseliny (TFA), které mají trans konfiguraci, což označuje opačnou polohu atomů vodíku ve vazbě na atomy uhlíku, tvořící dvojnou vazbu (Wilhelm, 2013).

2.2 Polynenasycené mastné kyseliny (PUFA)

Mezi PUFA patří omega-6 mastné kyseliny (n-6 PUFA) a omega-3 mastné kyseliny (n-3 PUFA).

PUFA jsou součástí buněčných membrán a jsou to prekurzory eikosanoidů (leukotrieny (LT), prostaglandiny (PG) a tromboxany (TX)). Eikosanoidy vzniklé z n-3 PUFA vytváří PG a LT 3. a 5. třídy a ty působí protizánětlivě, antiaterogenně, antitromboticky. Eikosanoidy vzniklé z n-6 PUFA tvoří PG a LT 2. a 4. třídy a ty působí proinflamatorně, bronchokonstrikčně a protromboticky a na rozdíl od n-3 PUFA mají opačný účinek. Vyvážený poměr mezi PUFA znamená tvorbu příznivějších eikosanoidů (Grofová, 2010, s. 388).

2.2.1 Omega-3 polynenasycené mastné kyseliny (n-3 PUFA)

Do této skupiny patří kyselina alfa-linolenová (ALA), kyselina eikosapentaenová (EPA), kyselina dokosahexaenová (DHA) a kyselina dokosapentaenová (DPA).

N-3 PUFA zlepšují funkci imunitních buněk, mají antioxidační účinek a potřebujeme je pro správný vývoj CNS a očního pozadí. EPA podporuje činnost srdce a DHA potřebuje mozek pro svou správnou činnost.

ALA je esenciální a je nezbytné ji do organismu doplňovat v potravě, protože tělo si tuto kyselinu není schopné samo syntetizovat. V organismu vznikají konverzí z ALA v malém množství i EPA a DHA. Tato přeměna se však uvádí jako málo účinná a průměrná hodnota konverze je pouze asi 4–5 %, což je pro dostatečné zastoupení těchto n-3 PUFA nepostačující. Doporučuje se proto přímá konzumace EPA a DHA ze stravy nebo z omega-3 doplňku (Pražský, 2013).

N-3 PUFA se nacházejí v rostlinných i živočišných zdrojích. ALA je rostlinného původu a najdeme ji například v olejích jako je řepkový a lněný, dalšími bohatými zdroji jsou vlašské ořechy, špenát, růžičková kapusta, borůvky a brusinky.

Hlavními zdroji EPA a DHA, které jsou pro nás ze zdravotního hlediska nejvýznamnější, jsou tučné ryby, játra bílých ryb, mořské plody a řasy.

2.2.2 Omega-6 polynenasycené mastné kyseliny (n-6 PUFA)

Tuto skupinu tvoří kyselina linolová (LA), kyselina arachidonová (KA), kyselina gama linolenová (GLA), kyselina dihomo-gama-linolenová (DGLA).

LA je esenciální a oproti ALA má poměrně pestřejší zastoupení. Najdeme ji v mléčných výrobcích, mase červeném i drůbežím, vejcích, pšenici, palmovém a kokosovém oleji a avokádě. Kyselinu arachidonovou konzumujeme ve všech druzích masa a vejcích.

2.2.3 Shrnutí PUFA

Již ze zdrojů těchto kyselin je patrné, že oproti n-3 PUFA konzumujeme n-6 PUFA ve velkém nadbytku. Obě PUFA jsou esenciální, ale je-li mezi nimi nepoměr, mohou v těle nastat různé potíže. Pro západní stravu je typická konzumace červeného masa a zpracovaných produktů z obilovin a kukuřice, zatímco východní typ stravování jako je asijská strava se skládá především z ryb a zeleniny. Výsledkem je mnohem vyšší poměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami v západním typu stravování okolo 15–20:1, na rozdíl od východní stravy, která si drží poměr v rozmezí od 4–6:1 (William et al., 2014).

Je pro nás důležité mít obě skupiny PUFA, protože n-6 PUFA působí prozánětlivě a akutní zánět nám pomáhá při hojení ran, bez čehož bychom se neobešli. Problém však nastává, když je prozánětlivých látek v těle moc a organismus se s tím nedokáže dlouhodobě vypořádat a z akutního zánětu se stane chronický. Nadměrná reakce imunitního systému pak poškozuje vlastní tkáň. Proto je důležité mít omega-6:3 mastné kyseliny v rovnováze.

Poměr omega-6:3 mastných kyselin a celkové hladiny n-3 PUFA je v posledních desetiletích velmi diskutovaná problematika. Západní společnost si je vědoma toho, že v důsledku zpracování potravin z naší stravy postupně mizí důležité živiny včetně omega-3 mastných kyselin, zatímco příjem omega-6 mastných kyselin vzrostl nejvíce za celou historii. Tato skutečnost vede k nerovnováze mezi PUFA, což z fyziologického hlediska představuje závažný problém. Esenciální MK jsou totiž zásadní pro správné fungování každé buňky v našem těle a jejich špatný poměr může vést k nejrůznějším patologiím.

2.3 Jak se změnila naše strava

Od počátku evoluce měli lidé vyvážený poměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami a v jejich buněčných membránách byl poměr 1:1. V posledních 100 letech se naše strava vlivem potravinářského průmyslu výrazně změnila ve spotřebě tuků a jejich typu. Během evoluce byly n-3 PUFA konzumovány ve většině potravin rostlinného i živočišného původu. (Simopoulos, 2006).

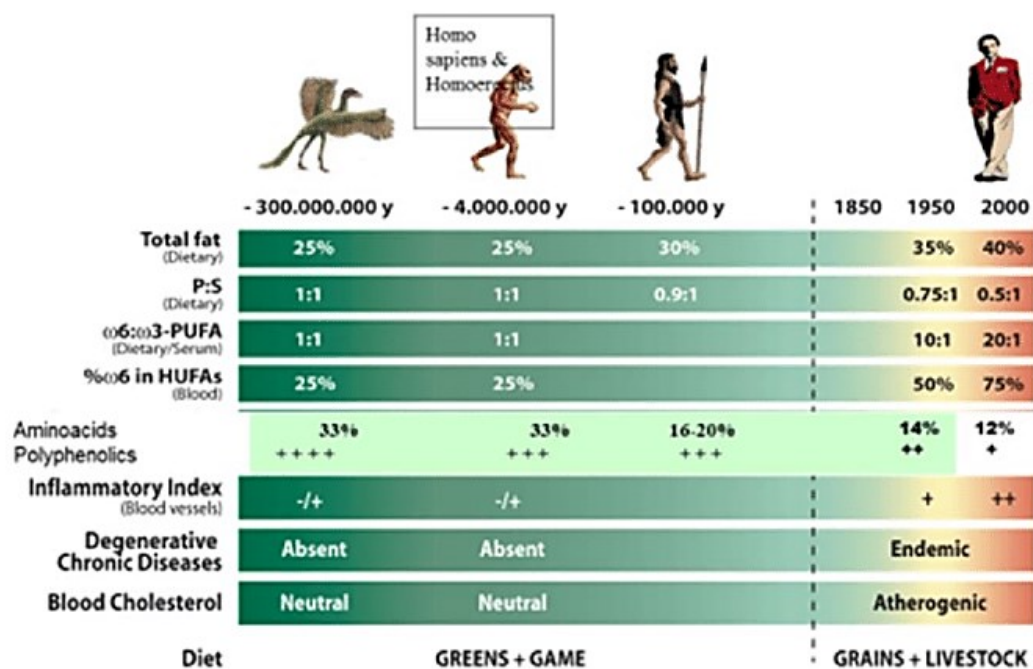
V polovině minulého století se začaly hojně používat rostlinné oleje, které často obsahují nadbytek n-6 PUFA. Tyto oleje jsou levné, a proto se používají téměř ve všech průmyslově zpracovaných potravinách jako levná složka. Běžně je používáme k tepelné úpravě a celkově konzumujeme velké množství tučných jídel, ve kterých se vyskytují právě tyto prozánětlivě působící n-6 PUFA.

Zvířata z velkochovů nemají přístup k zatrávněné louce a slunci a místo přirozené stravy jsou krmeny siláží, senáží a šrotem s přebytkem n-6 PUFA. To prohlubuje nerovnováhu mezi PUFA v mase, mléce a vejcích.

V korejské studii vědci porovnávali složení lipidů v hovězím mase ze skotu krmeného trávou a obilím. Hovězí maso zvířat krmených trávou obsahovalo celkově méně tuku a bylo v něm výrazně méně nasycených mastných kyselin (SAFA). Na druhou stranu obsahovalo více n-3 PUFA především EPA, DHA a DPA, než hovězí maso zvířat krmených obilím (Nogoy et al., 2022).

V západní stravě nyní nalezneme poměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami 15:1–20:1, někdy dosahuje až 50:1. To podporuje vznik chronických nemocí, jako jsou kardiovaskulární a autoimunitní onemocnění, rakovina, cukrovka, obezita, astma, deprese, osteoporóza a další zánětlivá onemocnění. Naopak nižší poměr působí jako prevence proti rozvoji těchto onemocnění (Simopoulos, 2008).

„Rychlé změny stravy během krátkých časových období, k nimž došlo za posledních 100–150 let, jsou zcela novým fenoménem v lidské evoluci. Geneticky řečeno, lidé dnes žijí v nutričním prostředí, lišícím se od toho, pro které byla vybrána naše genetická konstituce. Studie o evolučních aspektech stravy naznačují, že v našem stravování došlo k velkým změnám, zejména v typu a množství esenciálních mastných kyselin (EFA) a v obsahu antioxidantů v potravinách.“ (Simopoulos, 2006 – přeloženo autorkou bakalářské práce)

Obrázek 1: Změny v evoluční stravě od *Homo erectus* k modernímu člověku

(Upraveno z Eaton et al 1985, 1988, Sing Chauhan 2015)

Zdroj: https://www.researchgate.net/figure/Transition-from-poverty-to-Food-Security-and-Functional-Food-Security-leading-to-health_fig1_310732420

Obrázek znázorňuje evoluční vývoj poměru omega-6:3 mastných kyselin. V polovině minulého století můžeme jasně vidět zlom, který je způsoben zejména potravinářským průmyslem. N-6 PUFA se nyní denně konzumuje v mase, mléčných výrobcích, vejcích, pečivu, což je způsobeno velkochovy a nepřirozenou stravou zvířat a přidavkem levných rostlinných olejů do většiny zpracovaných výrobků. N-3 PUFA najdeme hlavně v divokých mořských rybách ze studených vod, mořských řasách a plodech, avokádu a oříšcích, což v českém jídelníčku představuje minoritu.

Změna stravování po průmyslové revoluci také vyústila v prudký nárůst kardiovaskulárních a dalších onemocnění včetně těch psychických. A právě psychické poruchy s KVO mají mnoho společných znaků. V organismu je zvýšená tvorba prozánětlivých cytokinů, endotelová dysfunkce, abnormality v průtoku krve a snížená utilizace glukózy. Tato tolik odlišná onemocnění tak mají společného jmenovatele a tím je právě změna poměru omega-6:3 mastných kyselin (Třebatická a Ďuračková, 2015).

Rapidní nárůst chronických onemocnění je kromě stravy způsoben dalšími faktory, jako jsou například stres, nedostatek spánku a pohybu. Na nevyváženém poměru mezi omega-6:3 mastnými kyselinami je však nejvíce zrádné, že ho lze velmi obtížně vyrovnat, přestože se snažíme žít zdravě.

2.4 Chronický zánět jako základ chronických onemocnění

Zánět má v našem těle velmi důležitou roli. Pokud je organismus napaden, okamžitě reaguje imunitní systém, který usiluje o odstranění problému či patogenu a vznikne tak akutní zánět, který je nezbytný pro přežití.

V místě poranění se stahují cévy a zároveň jsou propustnější, aby se zde mohly shlukovat potřebné látky. Prekapilární arterioly se naopak roztahují pro zvýšení proudu krve. Dilatace způsobuje zarudnutí se zvýšenou lokální teplotou a zvýšení propustnosti kapilár způsobuje otoky. V místě zánětu se koncentrují neutrofilové pro opravu tkáně a obranu před extracelulárními bakteriemi. Do poškozené tkáně vnikají leukocyty, které produkují chemické mediátory zánětu (Povýšil a Šteiner, 2011, s. 290).

Chronický zánět může být primární, anebo vznikne v případech, kdy se organismus nedokáže dlouhodobě vypořádat s akutním zánětem a je narušena fyziologická reparace tkáně. Chronický zánět může být dále způsoben autoimunitním onemocněním, přetrvávající infekcí, které se organismus nedokáže dlouhodobě bránit nebo třeba traumatem, při němž se vylučují prozánětlivé látky. Chronický zánět může vzniknout také jako důsledek dlouhotrvajícího, neléčeného akutního zánětu (Jelínková, 2004). To je z dlouhodobého hlediska velmi problematické, protože imunitní systém poškozuje vlastní tkáně a v důsledku toho mohou vypuknout různé nemoci. Zánětem poškozená tkáň není schopná se dostatečně bránit a může tak dojít například i k rozvoji rakoviny (Stříž, 2022, s. 33).

O odstranění chronického zánětu usilují buňky imunitního systému, které do místa zánětu přitahují enzymy a transkripční faktory, ty do místa přivádějí další prozánětlivé signální molekuly a vytvářejí tak věčnou smyčku zánětu. Metabolismus PUFA se podílí, alespoň částečně, na iniciaci a řešení zánětu. N-3 PUFA konkurují n-6 PUFA dvěma způsoby. Za prvé ALA soutěží s LA o prostor ve fosfolipidové membráně a za druhé jsou silnými konkurenty pro enzymy, které přeměňují PUFA na protizánětlivé nebo prozánětlivé eikosanoidy (William et al., 2014).

Dalším faktorem, který kromě nerovnováhy mezi PUFA působí na chronický zánět je oxidační stres. Oxidační stres znamená nadbytek volných radikálů a nedostatek antioxidantů. N-3 PUFA oxidační stres inhibují také a antioxidanty jsou navíc důležité pro správné vstřebávání n-3 PUFA, proto se v práci budu zabývat i jimi.

PUFA jsou zabudovány v buněčné membráně. Pokud jsou zde dominantní n-6 PUFA, převládají v membráně prozánětlivé složky. N-6 PUFA přitahují do místa zánětu imunitní buňky, které způsobí lokální edém a ten pak může protrhnout lysosomy a aktivují se tak enzymy zvané metaloproteinázy (MMP), které poškozují extracelulární matrix (ECM) (Clayton, 2019, s. 15-16).

Matrixové metaloproteinázy (MMP) se účastní na remodelaci extracelulární matrix (ECM). Fyziologicky probíhá většinou lokálně například při embryogenezi, růstu kostí, ovulaci. Jejich zvýšená aktivita u dospělých je však většinou patologická a pozorujeme ji při chronických zánětech, kdy za pomoci MMP dochází k degradaci pojivové tkáně (Hladíková a Štourač, 2008).

ECM je mezibuněčný prostor, který udržuje buňky na správném místě a zajišťuje tak jejich vzájemné koordinované fungování. ECM se mění v závislosti na potřebách těla, například při cvičení nebo během růstu. Když jsou metaloproteinázy vlivem nadbytku n-6 PUFA pomalu uvolňovány do ECM, prostor se nestíhá dostatečně regenerovat, a to vede k postupné ztrátě této tkáně. Kostí,

chrupavky, endotel, kůže začínají postupně řídnout. Tyto změny jsou nenápadné a nebolestivé, proto je neřešíme až do chvíle, než nám začnou způsobovat problémy nebo dokonce přejdou do civilizačního onemocnění. Kromě vyváženého poměru mezi omega-6:3 mastnými kyselinami proti zánětu pomáhají také antioxidanty polyfenoly, protože inhibují syntézu enzymů MMP, a dokonce inhibují již vytvořené enzymy MMP (Clayton 2019, s. 16-17).

Dostatečné hladiny n-3 PUFA snižují produkci zánětlivých markerů a expresi adhezních molekul. Přímo inhibují kyselinu arachidonovou a nepřímo mění expresi zánětlivých genů. Jakožto silně protizánětlivé látky se tedy terapeuticky mohou používat při akutních a chronických zánětlivých stavech (Calder, 2006).

2.4.1 Kardiiovaskulární choroby

Cévy jsou citlivé na prozánětlivé látky a pokud je v těle zánětlivé prostředí, endotel cév se poškozuje. Tento problém se snaží vyřešit naše imunitní buňky. Ty se v poškozeném místě shlukují, postupně odumírají a tvoří aterom, do kterého se dále zachytávají sloučeniny cholesterolu a aterom se neustále zvětšuje. Přebytek n-6 PUFA navíc cévy stahuje a problém se tak jenom více zhoršuje. Průtok krve se nakonec může omezit úplně, což by mohlo vést k popraskání ateromu, které by vyústilo až v infarkt myokardu a cévní mozkovou příhodu (Clayton, 2019, s. 40).

N-3 PUFA působí pozitivně na metabolismus lipidů díky antitrombotickým a hypolipidemickým vlastnostem. Po dlouhodobém užívání se n-3 PUFA začleňují do aterosklerotických plátů, vytvoří se vazivová vrstva a plát se stane stabilním, má tedy také antisklerotický efekt (Slíva, 2019, s. 118–119).

O protektivních účincích n-3 PUFA se mluví od dob, kdy bylo zaznamenáno nižší riziko kardiiovaskulárních onemocnění u Inuitů, kteří mají vyrovnaný poměr omega-6:3 mastných kyselin. Vysoký příjem n-3 PUFA zabraňuje shlukování destiček, koagulaci a vzniku trombózy (DiNicolantonio a O'Keefe, 2019).

Za výše zmíněné účinky může ze skupiny n-3 PUFA především EPA, což je látka snižující hladinu triglyceridů, cirkulující hladiny apolipoproteinu B (apoB), který obsahuje malý denzní lipoprotein s nízkou hustotou (sdLDL), lipoprotein s velmi nízkou hustotou (VLDL) a oxidovaný lipoprotein s nízkou hustotou (oxLDL). Tyto výhody mohou vyplývat z přímého antioxidačního účinku EPA (Mason et al., 2016).

V Indické studii zkoumali rizikové markery KVO, tedy hladiny celkového cholesterolu, triglyceridy, LDL a HDL cholesterol a apolipoprotein B. Z výsledků jasně vyplývá, že dyslipidémie má přímý vztah se zvýšeným poměrem omega-6:3 mastných kyselin (Gupta et al., 2013).

V další studii byly podávány vysoké dávky EPA (4 g/den) osobám s vysokým kardiiovaskulárním rizikem a hypertriglyceridemií. Ve výsledku byly kardiiovaskulární příhody sníženy o čtvrtinu (Watanabe a Tatsuno, 2020).

U hemodialyzovaných pacientů s vysokým rizikem KV příhod se zjistila přímá souvislost s nízkou hladinou n-3 PUFA a vysokým poměrem omega-6:3 mastných kyselin a aterosklerózou karotid (Umemoto et al., 2016).

EPA inhibuje tvorbu cholesterolových krystalových domén a také snižuje oxidaci malých denzních lipoproteinů s nízkou hustotou (sdLDL), který je v příčinné souvislosti s aterosklerózou (Sherratt et al., 2020). EPA může vyvolat tyto účinky prostřednictvím silného antioxidačního mechanismu, který může usnadnit clearance LDL a zpomalit tak progresi plaku. Snížení hladin oxidovaných lipidů je důležitým terapeutickým cílem pro kardiovaskulární riziko a schopnost EPA chránit HDL před oxidací je konzistentní. Tyto přínosy EPA mohou být doloženy například zlepšením biomarkerů zánětu a oxidačního stresu (Sherratt a Mason, 2018).

2.4.2 Rakovina

Existuje mnoho důkazů o spojitosti chronického zánětu s rakovinou. Chronický zánět je vždy patologický stav, při kterém je narušena fyziologická reparace tkáně, místo zánětu se tak stává rizikovým prostředím. Když kvůli dlouhotrvajícímu zánětu dojde k cévním změnám, imunitní buňky se nemusejí včas dostat do nově poškozeného místa nebo nezvládnou odstranit zárodky rakovinného bujení. V místě chronického zánětu je zvýšená produkce prozánětlivých cytokinů a chemokinů. Chemokiny jsou látky, které do poškozeného místa přivolávají leukocyty, avšak zároveň stimulují proliferaci buněk, a proto se spojují s růstem a vznikem nádorů (Stříž, 2022, s. 34).

Místo zánětu je ideální mikroprostředí pro onkogenezi, přežití nádorových buněk a metastázy. Při růstu nádoru hraje velkou roli angiogeneze. Metabolity n-6 PUFA zvyšují růstový faktor a angiogenezi podporují, zatímco n-3 PUFA působí proti nádoru a jsou antiangiogenní (Kang a Liu, 2013).

Několik studií zjistilo, že n-3 PUFA působí u různých typů rakoviny antineoplasticky, naopak n-6 PUFA podmiňuje její progresi (Yépes et al., 2016). Další studie zkoumala vliv n-3 PUFA na rozvoj rakoviny prsu a dospěla k závěru, že snížený poměr omega-6:3 mastných kyselin a vysoký příjem polyfenolů může snížit riziko rakoviny prsu (Lorgeril a Salen, 2014). Pozitivní účinky nízkého poměru omega-6:3 mastných kyselin na rozvoj rakoviny prsu potvrdila polská studie (Bendek a Zagozdzon, 2020). Další studie naznačila pozitivní přínos n-3 PUFA konkrétně EPA a DHA pro prevenci před vznikem endometria (Arem et al., 2013). Bylo zjištěno, že nízký poměr omega-6:3 mastných kyselin inhibuje vývoj a postup rakoviny prostaty a může zlepšit následnou terapii (Apte et al., 2013).

„Omega-3 mastné kyseliny nejenže všechny tyto věci dělají, ale dělají je bezpečně. Jako běžná složka stravy jsou mnohem bezpečnější než chemoterapeutické léky a radiační terapie a mohou působit jako vynikající pomocné látky ke stávající léčbě rakoviny.“ (William et al., 2014 – přeloženo autorkou bakalářské práce).

2.4.3 Mozek

DHA hraje důležitou roli při vývoji mozku a očí a podporuje duševní zdraví v dětství i dospělosti. V suché hmotnosti mozku je za fyziologických podmínek 8 % DHA. N-3 PUFA jsou důležité především pro neurogenezi a jsou prekurzory pro sloučeniny, které v mozku působí neuroprotektivně. V devadesátých letech minulého století byla zjištěna souvislost s vysokým poměrem omega-6:3 mastných kyselin a větším výskytem depresí, jejich délkou i závažností.

Dostatek n-3 PUFA také snižuje riziko vzniku poporodní deprese u novopečených matek (Slíva, 2019).

Je prokázáno, že chronický zánět zhoršuje kognitivní funkce tím, že poškozuje buňky. Při podávání protizánětlivé stravy pacientům s Alzheimerovou chorobou, tedy především kombinace polyfenolů s n-3 PUFA, se jejich stav zlepšoval. Zajímavým zjištěním také bylo podávání protizánětlivých léků u pacientů s artritidou, kterým se díky této léčbě výrazně snížilo riziko vzniku rozvoje neurodegenerativní choroby (Clayton, 2019, s. 51-52).

Kyselina arachidonová (KA) se přeměňuje na prozánětlivé sloučeniny za pomoci enzymů cyclooxygenázy. Stejně enzymy inhibují protizánětlivé léky ze skupiny antiflogistik, jako jsou například ibuprofen nebo indometacin. Cyclooxygenázy inhibují stejným způsobem i n-3 PUFA a působí tak preventivně proti zánětům, a to bez vedlejších účinků jako nadužívané léky (DiNicolantonio a O'Keefe 2018, Ruprich, 2019).

Většina populace má n-3 PUFA nedostatek a studie se shodují, že to může znamenat riziko rozvoje neurodegenerativních onemocnění. Doplnění EPA a DHA naopak duševní zdraví zlepšuje (DiNicolantonio a O'Keefe, 2020). Mnohými studiemi byl potvrzen nízký poměr omega-6:3 mastných kyselin pro snížení rizika Alzheimerovy choroby a demence (Loef a Walach, 2012). Naopak vysoký poměr omega-6:3 mastných kyselin a nízký omega-3 index pod 5 % znamená riziko rozvoje poporodní deprese (Hoge et al., 2019).

Do skupiny neurovývojových poruch dále patří ADHD, tedy porucha pozornosti a hyperaktivita. Bylo zjištěno, že rozvoj tohoto onemocnění může souviset již s výživou během těhotenství. Vyšší poměr omega-6:3 mastných kyselin ve stravě těhotné ženy byl spojen s vyšším výskytem ADHD u dětí ve věku 7 let (López-Vicente et al., 2019). Mezi nedostatkem n-3 PUFA a výskytem ADHD existuje souvislost a studie poukázaly na zlepšení tohoto stavu při doplňování těchto mastných kyselin (Chang, 2021).

2.4.4 Nadváha a obezita

Jak se v posledních desetiletích poměr omega-6:3 mastných kyselin zvyšoval, paralelně docházelo k nárůstu nadváhy a obezity. PUFA ovlivňují adipogenezi, homeostázu lipidů a především systémový zánět. Velkou roli pro rozvoj obezity hrají eikosanoidové metabolity KA, které jsou nutné pro adipogenezi. N-6 PUFA dále zvyšují leptinovou a inzulinovou rezistenci. Na druhé straně EPA a DHA zvyšují mitochondriální biogenezi, což vede k homeostáze tukové tkáně a hubnutí. V případě zvýšeného poměru omega-6:3 mastných kyselin v buněčných membránách studie jasně ukazují na zvýšené riziko obezity, kdežto vyvážený poměr mezi omega-6:3 mastných kyselin riziko obezity snižuje (Simopoulous, 2016).

„Vyvážený poměr omega-6:3 do 2:1 je spolu s fyzickou aktivitou jedním z nejdůležitějších dietních faktorů v prevenci obezity.“ (Simopoulous, 2016 - Přeloženo autorkou bakalářské práce)

2.4.5 Celkový poměr omega-6:3 mastných kyselin

Dr Chappel tvrdí, že příznaky či závažnost onemocnění u pacientů se dají předvídat tím, že zjistíme jejich poměr omega-6:3 mastných kyselin. N-3 PUFA inhibují enzym delta-5-desaturázu, který

konvertuje kyselinu linolovou na nejvíce prozánětlivou kyselinu arachidonovou. Studie zjistila, že příjem mastných kyselin ze skupiny n-3 PUFA zabraňuje zkracování telomer, což je spojeno se stárnutím buněk a organismu.

Z evolučního poměru omega-6:3 mastných kyselin 1:1 jsme se v dnešní době dostali na průměr cca 16:1 a Dr Chappel zjišťoval, jaké benefity nám může poskytnou opětovné snížení tohoto poměru:

- 5:1 má pozitivní účinky na snížení příznaků astmatu
- 4:1 snižuje riziko úmrtí na KVO až o 70 %
- 2,5:1 při tomto poměru bylo zjištěno snížení proliferace nádorových buněk kolorekta
- 2–3:1 potlačuje zánět u pacientů s revmatoidní artritidou

2.5 Nejednoznačnost epidemiologických studií zkoumající přínosy rybího oleje

Z výše uvedených tvrzení je zřejmé, že suplementace n-3 PUFA má protektivní účinek před různými chronickými nemocemi. Literatura se však ne vždy na těchto tvrzeních zcela shoduje. Bylo totiž zjištěno, že mnohé komerčně dostupné doplňky s n-3 PUFA jsou nepříjemně zoxidovány, což může naopak vést ke zdravotním rizikům. Vzhledem k tomu, že zoxidovaným omega-3 mastným kyselinám je znemožněno vykonávat prospěšné funkce, je možné, že tyto oleje naopak přispívají k iniciaci a progresi chronických nemocí (Jansson a Bartholomew, 2019).

Oxidační stavy maloobchodních omega-3 doplňků nejsou běžně označovány a při jejich zkoumání se zjistila oxidace u 11–62 % z nich. Konzumace těchto olejů s sebou tedy nese riziko vystavení se nadměrně oxidovanému oleji a je pravděpodobné, že v mnohých klinických studiích byl olej také oxidován. Ze 107 zpráv o benefitech n-3 PUFA publikovaných v roce 2012 pomocí Pubmed., pouze jedna studie uvedla oxidační stav použitého oleje (Albert et al., 2013).

Dalším problémem jsou metodologické nedostatky některých studií. Kromě dávky n-3 PUFA a stupni oxidace je také důležitý zdroj ryb. Hladina n-3 PUFA by pro přesnější výsledek měla být zjišťována z membrán krevních buněk, které na rozdíl od krevního séra odrážejí stav dlouhodobých zásob. Ve studiích všechny tyto informace ve většině případů uvedeny nejsou. A nakonec i metaanalýzy podpořily přínosy n-3 PUFA (Neuwirthová et al., 2016).

Také epidemiologické důkazy jasně ukazují, že populace v regionech, kde mají nízký poměr omega-6:3 mastných kyselin, trpí daleko méně zdravotními problémy, než populace se západním typem stravování (William et al., 2014).

2.6 Oxidace mastných kyselin

PUFA jsou chemicky nestabilní, takže rychle oxidují. EPA a DHA jsou vysoce náchylné k oxidaci díky velkému počtu dvojných vazeb a jejich pozici v rámci řetězce mastných kyselin. Oxidované omega-3 doplňky mohou mít změněnou biologickou aktivitu a mohou tak být neúčinné. Studie na zvířatech ukázaly, že oxidované lipidové produkty mohou dokonce způsobovat poškození orgánů,

karcinogenezi, zánět a pokročilou aterosklerózu. K měření lipidových peroxidů a sekundárních oxidačních produktů je potřeba plynová chromatografie. Oxidační stav omega-3 doplňku lze odhadnout pomocí peroxidového čísla, což je důležité k odhadu celkové oxidace (Albert et al., 2013).

Na Novém Zélandu hodnotili kvalitu doplňků stravy s rybím olejem. Kromě zjištění nedostatečného množství účinných látek EPA a DHA v porovnání s hodnotami na štítku, bylo stěžejním problémem, že drtivá většina doplňků překročila doporučené hladiny oxidačních markerů. Hodnotilo se celkem 32 doplňků, z nichž množství peroxidu přesáhlo 83 % produktů. Celková maximální doporučená hodnota oxidace byla překročena u 50 % přípravků. Datum minimální trvanlivosti, země původu, cena a ani exkluzivita doplňku nebyly vypovídajícími ukazateli kvality doplňku (Albert et al., 2015).

Dalším z oxidačních produktů jsou například aldehydy, u kterých je prokázán mutagenní účinek a dále má cytotoxické a zánětlivé vlastnosti, které mohou potencovat různé chorobné procesy. V jiné studii byl zjišťován právě obsah aldehydů, které mohou vést k zánětu, poškození DNA a cév a mnohým dalším zdravotním problémům. Dvě třetiny z testovaných omega-3 doplňků aldehydy obsahovaly. Všechny skupiny identifikovaných aldehydů propagovaly chronické cévní onemocnění (Jansson a Bartholomew, 2019).

V randomizované kontrolované studii se zkoumal účinek různě zoxidovaných omega-3 doplňků stravy na lipidový profil žen. Skupině žen, která přijímala méně oxidovaný olej, se snížila celková hladina triglyceridů a cholesterolu. U druhé skupiny s konzumací vysoce oxidovaného oleje s n-3 PUFA se naopak projevil negativní účinek na hladinu cholesterolu. Potvrdilo se tak, že úroveň oxidace v omega-3 potravinových doplncích je klíčovým faktorem pro stav lipidového profilu (García-Hernández et al., 2013).

Obavy o bezpečnost oxidovaného rybího tuku panovaly už od 50. let minulého století. Přestože existují důkazy, že volně prodejné doplňky jsou často zoxidované a že peroxidace lipidů se podílí na lidských onemocněních, nemělo to žádný vliv na skladování, označování či provádění klinických zkoušek u těchto suplementů. Avšak tyto škodlivé účinky by se rozhodně neměly ignorovat, zejména pokud se omega-3 doplněk suplementuje během těhotenství, dětství nebo stáří (Albert et al., 2013).

2.7 Shrnutí

Je zřejmé, že n-3 PUFA, především EPA a DHA, jsou v našem organismu zcela zásadní pro optimální zdraví. Od narození až do konce života ovlivňují řadu procesů v těle na buněčné úrovni. Regulují rozvoj chronického zánětu, který souvisí se vznikem různých civilizačních onemocnění. Většina populace z vyspělých zemí však v těle zánětlivé prostředí má, a proto je důležitá prevence, které může různým onemocněním předcházet. Jaký máme poměr omega-6:3 mastných kyselin, hladinu omega-3 indexu, permeabilitu buněčných membrán, lze zjistit pomocí jednoduchého krevního testu z kapky krve z prstu. V případě zjištění zánětlivého prostředí v těle se dá tento stav změnou stravy nebo zařazením omega-3 doplňků upravit a zlepšení pak pozorujeme asi do půl roku. (Ruprich, 2020)

Na konci roku 2019 prováděl SZÚ pilotní intervenční studii, ve které zjišťoval především hladinu n-3 PUFA a poměr omega-6:3 mastných kyselin v krvi 28 participantů. Studie trvala 4 měsíce a účastníkům bylo 5–7× týdně podáváno 2000 mg EPA + DHA oleje z tresčích jater. Před zahájením studie mělo pouze 7 % účastníků optimální hladinu n-3 PUFA (nad 8 %) a vyvážený poměr omega-6:3 mastných kyselin (<5:1). Po čtyřech měsících se do požadovaných hodnot dostalo 82 % participantů. Testy byly prováděny ze suché kapky krve a vyhodnocované pomocí plynové chromatografie (Ruprich, 2021)

Obdobné krevní testy budu provádět u vybraných účastníků a jejich výsledky uvedu v praktické části této práce.

Kapitola 3

Praktická část

3.1 Úvod

V posledních letech je problematika PUFA velmi diskutovaná, neboť poměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami se čím dál více prohlubuje, což je z fyziologického hlediska zásadní problém.

Nechala jsem se na poměr omega-6:3 mastných kyselin otestovat, a přestože jsem zdravě se stravující pescetariánka a zároveň konzumuji více ryb, než je standardně doporučováno, neměla jsem PUFA v rovnováze. Na základě mého výsledku testu předpokládám, že v průmyslově vyspělých zemích je v podstatě nemožné dosáhnout vyváženého poměru omega-6:3 mastných kyselin bez specializovaného doplňku, a že západní společnost má extrémní nepoměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami.

Tato hypotéza je ověřována u vybraných respondentů a informace o PUFA v jejich krvi jsou získávány pomocí laboratorního testování. Lancetou se odeberou z prstu účastníka dvě kapky krve, které jsou následně naneseny na specializovaný papír, kde krev zaschne. Test s jedinečným kódem je posléze odeslán do laboratoře, kde se vyhodnotí pomocí plynové chromatografie. Po dokončení analýzy jsou výsledky anonymně k dispozici na určených webových stránkách pod ID kódem a některé z testovaných parametrů poskytují informace pro analýzu uveřejněnou v této práci.

3.2 Cíle

Primárním cílem této bakalářské práce je zjistit, jaký poměr omega-6:3 mastných kyselin se vyskytuje u lidí s různým typem stravy a také u těch, kteří užívají omega-3 doplněk.

Sekundárním cílem bude zjistit, jaké omega-3 doplňky jsou dle výsledků provedených testů vhodné a dále prokázat, zda dochází k nějakým změnám u osob, které si snížily poměr omega-6:3 mastných kyselin pod doporučované hodnoty 5:1.

3.3 Hypotéza

Populace má v dnešní době extrémní nepoměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami.

3.4 Metodika studie

Ke studii jsou využity laboratorní hodnoty MK respondentů. Při vstupní konzultaci je účastník elementárně seznámen s možností stanovení poměru omega-6:3 mastných kyselin v těle. Poté je blíže obeznámen se základními vlastnostmi MK, jejich funkcemi v organismu a všemi benefity zjištění těchto hodnot v krvi. Následně je participantovi krevní test proveden.

Do studie jsou zahrnuti různí lidé bez bližších kritérií, žádný demografický indikátor nikoho ze studie nevyklučuje, jelikož nevyvážený poměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami mají vzhledem k moderní stravě v našich zeměpisných podmínkách všichni nezávisle na věku od kojenců až po seniory, nezávisle na pohlaví, vzdělání, místu bydliště atd. Mezi sledované parametry zahrnuté do studie patří pohlaví, věk, výška, váha, typ stravy účastníka a informace o tom, zda užívá omega-3 doplněk.

Typ stravy je uveden především pro představu, jaké výsledky mají lidé, kteří se snaží stravovat zdravě, a naopak ti, kteří stravování tolik neřeší. U každého participanta je také informace o množství konzumovaných ryb za týden, avšak i toto není zcela vypovídající hodnota o tom, zda člověk bude mít vyšší či nižší poměr omega-6:3 mastných kyselin. Většina lidí se bohužel nezajímá o původ surovin a je velký rozdíl mezi rybou z volného moře a rybou ze sádky krmenou nepřírodnou stravou s vysokým obsahem n-6 PUFA. To stejné platí u dalších živočišných potravin.

Pro laboratorní stanovení parametrů MK je účastníkům proveden test od společnosti Zinzino s certifikací CE IVD, tedy společnost splňuje bezpečnostní požadavky dle směrnice Evropského parlamentu a mají certifikaci pro diagnostiku in vitro. Test je vyhodnocen zcela anonymně a používanou metodou je analýza suché kapky krve. Při této metodě je participantům předem odebrán pouze malý biologický vzorek, konkrétně se jedná o přibližně dvě kapky krve, které jsou přeneseny na předem připravený specializovaný papír, na kterém krev zaschne a vzorek je následně v co nejkratším čase odeslán do laboratoře VITAS v Norském Oslu.

Vzorky jsou analyzovány v nezávislé laboratoři VITAS s certifikací GMP, tedy Good Measuring Practices (Správná měřicí praxe), neboli certifikace osvědčených výrobních postupů. Tato certifikace zajišťuje řadu ochranných opatření a stanovených norem připravených tak, aby byla za spolehlivých podmínek a systémů zvýšena bezpečnost produktů, které mají přímý vliv na lidské zdraví, a aby se zabránilo možné kontaminaci v každé fázi od přípravy produktu po distribuci a současně nebyla porušována legislativa.

Pro vyhodnocení testu se využívá plynová chromatografie. Již zpracovaný výsledek je následně k dispozici online pod anonymním identifikačním kódem. Testem se stanovuje celkem jedenáct MK v membráně erytrocytů, z čehož zjistíme poměr omega-6:3 mastných kyselin, omega-3 index, koeficient kyseliny arachidonové a také propustnost buněčné membrány.

Jelikož je práce zaměřena na poměr omega-6:3 mastných kyselin, z výsledků je využíván pouze tento poměr, omega-3 index a koeficient kyseliny arachidonové.

Poměr omega-6:3 mastných kyselin (KA / EPA) je podíl mezi kyselinou arachidonovou (KA) a mezi kyselinou eikosapentaenovou (EPA). Výsledek tedy ukazuje na míru zánětlivosti v organismu, která je způsobena přijímanou stravou.

Omega 3 index (EPA + DHA) popisuje složení dvou n-3 PUFA, kyseliny dokosahexaenové (DHA) a eikosapentaenové, v rámci celkového obsahu mastných kyselin v krvi.

Koeficient kyseliny arachidonové (KA), kterou také řadíme mezi kyseliny nenasycené, popisuje obsah KA v rámci všech mastných kyselin v krvi. KA je stanovena samostatně, a to z důvodu jejího významu pro lidské tělo. Je totiž prekurzorem pro syntézu eikosanoidů, pro organismus silně působících látek, které ovlivňují kontrakci a relaxaci hladké svaloviny, srážení krve, bolest či například zánět. Jde o důležitou hodnotu pro určení poměru omega-6:3 mastných kyselin.

3.5 Etika vědeckého výzkumu

Všichni účastníci výzkumu byli obeznámeni se záměrem zpracování naměřených hodnot ve srovnávací studii a od počátku se celého procesu včetně měření účastnili zcela dobrovolně. Dále byli seznámeni s tím, že získaná data budou pro ochranu jejich osobních údajů od začátku procesu, tedy od zaslání vzorku do laboratoře, anonymizována. Respondenti jsou si rovněž vědomi toho, že jejich naměřené hodnoty spolu s dalšími osobními informacemi, které se týkají mimo jiné i jejich subjektivně vnímaného zdravotního stavu, budou v anonymizované podobě uveřejněny a prezentovány v rámci této bakalářské práce.

3.6 Výsledky testů

3.6.1 Grafická barevná škála

Získaná data jsou graficky znázorněna přehledným a snadno srozumitelným způsobem, při kterém je využito vyjádření výsledků na barevné škále tak, aby bylo již na první pohled zjevné, zda jsou naměřené hodnoty v intervalu doporučeném pro zdravého člověka. Pro zdůraznění je využito i standardizované grafické vyjádření emodži, zde symbol obličeje, který názorně charakterizuje naměřené veličiny (viz příloha).

A)

Zelený interval na grafické škále označuje fyziologické rozmezí, typické pro zdravého člověka. Tyto hodnoty jsou cílem, kterého se účastníci snaží dosáhnout i s využitím doplňků stravy.

Tento interval se pohybuje u poměru omega-6:3 mastných kyselin mezi 1:1 až 3:1.

Podle doporučení WHO (Světové zdravotnická organizace) je i naměřená hodnota 4:1 pokládána za optimální.

U Omega 3 indexu se jedná o hodnoty nad 8 %, v rámci testu jsou měřitelné hodnoty až 12 %.

U koeficientu kyseliny arachidonové je fyziologická hodnota 6,5–9,5 %.

Zelené fyziologické hodnoty doprovází grafický symbol obličeje s úsměvem.

B)

Žlutý interval na grafické škále označuje hodnoty odpovídající nerovnováze či nedostatku v těle, které při dlouhodobém trvání mohou mít negativní vliv na zdraví.

Toto rozmezí se u poměru omega-6:3 mastných kyselin pohybuje mezi 3:1 až 9:1. U omega 3 indexu se jedná o hodnoty 4–8 %.

U koeficientu KA se rozmezí nerovnováhy pohybuje mezi 4,5–6,5 % u nedostatku této kyseliny a 9,5–12,5 % v případě jejího nadbytku.

Žluté rozmezí odpovídá nerovnováze v těle a na grafické škále ho doprovází symbol obličeje s neutrálním výrazem.

C)

Hodnoty odpovídající riziku či extrémnímu nedostatku, které i při krátkodobějším trvání mohou mít negativní vliv na lidské zdraví, jsou na barevné škále označeny červeně.

V případě poměru omega-6:3 mastných kyselin odpovídá alarmujícím hodnotám poměr 9:1 a více, přičemž maximální měřitelná hodnota u testu je poměr 125:1.

U omega-3 indexu je za rizikovou považována hodnota 4 % a méně, resp. až do nulové hodnoty.

U kyseliny arachidonové se měřitelné rozmezí rizikových hodnot pohybuje buď u alarmujícího nedostatku 0–4,5 % nebo v případě alarmujícího nadbytku této kyseliny 12,5 % až 25 %.

Rizikové hodnoty doprovází kromě červené barvy i symbol smutného obličejce.

3.6.2 Účastníci zařazení do studie

Studie zahrnuje celkem 40 participantů, kteří jsou rozděleni do dvou skupin. 20 respondentů první skupiny neužívalo žádný omega-3 doplněk, zatímco účastníci druhé skupiny užívali pravidelně omega-3 doplněk po dobu minimálně 4 měsíců.

V případě uvedeného dávkování je myšlena denní dávka.

Někteří participanté jsou zařazení v obou skupinách, protože po provedení prvního testu začali omega-3 doplněk suplementovat.

Všechny tři sledované hodnoty jsou u každého účastníka pro lepší přehlednost znázorněny barevně.

A) Zástupci skupiny bez užívání omega-3 doplňku

1. Markéta, 25 let, 168 cm, 54 kg

- Stravování:

Pescetariánka; racionální stravování na cca 80 %; ryby až 5× týdně

Poměr omega-6:3	7,3:1
Omega-3 index	5,9 %
Kyselina arachidonová	10,0 %

2. Růžena, 59 let, 175 cm, 76 kg

- Stravování:

Pestrá, ale nevyvážená strava s dostatkem ovoce a zeleniny, minimálně zpracované potraviny, občas sladké – zejména čokoláda i ve větším množství; ryby cca 2× za měsíc

Poměr omega-6:3	33,1:1
Omega-3 index	2,9 %
Kyselina arachidonová	11,6 %

3. Patrik, 29 let, 185 cm, 73 kg**- Stravování**

Všežravec, stravování neřeší; celkový příjem stravy relativně malý, s nízkým obsahem bílkovin a relativně častou konzumací průmyslově zpracovaných produktů; ryby cca 3× týdně

Poměr omega-6:3 14,0:1

Omega-3 index 4,9 %

Kyselina arachidonová 12,9 %

4. Dominik, 25 let, 187 cm, 93 kg**- Stravování:**

Fitness trenér; v období provádění testu nekontrolovaná strava, často smažená jídla a sladkosti; minimální příjem ryb

Poměr omega-6:3 33,2:1

Omega-3 index 2,1 %

Kyselina arachidonová 10,3 %

5. Denisa, 29 let, 170 cm, 73 kg**- Stravování:**

Všežravec, složení stravy neřeší; minimum živin, hodně pochutin, noční konzumace; ryby minimálně

Poměr omega-6:3 26,0:1

Omega-3 index 2,5 %

Kyselina arachidonová 10,4 %

6. Martin, 50 let, 172 cm, 83 kg**- Stravování:**

Sportovec, se snahou stravovat se zdravě s minimem průmyslově zpracovaných produktů a spoustou zeleniny; často nedostatečná celková energie i množství bílkovin – Syndrom RED-S; ryby cca 1-2× týdně

Poměr omega-6:3 15,3:1

Omega-3 index 3,0 %

Kyselina arachidonová 9,5 %

7. Eva, 23 let, 165 cm, 55 kg**- Stravování:**

Stravu neřeší; hojně fast food a uzeniny; ryby jednou za dva týdny

Poměr omega-6:3 32,9:1

Omega-3 index 2,4 %

Kyselina arachidonová 9,2 %

8. Jana, 32 let, 168 cm, 55 kg**- Stravování:**

Strava pravidelná, snaha o vyváženost, ale ne striktně; celkově málo vlákniny, často slané pochutiny – až 6× týdně; ryby minimálně, v podstatě jen krevety cca jednou za dva týdny

Poměr omega-6:3 26,5:1

Omega-3 index 1,9 %

Kyselina arachidonová 8,2 %

9. Jakub, 28 let, 188 cm, 98 kg**- Stravování:**

Všežravec, stravu neřeší; denně slané pochutiny, nedostatečný příjem energie i bílkovin; ryba 1× za dva týdny

Poměr omega-6:3 28,0:1

Omega-3 index 2,2 %

Kyselina arachidonová 9,8 %

10. Nikol, 30 let, 181 cm, 69 kg**- Stravování:**

Nutriční terapeutka, vegetariánka; strava vyvážená, pestrá; bílkoviny hradí sýry, někdy sójovými výrobky či náhražkami masa

Poměr omega-6:3 43,1:1

Omega-3 index 2,3 %

Kyselina arachidonová 11,2 %

11. Richard, 25 let, 187 cm, 112 kg**- Stravování:**

Řidič z povolání; nevhodné stravování – bagety, polotovary; domácí strava minimálně, navíc jednotvárná – kuře s rýží; ryby téměř vůbec

Poměr omega-6:3 21,0:1

Omega-3 index 2,6 %

Kyselina arachidonová 12,8 %

12. Jaroslav, 59 let, 186 cm, 83 kg**- Stravování:**

Oběd na pracovišti ne vždy nutričně adekvátní; spousta bílého pečiva, minimum ovoce a zeleniny, celkově nedostatečná energie a množství bílkovin; konzervované sardinky cca 1× týdně

Poměr omega-6:3	37,4:1
Omega-3 index	1,9 %
Kyselina arachidonová	8,6 %

13. Markéta 2, 33 let, 175 cm, 70 kg**- Stravování:**

Vystudovaná farmaceutka a koučka zdravého životního stylu; racionální strava, z 80 % vyvážená; hodně zeleniny, ovoce a luštěnin; ryba jednou za dva týdny

Poměr omega-6:3	12,8:1
Omega-3 index	3,9 %
Kyselina arachidonová	10,5 %

14. James, 63 let, 180 cm, 90 kg**- Stravování:**

Místo pobytu Francouzská riviéra; stravování střídme, kvalitní; čerstvá ryba 2× týdně

Poměr omega-6:3	11,9:1
Omega-3 index	4,0 %
Kyselina arachidonová	9,3 %

15. Jan, 37 let, 174 cm, 72 kg**- Stravování:**

Fitness trenér; strava zdravá a vyvážená, většina přijímaných tuků rostlinného původu; ryba cca 3× týdně

Poměr omega-6:3	24,6:1
Omega-3 index	3,6 %
Kyselina arachidonová	12,8 %

16. Iveta, 54 let, 173 cm, 93 kg**- Stravování:**

Strava domácí, pestrá, s dostatkem ovoce a zeleniny; celkový energetický příjem včetně bílkovin nedostatečný; ryba 1–2× týdně

Poměr omega-6:3	16,5:1
Omega-3 index	2,9 %
Kyselina arachidonová	10,7 %

17. Michal, 38 let, 177 cm, 95 kg**- Stravování:**

Dlouhodobá snaha zhubnout, počítání kalorií; strava racionální a vyvážená; ryba cca 2× týdně

Poměr omega-6:3 27,0:1

Omega-3 index 4,2 %

Kyselina arachidonová 11,6 %

18. Josef, 58 let, 183 cm, 100 kg**- Stravování:**

Strava zdravá, hodně zeleniny; celková energetická hodnota nižší; ryba 1–2× měsíčně

Poměr omega-6:3 13,8:1

Omega-3 index 2,4 %

Kyselina arachidonová 6,2 %

19. Hana, 57 let, 165 cm, 95 kg**- Stravování:**

Restart jídelníčku, snaha o zdravější stravování; ryba 1× za dva týdny

Poměr omega-6:3 13,5:1

Omega-3 index 2,4 %

Kyselina arachidonová 9,7 %

20. Radim, 29 let, 180 cm, 95 kg**- Stravování:**

Strava nepravidelná, většinou zpracované potraviny; často pečivo, smažené pokrmy, polotovary, zelenina a ovoce výjimečně; ryby vůbec

Poměr omega-6:3 44,4:1

Omega-3 index 2,1 %

Kyselina arachidonová 10,2 %

B) Zástupci skupiny, kteří dlouhodobě užívají omega-3 doplněk

21. Pepa 32 let, 186 cm, 92 kg**- Stravování:**

Sportovec, zdravá vyvážená strava; „zhřeší“ 2× týdně; ryba 1–2× týdně

- Omega-3 doplněk:

Rybí olej 1000 mg, EPA 180, DHA 120, vitamin D3 1,25 µg

Poměr omega-6:3 26,1:1

Omega-3 index 2,6 %

Kyselina arachidonová 11,5 %

22. Michal 2, 60 let, 170 cm, 90 kg**- Stravování:**

Domácí strava bez smažených pokrmů, často se sádlem; ryby občas

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 760 mg, EPA 320 mg, DHA 230 mg, DPA 20 mg, ostatní nenasycené MK 310 mg, vitamin D3 5 µg

Poměr omega-6:3 9,7:1

Omega-3 index 2,7 %

Kyselina arachidonová 8,3 %

23. Petr, 46 let, 179 cm, 80 kg**- Stravování:**

Kvalitní domácí strava a časté stravování v luxusních restauracích; ryba cca 2× týdně.

- Omega-3 doplněk:

Rybí olej koncentrát 2000 mg, EPA 660 mg, DHA 440 mg

Poměr omega-6:3 9,5:1

Omega-3 index 4,4 %

Kyselina arachidonová 9,8 %

24. Tomáš, 26 let, 175 cm, 86 kg**- Stravování:**

Kulturista; fitness jídlo – kuřecí a hovězí maso, rýže, vložky, brambory, tvaroh a jiné mléčné výrobky, zelenina; celkově velké množství jídla – objemová fáze; o víkendech někdy pizza, hamburger atd.; ryba cca 3× měsíčně

- Omega-3 doplněk:

Rybí olej koncentrát 3000 mg, EPA 990 mg, DHA 660 mg

Poměr omega-6:3 6,5:1

Omega-3 index 6,5 %

Kyselina arachidonová 14,2 %

25. Petr 2, 29 let, 188 cm, 82 kg**- Stravování:**

Sportovec, snaha o zdravé stravování; větší celkový energetický příjem; ryba cca 2× týdně

- Omega-3 doplněk:

Rybí olej 2000 mg, omega-3 MK 1200 mg, EPA 580 mg, DHA 420 mg

Poměr omega-6:3	21,6:1
Omega-3 index	4,1 %
Kyselina arachidonová	12,5 %

26. Stanislav, 32 let, 176 cm, 78 kg**- Stravování:**

Fitness trenér, stravování vyvážené s dostatkem energie a bílkovin; volba kvalitních surovin; hodně zmrzliny; ryby vůbec

- Omega-3 doplněk:

Rybí olej 12 000 mg, EPA 2160, DHA 1440, Vitamin E 12 mg

Poměr omega-6:3	4,5:1
Omega-3 index	7,3 %
Kyselina arachidonová	11,8 %

27. Zdeňka, 28 let, 175 cm, 84 kg**- Stravování:**

Střídání období striktního dodržování zdravého stravování s obdobím, kdy stravu neřeší vůbec; losos 1× za dva týdny

- Omega-3 doplněk:

Rybí olej 2000 mg, EPA 360 mg, EHA 240 mg, vitamin E 2 mg

Poměr omega-6:3	14,4:1
Omega-3 index	3,8 %
Kyselina arachidonová	11,1 %

28. Dan, 51 let, 190 cm, 101 kg**- Stravování:**

Zdravá domácí strava italského typu; ryba cca 1× týdně

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 1200 mg, EPA 400 mg, DHA 600 mg, vitamin E 3 mg, vitamin A 250 µg, Vitamin D 15 µg

Poměr omega-6:3	11,4:1
Omega-3 index	2,7 %
Kyselina arachidonová	5,9 %

29. Jan, 33 let, 190 cm, 83 kg**- Stravování:**

Běžná domácí strava a závodní stravování; ryba cca 2× týdně

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 1520, EPA 720 mg, DHA 480 mg, vitamin E 20 mg

Poměr omega-6:3 12,0:1

Omega-3 index 4,8 %

Kyselina arachidonová 11,6 %

30. Lukáš, 29 let, 165 cm, 55 kg**- Stravování:**

Všední dny zdravé stravování, víkendy neřeší; ryba maximálně jednou za dva týdny

- Omega-3 doplněk:

Rybí olej 2000 mg, EPA 360 mg, EHA 240 mg, vitamin E 2 mg

Poměr omega-6:3 22,8:1

Omega-3 index 4,3 %

Kyselina arachidonová 13,2 %

31. Růžena, 59 let, 175 cm, 76 kg**- Stravování:**

Pestrá, ale nevyvážená strava s dostatkem ovoce a zeleniny, minimálně zpracované potraviny, občas sladké – zejména čokoláda i ve větším množství; ryby cca 2× za měsíc

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 3100, EPA 1600, DHA 850, omega-9 3900, polyfenoly 2,4 mg, vitamin D3 25 µg

Poměr omega-6:3 2,4:1

Omega-3 index 7,7 %

Kyselina arachidonová 8,8 %

32. Eva 75 let, 165 cm, 60 kg**- Stravování:**

Běžná domácí strava; ryby občas

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 3730, EPA 1930, DHA 1030, omega-9 4610, polyfenoly 5,25 mg, vitamin D3 30 µg

Poměr omega-6:3 1,3:1

Omega-3 index 11,9 %

Kyselina arachidonová 8,7 %

- Subjektivní vnímání:

Snížení míry únavy a vyčerpání

33. Denisa, 29 let, 170 cm, 73 kg**- Stravování:**

Všežravec, restart jídelníčku – snaha o racionální stravování; ryby minimálně

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 2500, EPA 1300, DHA 700, omega-9 3100, polyfenoly 3,5 mg, vitamin D3 20 µg

Poměr omega-6:3 2,4:1

Omega-3 index 7,1 %

Kyselina arachidonová 8,7 %

34. Michal 2, 38 let, 177 cm, 95 kg**- Stravování:**

Dlouhodobá snaha zhubnout, počítání kalorií; strava racionální a vyvážená; ryba cca 2× týdně

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 3100, EPA 1600, DHA 850, omega-9 3900, polyfenoly 2,4 mg, vitamin D3 25 µg

Poměr omega-6:3 6,6:1

Omega-3 index 6,0 %

Kyselina arachidonová 10,4 %

35. Martin, 50 let, 172 cm, 83 kg**- Stravování:**

Sportovec, se snahou stravovat se zdravě s minimem průmyslově zpracovaných produktů a spoustou zeleniny; často nedostatečná celková energie i množství bílkovin – Syndrom RED-S; ryby cca 1–2× týdně

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 4140 mg, EPA 2140 mg, DHA 1140 mg, omega-9 5120 mg, polyfenoly 5,8 mg, vitamin D3 33 µg

Poměr omega-6:3 2,9:1

Omega-3 index 7,4 %

Kyselina arachidonová 9,9 %

- Subjektivní vnímání:

Zvýšení mentální odolnosti

36. Jana 72 let, 168 cm, 72 kg**- Stravování:**

Běžná domácí strava; ryby občas

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 3310, EPA 1710, DHA 910, omega-9 4100, polyfenoly 4,7 mg, vitamin D3 27 µg

Poměr omega-6:3 2,6:1

Omega-3 index 8,2 %

Kyselina arachidonová 9,0 %

- Subjektivní vnímání:

Snížení pocitu únavy

37. Dítě 5 let, 130 cm, 35 kg**- Stravování:**

Snaha rodičů o plnohodnotnou stravu; ryby nepravidelně

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 1550, EPA 800, DHA 430, omega-9 2560, polyfenoly 2,2 mg, vitamin D3 12,6 µg

Poměr omega-6:3 4,9:1

Omega-3 index 6,3 %

Kyselina arachidonová 10,6 %

- Subjektivní vnímání:

Zlepšení alergie a kožních problémů, lepší soustředěnost ve školce

38. Šárka 29 let, 158 cm, 59 kg**- Stravování:**

Stravování neřeší, česká kuchyně; ryba výjimečně

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 1680, EPA 1080, DHA 600, olivový olej 510 mg, omega-9 383, polyfenoly 27,4 mg, vitamin D3 20,1 µg, Skvalen 1,9 mg

Poměr omega-6:3 4,4:1

Omega-3 index 5,4 %

Kyselina arachidonová 7,8 %

- Subjektivní vnímání:

Zlepšení ekzému a projevů artrózy

39. Tatiana 42 let, 170 cm, 69 kg**- Stravování:**

Šetřící dieta; ryby cca 1–2× týdně

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 2070, EPA 1070, DHA 570, omega-9 2560, polyfenoly 2,9 mg, vitamin D3 16,7 µg

Poměr omega-6:3 2,3:1

Omega-3 index 6,3 %

Kyselina arachidonová 7,2 %

- Subjektivní vnímání:

Výrazná redukce projevů ulcerózní kolitidy

40. Roman 50 let, 183 cm, 94 kg**- Stravování:**

Domácí kuchyně, zdravější stravování; ryba cca 2× týdně

- Omega-3 doplněk:

Omega-3 MK 4140 mg, EPA 2140 mg, DHA 1140 mg, omega-9 5120 mg, polyfenoly 5,8 mg, vitamin D3 33 µg

Poměr omega-6:3 2,6:1

Omega-3 index 8,1 %

Kyselina arachidonová 8,0 %

- Subjektivní vnímání:

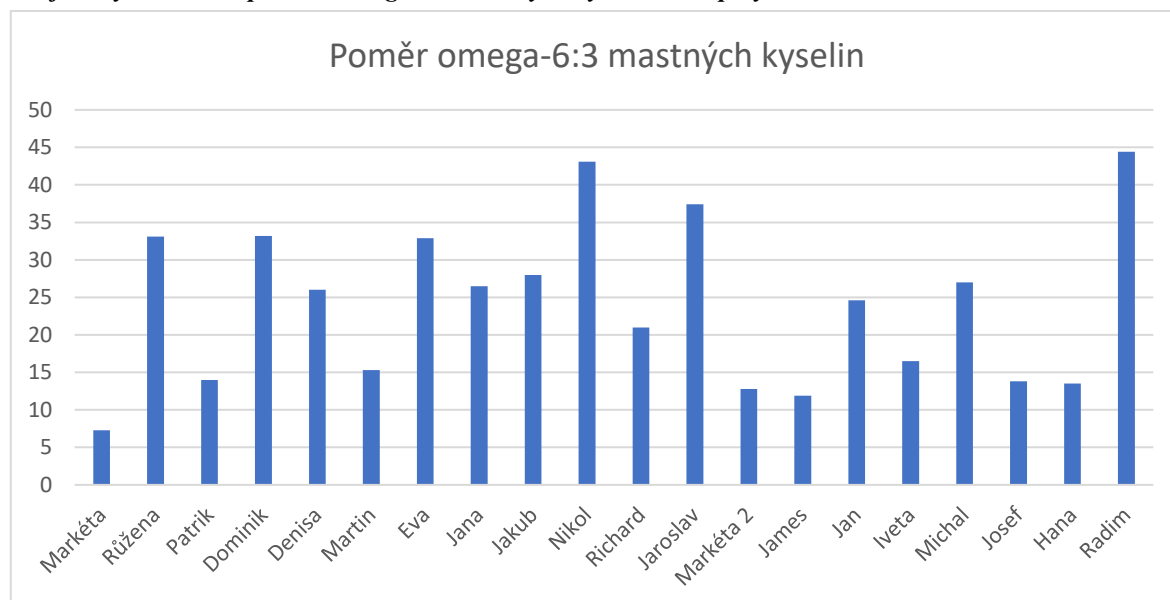
Zmírnění alergické reakce na břízu v exponovaném období

3.6.3 Grafické porovnání získaných hodnot

Poměr omega-6:3 mastných kyselin

Skupina A

Graf 1: Vyhodnocení poměru omega-6:3 mastných kyselin u skupiny A



Graf znázorňuje poměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami, kdy uvedená číselná hodnota znamená poměr omega-6:1

Pod fyziologickou hodnotou poměru omega-6:3 mastných kyselin, tedy 5:1, se nenachází ani jeden účastník. Průměrná hodnota vybraných 20 participantů činí alarmujících 24,1:1.

Nejnižšího poměru 7,3:1 dosáhla pescetariánka Markéta, která se stravuje zdravě a konzumuje nadprůměrné množství ryb. Byl to také jediný výsledek, který byl nižší než 10:1. Naopak nejhoršího výsledku s poměrem 44,4:1 dosáhl Radim, jehož strava je založená především na průmyslově zpracovaných potravinách.

Obecně nelze potvrdit vzájemnou souvislost mezi zdánlivě zdravým stravováním a nižším poměrem omega-6:3 mastných kyselin. Prvním příkladem je fitness trenér Jan, který je sportovec a dbá na dodržování racionálního stravování. Díky pravidelné konzumaci ryb dosáhl téměř žlutých hodnot u omega-3 indexu, ale kvůli velkému nadbytku kyseliny arachidonové byl jeho poměr 24,6:1, což lze přičíst na vrub konzumací rostlinných olejů.

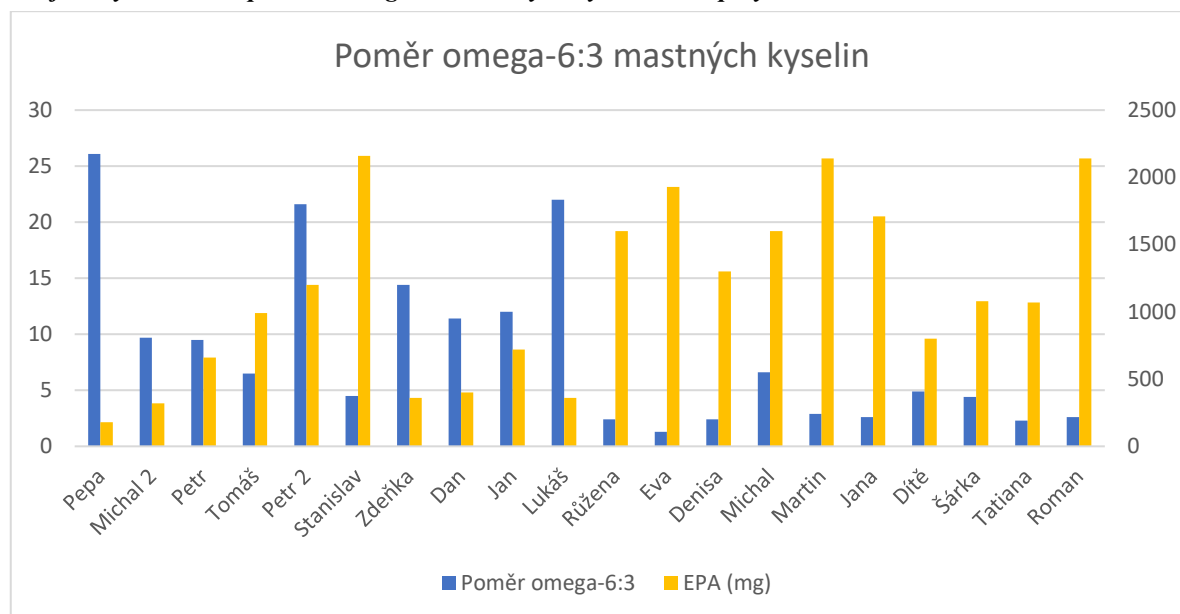
Druhým příkladem je nutriční terapeutka a vegetariánka Nikol, která maso nahrazuje sójou a výrobky z ní nebo přímo masovými náhražkami a vůbec nekonzumuje ryby. Její výsledek je druhým nejhorším s poměrem 43,1:1.

Michalovi vyšel omega-3 index ve žlutých hodnotách, ale jeho kyselina arachidonová byla rovněž natolik vysoká, že skončil s výsledkem 27:1, přestože dlouhodobě dodržuje redukční dietu.

Výsledky ostatních respondentů relativně odpovídají jejich způsobu stravování.

Skupina B

Graf 2: Vyhodnocení poměru omega-6:3 mastných kyselin u skupiny B



Poměr omega-6:3 mastných kyselin se vypočítává jako rozdíl KA/EPA. Na tomto grafu je proto kromě zmiňovaného poměru znázorněna také celková dávka kyseliny eikosapentaenové (EPA), která byla suplementována v omega-3 doplňku.

Poměr omega-6:3 mastných kyselin by měl být maximálně 5:1, ale tohoto výsledku i přes suplementaci n-3 PUFA někteří účastníci zdaleka nedosáhli.

Prvních pět respondentů užívalo omega-3 doplněk bez jakéhokoliv antioxidantu, dalších pět uživatelů mělo v suplementu jako antioxidant vitamin E a zbylá polovina účastníků užívala suplement s přidanými antioxidanty – polyfenoly.

Všichni uživatelé dodržovali doporučené denní dávky omega-3 doplňků s výjimkou Stanislava. První polovina účastníků měla na doplňku uvedeno přesné dávkování. Doporučená dávka druhé poloviny účastníků vycházela z jejich hmotnosti. Z důvodu těchto zásadních rozdílů jsou výsledky prezentovány odděleně.

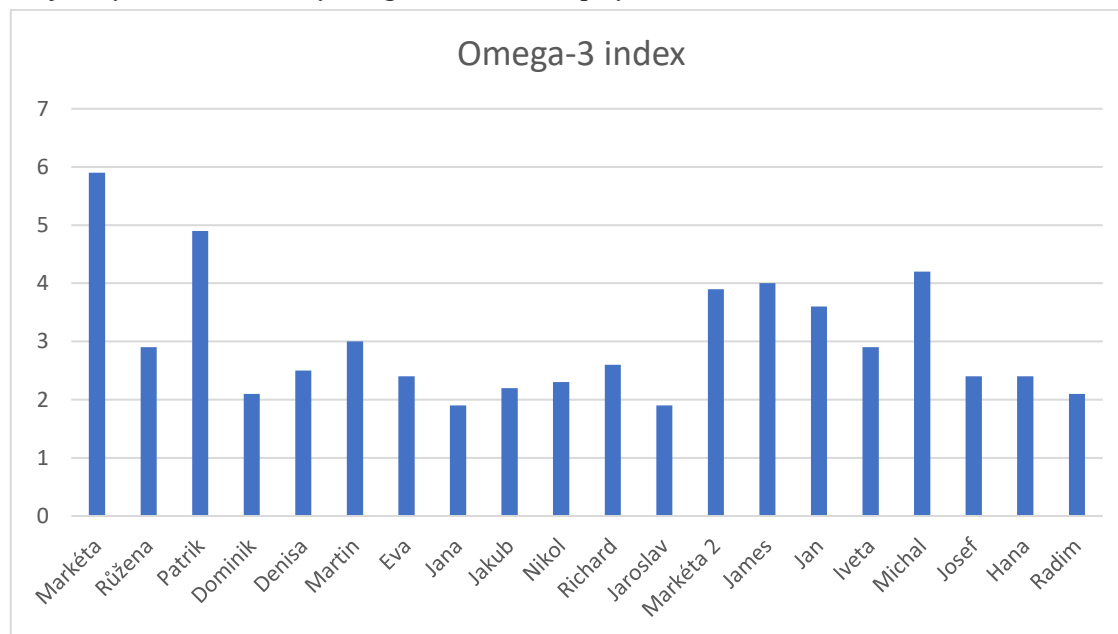
V první polovině uživatelů omega-3 doplňků od Pepy po Lukáše dosáhl průměrný poměr omega-6:3 mastných kyselin hodnoty 13,8:1. Nejhoršího výsledku dosáhl Pepa, který užíval nejméně účinné látky. Další velmi špatné výsledky s poměrem nad 20:1 vidíme u Petra 2 a Lukáše. Petrův doplněk obsahoval více účinné látky EPA bez antioxidantu, Lukášův menší dávky EPA, ale s přidáním tokoferolů. Nejlepšího poměru v první polovině dosáhl Stanislav, který ze všech 20 účastníků přijímal ze suplementu v množství 12 tablet denně (odpovídá čtyřnásobnému překročení doporučené denní dávky) nejvyšší množství EPA s přidaným vitaminem E.

Ve druhé polovině účastníků této skupiny od Růženy po Romana, užívali všichni omega-3 doplněk s polyfenoly, a to v relativně vysokých dávkách v porovnání s první polovinou uživatelů. Všichni s výjimkou dítěte užívali více než 1000 mg EPA denně a dosáhli průměrného poměru mezi omega-6:3 mastnými kyselinami 3,2:1.

A) Index omega-3 MK

Skupina A

Graf 3: Vyhodnocení hladiny omega-3 indexu u skupiny A



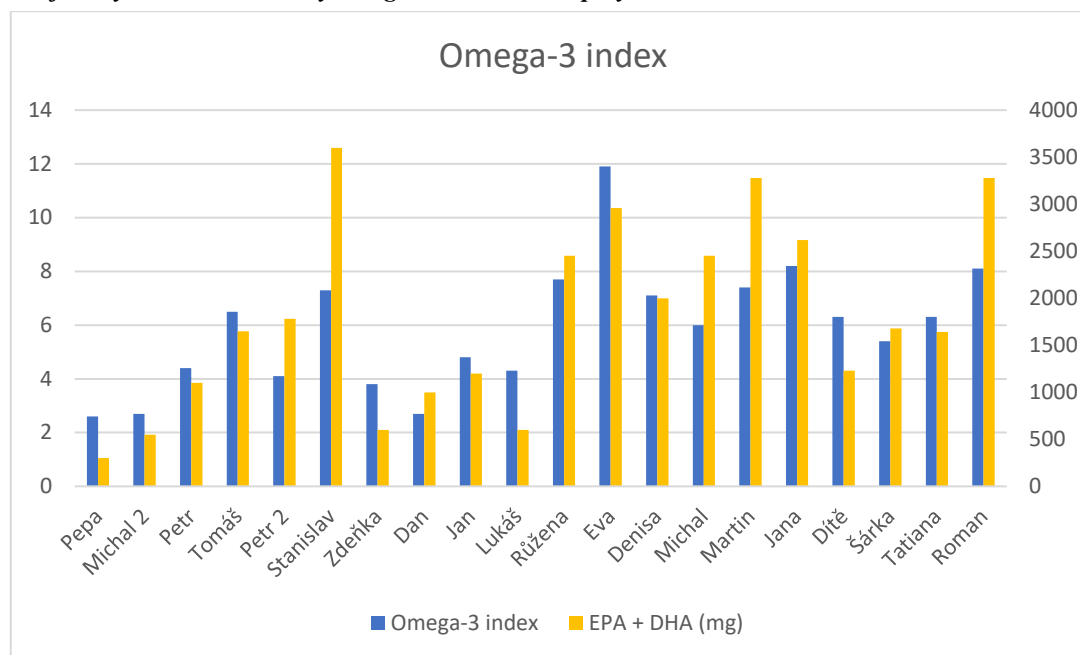
Graf vyjadřuje procentuální zastoupení n-3 PUFA (EPA + DHA) v krvi respondentů. Hodnoty omega-3 indexu do 4 % jsou nedostatečné, 4–8 % představuje průměrné množství EPA a DHA v těle a pro prevenci různých onemocnění je žádoucí hodnota omega-3 indexu nad 8 % (Ruprich et al., 2021, s. 19).

Fyziologické hodnoty nad 8 % opět nedosáhl žádný participant. Průměrná hodnota omega-3 indexu je 3 %. Hladinu nad 4 %, ve skupině A měli pouze 3 účastníci, pescetariánka Markéta, Patrik, který si občas dopřeje i tresčí játra a Michal, který konzumuje ryby až 3× týdně. Hodnoty 4 % dosáhl James, který žije v přímoří a dopřává si čerstvou rybu 2 x týdně.

Pod kritická 2 % se dostali dva účastníci, kteří ryby prakticky nekonzumují. Omega-3 index u všech respondentů víceméně odpovídá množství konzumovaných ryb.

Skupina B

Graf 4: Vyhodnocení hladiny omega-3 indexu u skupiny B



Číselné hodnoty na levém okraji ukazují procentuální množství omega-3 indexu. Hodnoty v pravém sloupci znázorňují přijímané množství EPA + DHA v omega-3 doplňku v miligramech. Omega-3 index se vypočítává z celkového množství EPA + DHA v krvi, z tohoto důvodu jsou u tohoto grafu přidány hodnoty suplementovaného množství právě EPA + DHA.

Průměrná hodnota omega-3 indexu po suplementaci omega-3 doplňků činí u všech účastníků 5,9 %. Pokud uživatele znovu rozdělíme dle přidávaných antioxidantů v užívaných doplňcích a doporučeného dávkování, průměrný omega-3 index u skupiny od Pepy po Lukáše je 4,2 %. U skupiny od Růženy po Romana činí 7,4 %, což mezi těmito skupinami vytváří signifikantní rozdíl.

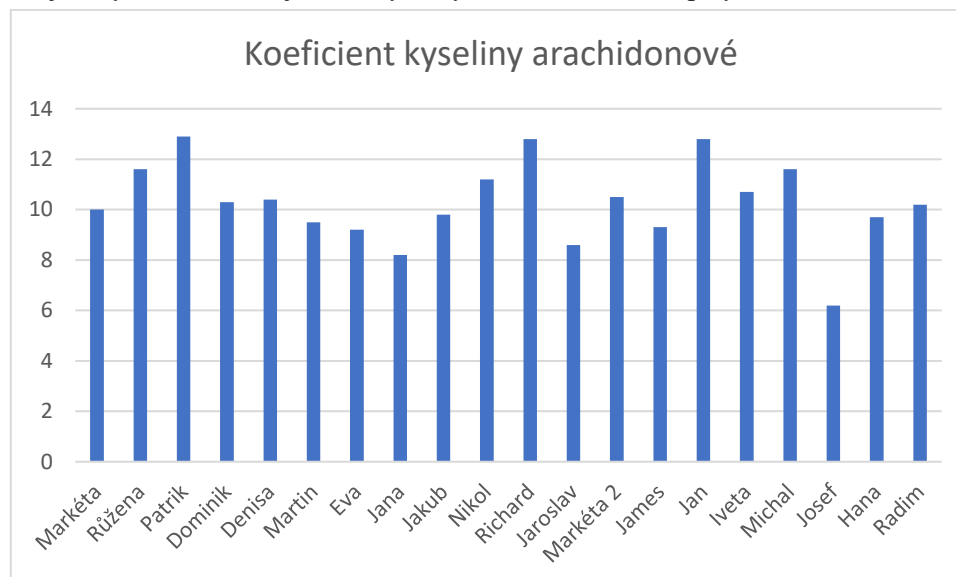
Množství doplňovaných n-3 PUFA v první polovině uživatelů od Pepy po Lukáše činí bez Stanislava necelých 900 mg EPA + DHA. Stanislav jako fitness trenér obeznámený s benefity n-3 PUFA suplementoval čtyřnásobné doporučené množství zvoleného omega-3 doplňku s přidáním vitamínem E a jeho celkový příjem EPA + DHA dosáhl 3600 mg, což činí nejvyšší suplementované množství ze všech účastníků. I přes navýšení dávky na čtyřnásobek Stanislav nedosáhl optimální hodnotu omega-3 indexu – jeho výsledek činil 7,3 %. Cílovou hodnotu omega-3 indexu nad 8 % dosáhli pouze 3 účastníci z druhé poloviny – Eva, Jana a Roman. Všichni užívali velmi vysoké dávky okolo 3000 mg EPA + DHA denně, přičemž průměrné množství u této skupiny bylo 2359 mg EPA + DHA.

Z výsledků je tedy zřejmé, že kromě samotného množství suplementované účinné látky, významnou roli sehrává i obsah antioxidantů, které chrání PUFA před oxidací a současně zvyšují vstřebatelnost doplňku.

B) Koeficient kyseliny arachidonové

Skupina A

Graf 5: Vyhodnocení koeficientu kyseliny arachidonové u skupiny A



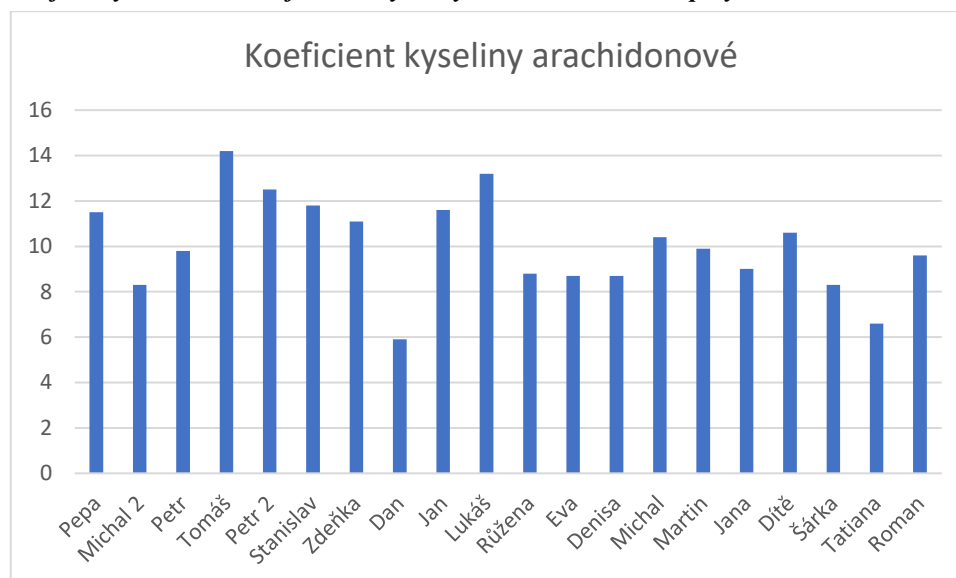
U koeficientu kyseliny arachidonové, tedy celkové hladiny KA v krvi respondenta v procentech, je fyziologická hodnota mezi 6,5–9,5 %.

Pouze čtvrtina účastníků má optimální hladinu kyseliny arachidonové, ale většina z nich se pohybovala na nejvyšších přípustných hodnotách. Zbytek respondentů je v nadbytku, někdy přímo extrémním.

Nižších hladin dosáhl pouze Josef, u kterého byl zmíněn celkově nízký energetický příjem. Z výsledků vyplývá, že v dnešní době konzumujeme velký nadbytek n-6 PUFA.

Skupina B

Graf 6: Vyhodnocení koeficientu kyseliny arachidonové u skupiny B



Maximální přípustná hladina KA je 9,5 %. Průměrný koeficient kyseliny arachidonové u druhé skupiny respondentů činí 10,03 %. Optimální hladiny kyseliny arachidonové dosáhlo 7 účastníků.

Sledování tohoto parametru potvrdilo u obou skupin zvýšený příjem n-6 PUFA ze stravy.

3.7 Diskuze

Na začátku tohoto průzkumu se pracovalo s hypotézou, že současná lidská populace má v dnešní době výrazný nepoměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami. Pokud za mezní hodnotu pro značný nepoměr budeme brát hraniční hodnotu 9:1 a vyšší, pak výsledky jednoznačně prokázaly, že se obyvatelé západních zemí kvůli průmyslově zpracované stravě dopracovali k extrémní nerovnováze mezi PUFA. Bez užívání specializovaných omega-3 suplementů se naměřené hodnoty omega-6:3 mastných kyselin běžně pohybují v rozmezí 15:1–45:1. Výzkum zahrnoval osoby různého pohlaví i věku, což dokazuje, že se tato problematika skutečně týká celé populace.

Omega-3 doplňky mohou pomoci k vyrovnání poměru omega-6:3 mastných kyselin, ale velmi záleží na množství suplementované účinné látky EPA + DHA a také na celkové kvalitě doplňku. Drtivá většina nejvíce prodávaných omega-3 doplňků obsahuje velmi malé množství EPA + DHA a denní doporučená dávka výrobci činí v průměru 300–900 mg. Tyto doplňky mohou hodnoty n-3 PUFA sice o něco málo vylepšit, ale výsledky jsou stále velmi nedostačující. V případě poměru omega-6:3 mastných kyselin je to hodnota cca mezi 10:1–15:1 a omega-3 index se po užívání těchto výrobků pohybuje okolo 4 %, i když by měl dosáhnout požadované hodnoty nad 8 %. Hladina n-3 PUFA pod 4 % totiž představuje riziko náhlé srdeční smrti, demence, deprese, ztráty kognitivních funkcí, stárnutí buněk a riziko smrti z dalších příčin (Ruprich et al., 2019).

Respondenti, kteří se po užívání omega-3 doplňku dostali do požadovaných hodnot nebo se jim alespoň přiblížili (poměr omega-6:3 mastných kyselin $<5:1$ a omega-3 index >8 %), užívali v průměru okolo 3000 mg EPA + DHA denně. Někteří z těchto účastníků dokonce pocítili různá subjektivní zlepšení jako je zmírnění pocitu únavy a vyčerpání, lepší soustředěnost a duševní odolnost, zmírnění projevů alergie, kožních problémů, artrózy a redukce obtíží při ulcerózní kolitidě.

Získaná data potvrzují, že navrácení rovnovážného stavu mezi omega-6:3 mastnými kyselinami může pomoci s různými zdravotními obtížemi, avšak ne všechny studie se na tomto výsledku shodují. Problematika PUFA je celkově velmi kontroverzní a tento fenomén může být vysvětlen odlišnými metodologickými postupy u jednotlivých studií. Výzkum se liší dle množství používané účinné látky EPA a DHA, dále celkovou kvalitou olejů, při níž hraje roli samotný zdroj použitých ryb, jejich zpracování a s tím související stupeň oxidace oleje. Důležitý je také přídavek antioxidantů přímo v suplementu, protože krevní lipidy je třeba chránit před oxidačním poškozením, což zajistí správné vstřebání PUFA v organismu až do buněčných membrán. Toto se potvrdilo v praktické části práce, v níž doplňky s obsahem antioxidantu byly účinnější než ty bez něj. Posledním faktorem, který může způsobit zásadní rozdíl ve výsledcích studií, je způsob testování. Analýza PUFA z krevního séra odráží pouze krátkodobý stav těchto MK v krvi a výsledek může být významně ovlivněn například konzumací ryb nebo omega-3 doplňků v předtestové fázi. Analýza PUFA z buněčných membrán odráží dlouhodobý stav těchto parametrů, a proto je žádoucí používat především tuto metodu. Přestože metaanalýzy potvrdily benefity PUFA, dokud studie nezačnou uvádět všechny výše zmíněné údaje, výsledky budou i nadále nejednoznačné.

Tohoto cíle bude jen velmi těžko dosaženo, dokud se nezmění legislativa pro omega-3 potravinové doplňky. Výživové doplňky, na rozdíl od farmakologických přípravků, nepodléhají kontrole a konkrétně u omega-3 doplňků se nezdá, že by se objevily látky, které mohou zdraví spíše poškozovat než zlepšovat. Škodlivé účinky oxidovaných PUFA jsou známy desítky let, a i přes jednoznačné důkazy o oxidovaných lipidech v některých omega-3 suplementech jsou tyto doplňky i nadále volně prodejné. U všech studií by bylo navíc velmi obtížné zkoumat míru oxidace používaných PUFA, protože by to vyžadovalo speciální technologie. Tuto problematiku by mohlo vyřešit povinné uvádění oxidačního stavu produktu přímo na jeho obalu.

Údaj o hladině oxidačních markerů jsem dle výše uvedeného neměla možnost zjišťovat. Výzkum na jedné straně potvrdil menší či větší zlepšení poměru omega-6:3 mastných kyselin i subjektivní zlepšení zdravotního stavu po užívání vybraných omega-3 doplňků, avšak pokud některé doplňky obsahovaly oxidované lipidy, mohly tyto látky zdraví zároveň poškozovat.

Nejprodávanejším potravinovým suplementem jsou celosvětově právě omega-3 doplňky a používá je více než třetina dospělých Američanů. Nehledě na možný obsah toxických látek je garance účinku cca 80 % výrobků na trhu nejednoznačná (Jansson a Bartholomew, 2019). Na této statistice je zřejmé, že lidé jsou si benefitů n-3 PUFA vědomi a chtějí suplementaci podpořit své zdraví. Zároveň však většině z nich omega-3 doplňky očekávaný užitek neposkytnou. Pro běžného uživatele je velmi obtížné vybrat si kvalitní omega-3 doplněk, protože to jednak vyžaduje značnou znalost této problematiky a ani u zdánlivě nejkvalitnějších doplňků není jistota, že neobsahují oxidované lipidové produkty. V dnešní době již existují firmy, které mají výlov ryb přímo navázaný na produkci a jsou tak schopny jednoznačně deklarovat oxidační číslo produktu. Už nějakou dobu se

dokonce hovoří o tom, že tato informace bude upravena legislativou, což by výrazně zlepšilo celou problematiku omega-3 doplňků.

Dalším problémem je nejednoznačné denní doporučení pro příjem EPA + DHA. Většina zdrojů uvádí 250 mg, což je však dle získaných výsledků naprosto nedostačující. Další zdroje pak uvádějí dle pohlaví a věku až 4 g EPA + DHA denně. EFSA (Evropský úřad pro bezpečnost potravin) na základě vědeckých posouzení stanovil denní příjem EPA + DHA v rozmezí 2–4 g, avšak došel k závěru, že pro prevenci stačí přijímat 250 mg denně. Bezpečná hranice příjmu byla stanovena na 5 g EPA + DHA denně. U omega-3 doplňků se ve většině případů také vůbec nerozlišuje váha uživatele, tudíž je uvedeno stejné doporučení například pro 50kg ženu nebo 150kg muže.

Pro praktickou část mé bakalářské práce jsem používala domácí krevní testy, které v ČR nabízí již několik firem a jsou veřejnosti snadno dostupné. Zjišťování profilu mastných kyselin u uživatelů omega-3 doplňků by mohlo vyřešit nejednoznačnost dávkování a každý by si zároveň mohl zkontrolovat, zdali jsou jeho hladiny n-3 PUFA optimální pro prevenci zdraví. Takové testování by objektivně mohlo zlepšit poměr omega-6:3 mastných kyselin v populaci.

3.8 Závěr

Nedostatek n-3 PUFA může souviset se špatným fungováním mozku, srdečními problémy, depresemi, záněty a bolestmi kloubů, problémy se zrakem, oslabenou imunitou, suchou problematickou pleť, únavou, přibýváním na váze atd.

Výsledky odhalily, že n-3 PUFA jsou v moderní západní stravě nedostatečné, zatímco n-6 PUFA jsou často konzumovány v nadbytku. Přestože mnoho lidí zařadilo do svého jídelníčku navíc omega-3 doplněk, výsledky se mnohdy nezlepšují, jak by se dalo předpokládat. Výrobci omega-3 doplňků doporučují suplementovat v průměru méně než 1 gram EPA + DHA denně, což se ukázalo jako nedostatečné. Suplementace okolo 3 gramů EPA + DHA denně může vylepšit poměr mezi omega-6:3 mastnými kyselinami.

Poměr omega-6:3 mastných kyselin nižší než 5:1 může být prevencí proti rozvoji řady civilizačních onemocnění. V případě opětovného navození tohoto rovnovážného stavu se mohou zlepšit i některé stávající zdravotní obtíže. Dá se tedy předpokládat, že pokud by se v dnešní populaci podařilo přiblížit k evolučnímu poměru omega-6:3 mastných kyselin 1:1, mohly by se díky prevenci snížit náklady na veřejnou zdravotní péči.

Seznam použité literatury

- 1) ALBERT, B.B., CAMERON-SMITH, D., HOFMAN, P.L., CUTFIELD, W.S.
Oxidation of marine omega-3 supplements and human health. [Review] *Biomed Res Int.* 2013:464921, 2013. ISSN: 2314-6141. DOI:
<https://dx.doi.org/10.1155/2013/464921>
- 2) ALBERT, B.B., DERRAIK, J.G., CAMERON-SMITH, D., HOFMAN, P.L. et al. Fish oil supplements in New Zealand are highly oxidised and do not meet label content of n-3 PUFA. *Sci. rep.* 5:7928, 2015 Jan 21. ISSN: 2045-2322. DOI:
<https://dx.doi.org/10.1038/srep07928>
- 3) AREM, H., NEUROHOUSER, M.L., IRWIN, M.L. et al. Omega-3 and omega-6 fatty acid intakes and endometrial cancer risk in a population-based case-control study. *European Journal of Nutrition.* 2013; 52, 1251–1260. [cit. 2023-04-29]
<https://doi.org/10.1007/s00394-012-0436-z> (Dostupné z:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00394-012-0436-z>)
- 4) PRAŽSKÝ, Bohumil. Nenasycené mastné kyseliny. *Zdraví.euro.cz* [online]. 2013 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanky/nenasycene-mastne-kyseliny/>
- 5) CALDER, Philip C. N-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *The American journal of clinical nutrition* [online]. 2006, Jun;83(6 Suppl), 1505 -1519 [cit. 2023-04-29] doi:10.1093/ajcn/83.6.1505S (Dostupné z :<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16841861/>)
- 6) ČERNOHLÁVEK, Lubor. Zánět – skrytý nepřítel. *Téma* [online]. 2022, (33), 32–41 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://a9bbff888f.clvaw-cdnwnd.com/f5b6912d4a2d108d4f374885a57f2515/200000230-6a9306a932/T%C3%A9ma%20-%20Za%CC%81ne%CC%8Ct%20jako%20skryty%CC%81%20nepr%CC%8Ci%CC%81tel.pdf>
- 7) CHAPPEL, Chris. 7 simple yet powerful things you can do now to improve your well-being. [Internet]. [cit. 2023-04-29] (Dostupné z: https://web.archive.org/web/20220121213632/http://www.szu.cz/uploads/CZVP/Omega3index_uvod.pdf)

- 8) CLAYTON, Paul. *Ať je vaše jídlo vaším lékem: Nová cesta k uzdravení a štěstí. 2.* Oxford, Velká Británie: Paul Clayton Education, 2019, 99 s. ISBN 978-1-9993553-5-7
- 9) DE LORGIL, M., SALEN, P. Helping women to good health: breast cancer, omega-3/omega-6 lipids, and related lifestyle factors. *BMC Med* 2014; 12 (54). [cit. 2023-04-29] <https://doi.org/10.1186/1741-7015-12-54> (Dostupné z: <https://bmcmmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/1741-7015-12-54>)
- 10) DINICOLANTONIO, J.J., O'KEEFE, J.H. The Importance of Marine Omega-3s for Brain Development and the Prevention and Treatment of Behavior, Mood, and Other Brain Disorders. *Nutrients*. 2020; 12(8):2333. [cit. 2023-04-29] <https://doi.org/10.3390/nu12082333> (Dostupné z: https://www.mdpi.com/2072-6643/12/8/2333?_amp=true)
- 11) DINICOLANTONIO, J.J., O'KEEFE, J.H. Importance of maintaining a low omega-6/omega-3 ratio for reducing platelet aggregation, coagulation and thrombosis. *Open Heart*. 2019;6:e001011. [cit. 2023-04-29] doi: 10.1136/openhrt-2019-001011 (Dostupné z: <https://openheart.bmj.com/content/6/1/e001011>)
- 12) DINICOLANTONIO, J. J., O'KEEFE, J.H. (2018). Importance of maintaining a low omega-6/omega-3 ratio for reducing inflammation. *Open heart*, 5(2), e000946. <https://doi.org/10.1136/openhrt-2018-000946> (Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20210411002303/http://www.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/spravny-pomer-tuku-omega-6-omega3-v-diete-omezuje-zanety-v>)
- 13) DOSTÁLOVÁ, Jana. Lipidy. *Společnost pro výživu, z.s.* [online]. 2018 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://www.vyzivapol.cz/lipidy/>
- 14) GARCÍA-HERNÁNDEZ, V.M., GALLAR, M., SANCHEZ-SORIANO, J., MICOL, V. et al. Effect of omega-3 dietary supplements with different oxidation levels in the lipidic profile of women: a randomized controlled trial. *Int J Food Sci Nutr*. 64(8):993-1000, 2013 Dec. ISSN: 1465-3478. DOI: <https://dx.doi.org/10.3109/09637486.2013.812619>
- 15) GROFOVÁ, Zuzana. Mastné kyseliny. *Medicina Pro Praxi* [online]. 2006, 7(10), 388–390 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/08/10.pdf>
- 16) GUPTA, R., LAKSHMY, R., ABRAHAM, R.A., REDDY, K.S., JEEMON, P., PRABHAKARAN, D. Serum Omega-6/Omega-3 Ratio and Risk Markers for

- Cardiovascular Disease in an Industrial Population of Delhi. *Food and Nutrition Sciences*. 2013 Sep;4(9A):94-97. [cit. 2023-04-29] doi: 10.4236/fns.2013.49A1015 (Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5598746/>)
- 17) HLADÍKOVÁ, M., ŠTOURÁČ, P. Matrixové metaloproteinázy v patogenezi roztroušené sklerózy. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 2008, 71/104(5), 32–41 [cit. 2023-04-29]. ISSN 1803-6597. Dostupné z: <https://www.csmn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2008-5/matrixove-metaloproteinazy-v-patogenezi-roztrousene-sklerozy-49653>
- 18) CHANG, J. P. Personalised medicine in child and Adolescent Psychiatry: Focus on omega-3 polyunsaturated fatty acids and ADHD. *Brain, Behavior, & Immunity – Health*. 2021; 16:100310. [cit. 2023-04-29] ISSN 2666-3546. <https://doi.org/10.1016/j.bbih.2021.100310>. (Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666354621001137>)
- 19) JANSSON, P., KAY, B. Aldehydes identified in commercially available omega-3 supplements via ¹H NMR spectroscopy. *Nutrition*. 60:74-79, 2019 04. ISSN: 1873-1244. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2018.10.004>
- 20) JELÍNKOVÁ, Hana. *Vybrané kapitoly z patologické fyziologie*. 1. vydání. Praha : Karolinum, 2004. str.1-446. ISBN 80-246-0751-4.
- 21) KANG, J.X., LIU, A. The role of the tissue omega-6/omega-3 fatty acid ratio in regulating tumor angiogenesis. *Cancer Metastasis Rev* 2013; 32: 201–210. <https://doi.org/10.1007/s10555-012-9401-9> (Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10555-012-9401-9>)
- 22) Kolektiv pracovníků SZÚ. OMEGA 3 a ZDRAVÍ. *Státní zdravotní ústav* [online]. 2020 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20221202233420/http://www.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/omega-3-a-zdravi>
- 23) MASON, R.P., SHERRATT, S.C., JACOB, R.F. Eicosapentaenoic Acid Inhibits Oxidation of ApoB-containing Lipoprotein Particles of Different Size In Vitro When Administered Alone or in Combination With Atorvastatin Active Metabolite Compared With Other Triglyceride-lowering Agents. *J Cardiovasc Pharmacol*. 68(1):33-40, 2016 Jul. ISSN: 1533-4023. DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/FJC.0000000000000379>

- 24) LÓPEZ-VICENTE, M., FITÓ, N.R., VILOR-TEJEDOR, N. et al. Prenatal Omega-6:Omega-3 Ratio and Attention Deficit and Hyperactivity Disorder Symptoms. *The Journal of Pediatrics*. 2019; 209: 204-211.e4. [cit. 2023-04-29] ISSN 0022-3476. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2019.02.022>. (Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002234761930246X>)
- 25) NEUWIRTHOVÁ, J., GÁL, B., SMILEK, P., URBÁNKOVÁ, P., KOSTŘICA, R. Protinádorový efekt rybího oleje – mýtus, nebo realita? *Klinická onkologie: časopis České a Slovenské onkologické společnosti*. 2016, roč. 29, č. 2, s. 100-106. ISSN: 0862-495X; 1802-5307 (elektronická verze) Dostupné také z: <https://www.linkos.cz/files/klinicka-onkologie/412/4951.pdf>
- 26) NINDREA, R.D., ARYANDONO, T., LAZUARDI, L., DWIPRAHASTO, I. Association of Dietary Intake Ratio of n-3/n-6 Polyunsaturated Fatty Acids with Breast Cancer Risk in Western and Asian Countries: A Meta-Analysis. *Asian Pac J Cancer Prev*. 20(5):1321-1327, 2019 May 25. ISSN: 2476-762X
- 27) NOGOY, K., MARGARETTE, C., SUN, B., SANGEUN, S., LEE, Y., ZI LI, X., HO CHOI, S., PARK, S. Fatty Acid Composition of Grain- and Grass-Fed Beef and Their Nutritional Value and Health Implication. *Food science of animal resources* [online]. 2022, Jan;42(1), 18-33 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: [doi:10.5851/kosfa.2021.e73](https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e73) (Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35028571/>)
- 28) UMEMOTO, N., ISHII, H., KAMOI, D., AOYAMA, T., SAKAKIBARA, T., TAKAHASHI, H., TANAKA, A., YASUDA, Y., SUZUKI, S., MATSUBARA, T., MUROHARA, T. Reverse association of omega-3/omega-6 polyunsaturated fatty acids ratios with carotid atherosclerosis in patients on hemodialysis. *Atherosclerosis*. 2016; 249: 65-69. [cit. 2023-04-29] ISSN 0021-9150. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2016.03.037>. (Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021915016301113>)
- 29) PATTERSON, W.L., GEORGEL, P.T. Breaking the cycle: the role of omega-3 polyunsaturated fatty acids in inflammation-driven cancers. [Review] *Biochem Cell Biol*. 92(5):321-8, 2014 Oct. ISSN: 1208-6002. DOI: <https://dx.doi.org/10.1139/bcb-2013-0127>
- 30) POVÝŠIL, Ctibor a ŠTEINER, Ivo. *Obecná patologie*. 1.vydání. Praha: Galén, 2011. 290 s. ISBN 978-80-7262-773-8.

- 31) RUPRICH, J. a kol. Omega 3 index – Test mastných kyselin z kapilární krve. [Internet]. Brno (Czechia) 2019 [cit. 2023-04-29] (Dostupné z: https://web.archive.org/web/20220121213632/http://www.szu.cz/uploads/CZVP/Omega3index_uvod.pdf)
- 32) RUPRICH, J. a kol. Omega-3 mastné kyseliny v lidské krvi: omega-3 index. *Acta Hyg Epidemiol Microbiol.* 2021;(2):1-111 [cit. 2023-04-29] ISSN 1804-9613. <https://doi.org/10.21101/ahem.a1008> ;(Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20220706034514/http://www.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/omega-3-mastne-kyseliny-v-lidske-krvi-omega-3-index>)
- 33) RUPRICH, Jiří, BISCHOFOVÁ, Helena, et al. Omega-3 mastné kyseliny v lidské krvi – omega-3 index.: Prevence chronických zánětů. *Acta Hyg Epidemiol Microbiol.* [online]. Státní zdravotní ústav, 2021, (2):1-111 [cit. 2023-04-29]. ISSN 1804-9613. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.21101/ahem.a1008> (Dostupné z: https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/01/AHEM_2_2021.pdf)
- 34) YÉPEZ, S.H., ANA B., RODRIGUEZ, T., HANKINSON, O. Role of diets rich in omega-3 and omega-6 in the development of cancer. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México (English Edition)*. 2016; 73(6): 446-456. [cit. 2023-04-29] ISSN 2444-3409. <https://doi.org/10.1016/j.bmhime.2017.11.043>. (Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444340917001170>)
- 35) SHASTUN, S., CHAUHAN, A., SINGH, R. et al. Can Functional Food Security Decrease the Epidemic of Obesity and Metabolic Syndrome? A Viewpoint. *World Heart Journal*. [online] 2016; 8. 273-280. [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Transition-from-poverty-to-Food-Security-and-Functional-Food-Security-leading-to-health_fig1_310732420
- 36) SHERRATT, S.C.R., JULIANO, R.A., MASON, R.P. Eicosapentaenoic acid (EPA) has optimal chain length and degree of unsaturation to inhibit oxidation of small dense LDL and membrane cholesterol domains as compared to related fatty acids in vitro. *BIOCHIM. BIOPHYS. ACTA BIOMEMBR.* 1862(7):183254, 2020 07 01. ISSN: 1879-2642. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.bbamem.2020.183254>
- 37) SHERRATT, S.C.R., MASON, R.P. Eicosapentaenoic acid inhibits oxidation of high density lipoprotein particles in a manner distinct from docosahexaenoic acid. *Biochem Biophys Res Commun.* 496(2):335-338, 2018 02 05. ISSN: 1090-2104. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.01.062>

- 38) APTE, S., CAVAZOS, D., WHELAN, K., DEGRAFFENRIED, L. A Low Dietary Ratio of Omega-6 to Omega-3 Fatty Acids May Delay Progression of Prostate Cancer. *Nutrition and Cancer*. 2013; 65:4, 556-562, [cit. 2023-04-29] DOI: 10.1080/01635581.2013.775316 (Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01635581.2013.775316>)
- 39) SIMOPOULOS, A.P. An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity. *Nutrients*. 2016; 8(3):128. [cit. 2023-04-29] <https://doi.org/10.3390/nu8030128> (Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2072-6643/8/3/128>)
- 40) SIMOPOULOS, A.P. 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. Med.* (Maywood), 233(6): 674–688. DOI: 10.3181/0711-mr-311.
- 41) SIMOPOULOS, A.P. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomedicine & Pharmacotherapy* [online]. 2006, 60(9), 502-507 [cit. 2023-04-29]. ISSN 0753-3322. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.biopha.2006.07.080](https://doi.org/10.1016/j.biopha.2006.07.080) (Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332206002435>)
- 42) SLÍVA, Jiří. Omega-3 mastné kyseliny nezbytné pro centrální nervový systém. *Farmakoterapie* [online]. 2019, 15(1), 100–104 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2019/02/09.pdf>
- 43) TREBATICKÁ, Jana a ĎURAČKOVÁ, Zdeňka. Můžu omega-3 mastné kyseliny ovlivnit duševní zdraví? *Česká a slovenská psychiatrie*. 2015, 111(5), 215-221. ISSN 1212-0383. Dostupné také z: http://www.cspychiatr.cz/dwnld/CSP_2015_5_215_221.pdf
- 44) WILHELM, Zdeněk. Mastné kyseliny ω -3; od teorie po klinickou praxi. *Medicína pro praxi : časopis praktických lékařů*. 2013, roč. 10, č. 2, s. 72-76. ISSN: 1214-8687; 1803-5310 (elektronická verze); 1803-5876 (Supplement). Dostupné také z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2013/02/07.pdf>
- 45) WATANABE, Y., TATSUNO, I. Prevention of Cardiovascular Events with Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and the Mechanism Involved. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. 2020, 27(3): 183-198, Online [cit. 2023-04-29] ISSN 1880-

3873, Print ISSN 1340-3478, <https://doi.org/10.5551/jat.50658> (Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jat/27/3/27_50658/_article/-char/en)

Seznam zkratk

ADHD	Porucha pozornosti s hyperaktivitou
ALA	Alfa-linolenová kyselina
ApoB	Apolipoprotein B
CE-IVD	Zdravotnické prostředky určené pro diagnostiku in vitro
CNS	Centrální nervová soustava
D3	Vitamin cholekalciferol
DGLA	Dihomo-gama-linolenová kyselina
DHA	Dokosahexaenová kyselina
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
DPA	Dokosapentaenová kyselina
ECM	Extracelulární matrix
EFA	Esenciální mastné kyseliny
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
EPA	Eikosapentaenová kyselina
GLA	Gama-linolenová kyselina
GMP	Správná výrobní praxe
HDL	Vysokodenzitní lipoprotein
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
KA	Arachidonová kyselina
KVO	Kardiovaskulární onemocnění
LA	Linolová kyselina
LDL	Nízkodenzitní lipoprotein
LT	Leukotrieny
MK	Mastné kyseliny
MMP	Metaloproteinázy
MUFA	Mononenasycené mastné kyseliny
n-3 PUFA	Omega-3 polynenasycené mastné kyseliny
n-6 PUFA	Omega-6 polynenasycené mastné kyseliny
Omega-6:3 mastné kyseliny	Poměr mezi omega-6 a omega-3 mastnými kyselinami
oxLDL	Oxidovaný lipoprotein s nízkou hustotou
PG	Prostaglandiny
PUFA	Polynenasycené mastné kyseliny
sdLDL	Malý denzní lipoprotein s nízkou hustotou

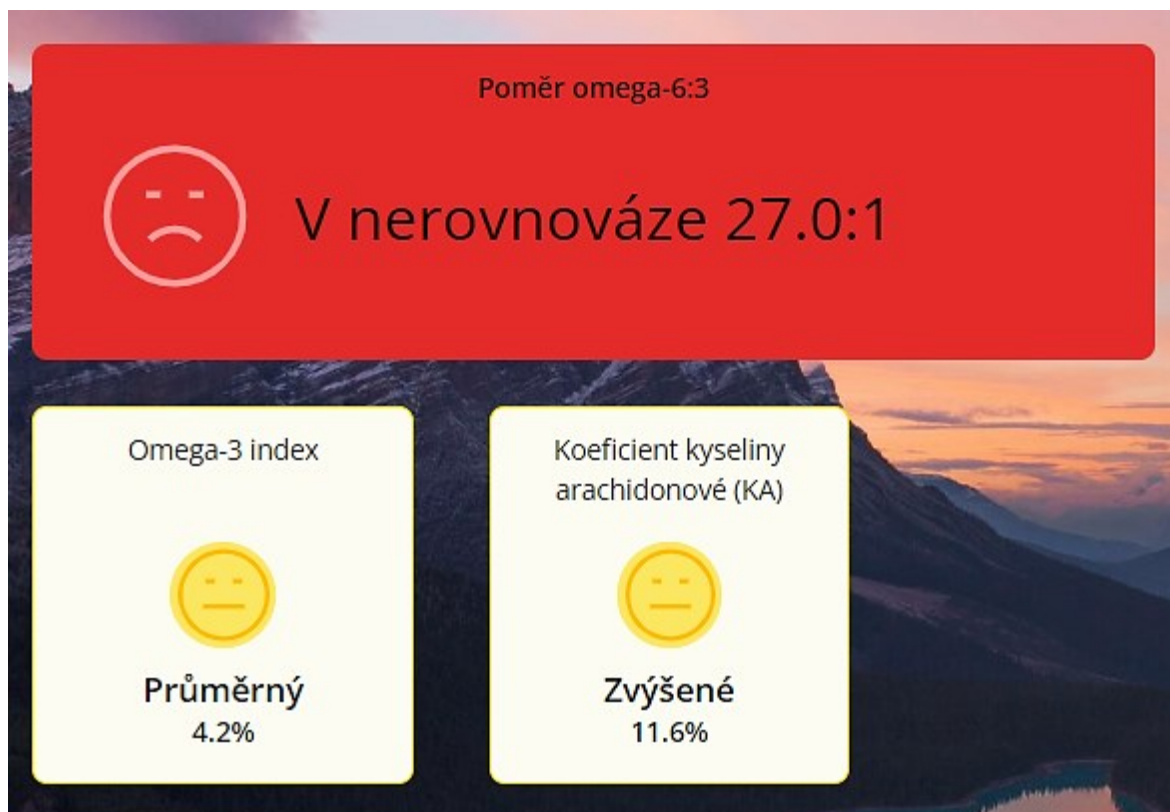
SAFA	Nasyčené mastné kyseliny
SZÚ	Státní zdravotní ústav
TFA	Trans mastné kyseliny
TX	Tromboxany
VLDL	Velmi nízkodenzitní lipoprotein
WHO	Světová zdravotnická organizace

Seznam obrázků a grafů

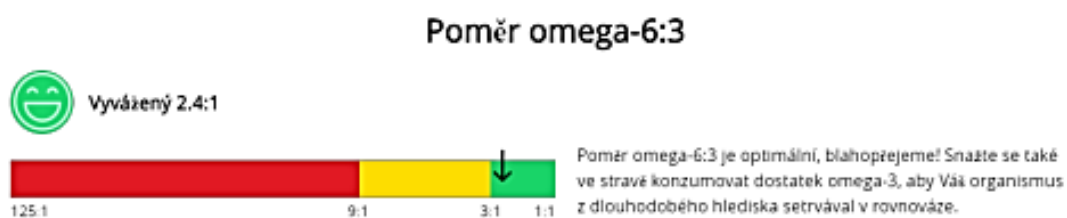
Obrázek 1: Změny v evoluční stravě od Homo erectus k modernímu člověku	11
Graf 1: Vyhodnocení poměru omega-6:3 mastných kyselin u skupiny A	33
Graf 2: Vyhodnocení poměru omega-6:3 mastných kyselin u skupiny B	34
Graf 3: Vyhodnocení hladiny omega-3 indexu u skupiny A	35
Graf 4: Vyhodnocení hladiny omega-3 indexu u skupiny B.....	36
Graf 5: Vyhodnocení koeficientu kyseliny arachidonové u skupiny A	37
Graf 6: Vyhodnocení koeficientu kyseliny arachidonové u skupiny B.....	38

Seznam příloh

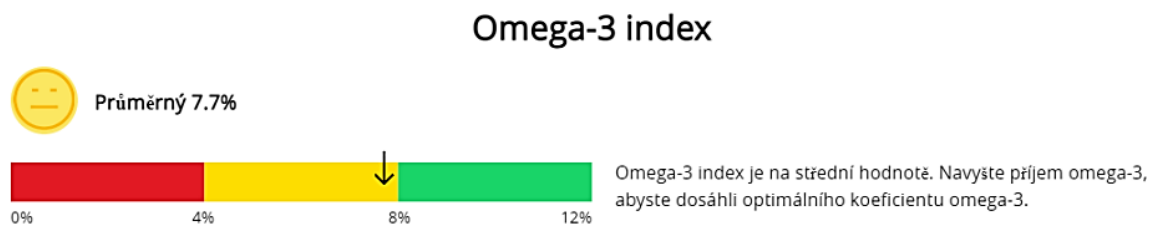
Příloha č. 1: Barevné znázornění poměru omega-6:3 mastných kyselin, omega-3 indexu a koeficientu kyseliny arachidonové s odpovídajícím emodži dle výsledku naměřených hodnot



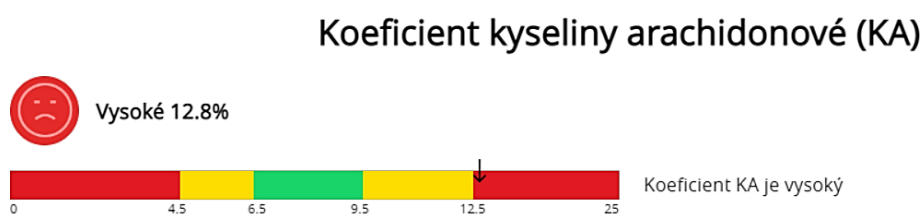
Příloha č. 2: Barevná škála znázorňuje poměr omega-6:3 mastných kyselin s odpovídajícím emodži dle výsledků naměřené hodnoty



Příloha č. 3: Barevná škála znázorňuje omega-3 index s odpovídajícím emodži dle výsledků naměřené hodnoty



Příloha č. 4: Barevná škála znázorňuje koeficient kyseliny arachidonové s odpovídajícím emodži dle výsledků naměřené hodnoty



Zdroj obrázků: <https://www.zinzinotest.com/cz>

