

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
PEDAGOGICKÁ FAKULTA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2012

Michaela Flanderková

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
PEDAGOGICKÁ FAKULTA  
KATEDRA VÝCHOVY KE ZDRAVÍ**

**Vliv zvýšené aplikace souboru polynenasycených mastných  
kyselin na úpravu hladiny cholesterolu v krvi jedince.**

Bakalářská práce

**Autor: Michaela Flanderková  
Výchova ke zdraví**

**Vedoucí práce: Mgr. Jan Schuster, Ph. D**

**České Budějovice 2012**

**UNIVERSITY OF SOUTH BOHEMIA**  
**ČESKÉ BUDĚJOVICE**  
PEDAGOGICAL FAKULTY  
HEALTH EDUCATION

**Influence of increased application of the file polyunsaturated  
fatty acids on alteration of level cholesterol of individuum.**

Bachelor Thesis

**Author: Michaela Flanderková**

**Healthy education**

**Supervisor: Mgr. Jan Schuster, Ph. D**

**České Budějovice 2012**

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Michaela Flanderková

**Název bakalářské práce:** Vliv zvýšené aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin na úpravu hladiny cholesterolu v krvi jedince.

**Pracoviště:** Katedra výchovy ke zdraví, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

**Vedoucí bakalářské práce:** Mgr. Jan Schuster, Ph. D

**Rok obhajoby bakalářské práce:** 2012

### **Abstrakt**

V této bakalářské práci jsem se zabývala tím, zda bude mít vliv zvýšená aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin na hladinu cholesterolu v krvi jedince. Nejprve jsem provedla analýzu odborné literatury zaměřené na tematiku polynenasycených mastných kyselin a cholesterolu. Poznatkům z odborné literatury jsem se věnovala v teoretické části. Poté jsem oslovila jedince ze svého okolí, o kterých jsem věděla, že mají zvýšenou hladinu cholesterolu. Ty jsem seznámila s tematem bakalářské práce a průběhem výzkumu. Oslovení jedinci přijali účast ve výzkumu. Poté podstoupili vstupní měření, na jehož základě se stanovila hladina celkového cholesterolu, LDL cholesterolu, HDL cholesterolu a triacylglycerolů. Následoval intervenční program, který probíhal tři měsíce, od prosince 2011 do března 2012. Po tuto dobu probandi konzumovali potravinový doplněk s rybím olejem, bohatým na obsah polynenasycených mastných kyselin omega 3, kyseliny eikosapentaenovou a dokosahexaenovou. Poté proběhlo výstupní měření, na jehož základě jsem získala výsledky. S nimi jsem pracovala v praktické části této bakalářské práce. Porovnávala jsem výsledky vstupního měření a výstupního měření.

**Klíčová slova:** Nasycené mastné kyseliny, nenasycené mastné kyseliny, lipidy, celkový cholesterol, LDL cholesterol, HDL cholesterol, triacylglyceroly, kardiovaskulární onemocnění, ateroskleróza, dyslipidémie, hypercholesterolemie, hyperlipidémie.

## **Bibliographical identification**

**Name and Surname:** Michaela Flanderková

**Titel of Bachelor Thesis:** Influence of increased application of the fish polyunsaturated fatty acids on alteration of level cholesterol of individual.

**Department:** Health Education, Faculty of Education, University of South Bohemia in České Budějovice

**Supervisor:** Mgr. Jan Schuster, Ph. D

### **Abstract:**

I have engaged in the influence of increased application of the fish polyunsaturated fatty acids on alteration of level cholesterol of individual in my bachelory work. At first I had studied theoretical knowledge focused the theme of polyunsaturated fatty acid and cholesterol. I had devoted to this knowledge in theoretical part of my bachelory work. After I had contacted some people. I had known that they have increased cholesterol level. This people I had acquainted with themes of my bachelory work and development of research. The acquainted people have accepted part of research. Initial measuring taked place after. The measuring determined the level of total cholesterol, LDL cholesterol, HDL cholesterol, triacylglycerol. The three month interventionist program taked place after, from march 2011 to december 2012. The Participant of research had consumed of food supplement, which contented fish oil. Fish oil is rich in content of polyunsaturated fatty acid omega 3 (EPA and DHA). Output measuring taked place after three month. On the basis of measuring got results. I worked with results in the practical part of my bachelory work. I have compared results of initial and output measuring.

**Keywords:** Saturated fatty acid, unsaturated fatty acid, lipids, total cholesterol, LDL cholesterol, HDL cholesterol, triacylglycerol, cardiovascular disease, atherosclerosis, dyslipidemia, hypercholesterolemia, hyperlipidemia.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne .....

.....

Michaela Flanderková

### **Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Janu Schustrovi, Ph. D. za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych chtěla poděkovat pracovnímu kolektivu oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici za poskytnutí odborných konzultací.

## Obsah

1 ÚVOD.....	9
2 TEORETICKÁ ČÁST .....	12
2.1 Definice a klasifikace lipidů.....	12
2.2 Definice a klasifikace mastných kyselin.....	13
2.3 Vlastnosti mastných kyselin.....	14
2.4 Vliv omega 3 polynenasycených mastných kyselin na kardiovaskulární systém jedince .....	15
2.5 Chemické složení a vlastnosti neutrálních triacylglycerolů.....	16
2.6 Chemické složení a vlastnosti lipoproteinů.....	17
2.7 Chemické složení a vlastnosti Fosfoacylglyceroly (fosfolipidy) .....	20
2.8 Chemické složení a vlastnosti terpenů .....	21
2.9 Definice cholesterolu .....	22
2.10 Chemické složení a vlastnosti cholesterolu.....	23
2.11 Syntéza cholesterolu.....	23
2.12 Metabolismus cholesterolu.....	24
2.12.1 Exogenní cesta cholesterolu .....	24
2.12.2 Endogenní cesta cholesterolu .....	25
2.12.3 Poruchy metabolismu cholesterolu.....	26
2.13 Cholesterol jako rizikový faktor.....	27
2.14 Vliv mastných kyselin na rozpustnost LDL cholesterolu .....	29
3 VÝZKUMNÁ ČÁST .....	31
3.1 Cíle práce .....	31
3.2 Úkoly práce .....	31
3.3 Odborné otázky .....	31
3.4 METODOLOGIE.....	32
3.4.1 Charakteristika souboru.....	32
3.4.2 Použité metody a technologie měření.....	33
3.4.3 Organizace výzkumného šetření.....	41
4 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	44
5 ZÁVĚR.....	62
6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	64
6.1 Seznam použité literatury.....	64



6.2 Seznam použitých periodik .....	66
6.3 Seznam elektronických zdrojů .....	67
Seznam zkratk	
Seznam tabulek a grafů	
Seznam obrázků	
Seznam příloh	

# 1 ÚVOD

Dnešní rychlý způsob života přináší mnoho negativních změn, které se projevují na psychickém a fyzickém zdraví lidského organismu. Lidé jsou neustále ve stresu, nepřemýšlejí nad správným složením své stravy a bohužel většina typických českých jídel je odedávna známá svou vyšší energetickou hodnotou, těžkou stravitelností, ale i obsahem cholesterolu, což má další nebezpečné dopady, které se dříve či později projeví na zdraví jedince. Vyšší příjem energeticky bohaté stravy se může projevit zvýšenou tělesnou hmotností, těžká stravitelnost potravin může přivodit nevolnost, ale zvýšená hladina cholesterolu je nebezpečnější, jelikož se neobjeví symptomy, jako je bolest apod., ale je rizikovým faktorem např. aterosklerózy, anginy pectoris, infarktu myokardu a dalších. Strava většiny jedinců, trpících zvýšenou hladinou cholesterolu, se skládá především z uzenin, tučných mléčných výrobků, vepřového masa, vajec, sladkostí, dále se v jídelníčku těchto jedinců hojně vyskytuje strava z fast foodů. Nabízí se otázka, jak snížit hladinu cholesterolu v krvi. Jednou z možností je přijímat dostatek potravin bohatých na nenasycené mastné kyseliny, především eikosapentaenovou a dokohexaenovou, které příznivě ovlivňují hladinu cholesterolu v krvi. První nálezy, které objasňují zvýšené riziko zrychlení aterogeneze vyvolané výživou a následné riziko zvýšené úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění spadají do posledních let 2. světové války. To, že vysoká hladina cholesterolu v krvi souvisí s negativními změnami v cévách, se sice vědělo již půl století, ale zda je tento negativní vliv zásadní a čím je vysoká koncentrace cholesterolu v krvi jedince vyvolána, se nevědělo. Výzkum odpovídající na tyto otázky probíhal v průběhu celé 2. poloviny minulého století.

S předpokládaným koncem 2. světové války se objevila otázka, jak bude probíhat realimentace zcela vyhublých jedinců z koncentračních táborů. Vláda Spojených států amerických proto investovala do cílených studií sledujících ji. Zjistili, že realimentace dietou s převahou živočišných tuků zvyšovala hladinu cholesterolu v krvi na rozdíl od diety s rostlinnými tuky.

Trvalo dalších 5 let, než se podařilo přesvědčit první kardiology, že tento výzkum vůbec nějakým způsobem s kardiologií souvisí. V tuto dobu byly zobecňovány názory, že vzroste-li zastoupení živočišných tuků ve stravě, hladina cholesterolu v krvi stoupá. A naopak při jejich nahrazení rostlinnými tuky hladina cholesterolu v krvi klesá.

Dnes se ví, že tato doporučení jsou velmi zjednodušená. Přesto jsou v principu platná a jsou dobrým základem i pro zcela současné dietní doporučení předních vědeckých společností. (PIŤHA, POLEDNE, 2009)

V této bakalářské práci se budu věnovat vlivu zvýšené aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin na úpravu hladiny cholesterolu v krvi jedince. Mými hlavními cíli bude zjistit, zda zvýšená aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin sníží hladinu celkového, LDL cholesterolu, triacylglycerolů a zároveň zvýší hladinu HDL cholesterolu v krvi, čímž by se mohl snížit rizikový faktor kardiovaskulárních chorob.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Definice a klasifikace lipidů

Lipidy jsou jednou z nejdůležitějších složek lidské potravy, která je v poslední době velmi diskutována, samozřejmě záleží na kvalitě a kvantitě přijímaného lipidu. (viz Tab.) Termín lipid je převzat z řeckého slova lipos, znamenající tuk. Používá se pro označení všech přírodních nepolárních sloučenin, které jsou téměř nebo zcela nerozpustné ve vodě, ale lze je rozpustit v nepolárních rozpouštědlech (tzv. organických), jako jsou např. chloroform, etanol, ether a další. (SOFROVÁ, et al., 2005) Lipidy jsou heterogenní skupina látek. (HOLEČEK, 2006)

Lipidy jsou hlavní součástí biologických membrán. Slouží jako zásobní forma uhlíku a energie. Slouží jako prekurzory životně důležitých látek, mezi které patří vitaminy, hormony, regulační látky. Vytváří izolační vrstvu vůči teplotnímu, elektrickému nebo jinému fyzikálnímu šoku. Tvoří ochranný obal organismů či buněk, který působí proti infekci nebo dehydrataci. (SOFROVÁ, et al., 2005)

Lipidy tvoří asi 25 – 30 % energetického krytí našich potřeb. Lipidy jsou naprosto nutnou komponentou našeho těla, resp. jsou součástí membrán každé buňky (fosfolipidová dvojvrstva). Tvoří nutnou a v podstatě jedinou energetickou rezervu v našem organismu. Mají zásadní význam pro termoregulaci, protože jsou špatným vodičem tepla. Jsou snadno deformovatelné, a proto také představují velmi účinnou mechanickou ochranu (MOUREK, 2005)

V lidském těle se objevují dva druhy tukové tkáně, hnědá tuková tkáň a bílá tuková tkáň. Hnědá tuková tkáň u člověka, s výjimkou novorozenců, ztratila svůj význam. Mitochondrie hnědého tuku oxidují mastné kyseliny, aniž by vytvářely ATP, a tedy veškerá energie je uvolňována ve formě tepla. (TROJAN, et al., 2003) Bílá tuková tkáň především tvoří většinu tzv. podkožního tuku, tukové obaly některých orgánů a vmezeřenou tukovou tkáň. Představuje energetickou zásobárnu jedince. (DYLEVSKÝ, 2009)

Lipidy mají významnou úlohu i z výživového hlediska, jelikož zjemňují chuť pokrmu, zlepšují senzoričnou texturu potravin. Vyvolávají po určité době pocit sytosti, který je způsoben hydrolýzou na mastné kyseliny v tenkém střevě. Dále snižují objem stravy bohaté na energii. (PÁNEK, POKORNÝ, DOSTÁLOVÁ, 2007) Lipidy lze rozdělit do několika skupin dle jejich struktury.

### *Hlavní skupiny lipidů:*

- jednoduché lipidy
- složené lipidy
- odvozené lipidy (viz. Příloha č. 1), (SOFROVÁ et al, 2005)

Tabulka č. 1 Doporučený příjem lipidů

Lipidy celkově	25-35 %
Saturované (SFA)	Do 10 %
Mononesaturované (MUFA)	20%
Polynesaturované (PUFA)	Nad 5 %
Linolová (omega - 6)	3 - 5 %
Linolenová (omega - 3)	0,5 - 1 %

Zdroj: GROFOVÁ, 2007

## **2.2 Definice a klasifikace mastných kyselin**

Mastné kyseliny jsou hlavní stavební složkou jednoduchých a složených lipidů, jejichž vlastností je značná hydrofobicita, která tak způsobuje hydrofobní charakter molekuly lipidů. Chemicky lze mastné kyseliny vyjádřit jako mnohuhlíkaté alifatické monokarboxilové kyseliny. (SOFROVÁ, et al., 2005) Mastné kyseliny lze rozdělit na nasycené (tyto kyseliny si lidský organismus dokáže vytvořit sám) a nenasycené (ty lidský organismus vytvořit nedokáže). (OSTEN, 2005) Mastných kyselin existuje kolem 40 druhů.(BRÁZDOVÁ, online) Jsou uspořádány do řetězců, jež jsou zakončeny karboxylovou skupinou (-COOH). (BURDYCHOVÁ, 2009) Tato významná složka potravy ovlivňuje mnoho chemických pochodů v lidském těle. Mastné kyseliny se objevují jako neesterifikované (volné) nebo estericky vázané (triacylglyceroly, fosfolipidy, estery cholesterolu). (HOLEČEK, 2006)

Neesterifikované mastné kyseliny mají krátký poločas (několik minut). Jejich hlavním představitelem je kyselina palmitová, myristová, stearová. Udává se, že neesterifikované mastné kyseliny mohou energeticky krýt potřeby organismu z 20-25 %. (TROJAN, et al., 2003)

Mastné kyseliny lze klasifikovat z mnoha hledisek. Vyskytují se v lineárních, větvených, alicyklických uhlíkatých řetězcích, či nasycených vazbách cis nebo trans.

V přírodě se nejvíce vyskytují mastné kyseliny s lineárním řetězcem se sudým počtem atomů uhlíku. Do této skupiny patří vyšší mastné kyseliny s 12 – 24 uhlíky. Objevují se zde mastné kyseliny, které mají 18 – 24 uhlíků. Dále se v přírodě nacházejí nenasycené mastné kyseliny, obsahující 2 a více dvojných vazeb (jedná se o izolované vazby). Podle počtu dvojných vazeb se nazývají mono-, di- nebo polynenasycené. Nenasycené mastné kyseliny s dvojnou vazbou se zde nacházejí většinou v konfiguraci cis. (SOFROVÁ, et al., 2005)

V přírodě, tedy i v našich potravinách, se nacházejí v lipidech tyto skupiny mastných kyselin:

- Nasycené mastné kyseliny (SAFA),
- Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenové, MUFA)
- Nenasycené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami (polyenové, PUFA)
- Mastné kyseliny s trojnými vazbami a různými substituenty (rozvětvené, cyklické, s kyslíkatými, sirnými, nebo dusíkatými funkčními skupinami).

Obsah nasycených, monoenových a polyenových mastných kyselin v některých tucích a olejích se nachází v příloze č. 2

### **2.3 Vlastnosti mastných kyselin**

Mastné kyseliny mající vyšší počet nenasycených mastných vazeb si některé živočišné druhy včetně člověka nedokáží syntetizovat, a proto jsou pro ně esenciální složkou potravy. (SOFROVÁ et al, 2005) Nenasycené mastné kyseliny slouží jako prekurzor biologicky aktivních látek (eikosanoidů) a jako modulační složky biologických membrán, neboť ovlivňují jejich fluiditu a flexibilitu. (VELÍŠEK, 1999) Nenasycené mastné kyseliny jsou též prekurzorem fosfolipidů. (SVAČINA, et al., 2008) (viz. Příloha č. 3) Udržují kapalnou konzistenci tukové kapénky uvnitř buňky při teplotě těla. Mastné kyseliny výrazně ovlivňují chemické a fyzikálně chemické vlastnosti lipidů, jejichž jsou součástí nenasycené mastné kyseliny, způsobující snížení chemické stability a bodu tání lipidů. Čím blíže se nachází poloha dvojná vazba ke karboxylové skupině, tím více se snižuje chemická stabilita a bod tání. (SOFROVÁ, et al., 2005) Nenasycené mastné kyseliny se rozlišují dle umístění první dvojná vazby od metylového konce do řady omega 6 nebo omega 3. (SVAČINA, et al., 2008)

Omega 3 nenasycené mastné kyseliny podléhají konverzi, kdy dochází k prodlužování a zvyšování nenasycenosti uhlovodíkového řetězce (prolongace a desaturace). Nejznámější produkty této přeměny jsou mastné kyseliny eikosapentaenová (EPA) a dokosahexaenová (DHA). Tato přeměna je však málo efektivní. Uvádí se, že řádově procenta přijímané kyseliny  $\alpha$ -linolenové se následně přemění na EPA či DHA. Proto je doporučena přímá konzumace polynenasycených mastných kyselin s prodlouženým řetězcem (EPA a DHA). (BRÁTA, BARANYKA, ZEHNÁLKA, 2010) Omega 3 polynenasycené mastné kyseliny působí protizánětlivě, bronchodilatačně a protisrážlivě. (GROFOVÁ, 2007) Nedostatek nenasycených mastných kyselin představuje riziko vzniku poruch vývoje, růstu, k poruchám činnosti nervové buňky, sítnice, mohou být porušeny imunitní reakce. (MOUREK, 2005)

Spotřeba esenciálních mastných kyselin se obvykle vyjadřuje v % veškeré přijaté energie. Doporučuje se, aby nejméně 1 % energie tvořila skupina omega 6 a omega 3 mastných kyselin, jinak by mohly nastat některé příznaky jejich nedostatku. Dle různých autorů se doporučují různé dávky, a to do 3 – 4 % přijaté energie. Z uvedeného příjmu by asi 70 – 90 % měly činit mastné kyseliny omega 6 a 10 – 30 % by měly zastupovat mastné kyseliny omega 3. Příjem jednotlivých mastných kyselin v dietě se má řídit jejich strukturou. Předpokládá se obecně, že by poměr nasycených, monoenoových a polyenoových mastných kyselin měl být: N : M : P = 1 : 1 : 1, dnes se spíše preferuje 1 : 2 : 1 (PÁNEK, POKORNÝ, DOSTÁLOVÁ, 2007)

Nasycené mastné kyseliny nepředstavují pouze zdroj energie, ale jsou charakteristické také tím, že tvoří důležitou strukturální součást buněčných membrán. Lidské tělo má na rozdíl od nenasycených mastných kyselin schopnost je syntetizovat. (SVAČINA, et al., 2008) Nasycené mastné kyseliny vedou k chemické stabilitě a k vyššímu bodu tání. (SOFROVÁ, et al., 2005).

## **2.4 Vliv omega 3 polynenasycených mastných kyselin na kardiovaskulární systém jedince**

Omega 3 polynenasycené kyseliny jsou pro náš organismus důležité, jelikož jsou součástí buněčných membrán, kde se spolupodílejí na transportu živin a metabolitů na buněčné úrovni. Bez nich by jednotlivé buňky nemohly existovat. Polynenasycené

masné kyseliny omega 3 výrazně zlepšují nejrůznější parametry červených krvinek, jejich schopnost deformability (pružnost membrány), snižují viskozitu krve, snižují agregaci trombocytů. Vlivem polynenasycených mastných kyselin omega 3 byla prokázána akcelerace trombolytických procesů.

Polynenasycené masné kyseliny omega 3 snížily průkazně postischemickou acidózu, koncentraci draslíku, zlepšily kontraktilitu a následnou rekapitulaci. Rozšířená dieta o EPA a DHA v dávkách kolem 1g denně průkazně snižuje riziko fatálních koronárních onemocnění. Děje se tak tzv. stabilizací myokardu a sníženým rizikem arytmií. Nejnovější údaje potvrzují protektivní vliv EPA a DHA na fibrilaci předsíní včetně benefičního účinku na postchirurgický průběh a prevenci případných komplikací. Tyto účinky omega 3 lze vysvětlit vlivem na fosfolipidovou složku membrány myocytů. (MOUREK, et al., 2007)

## **2.5 Chemické složení a vlastnosti neutrálních triacylglycerolů**

Acylglyceroly patří do skupiny jednoduchých lipidů. Acylglyceroly (též glycerol) se skládají z esterů trihydroxyalkoholů glycerolu a mastných kyselin. Do skupiny acylglycerolů patří triacylglyceroly (TAG), které se v přírodě vyskytují nejčastěji. (SOFROVÁ, et al., 2005) TAG vznikají navázáním tří mastných kyselin na glycerol. Téměř všechny TAG, které se vyskytují v organismu, jsou smíšené. To znamená, že v molekule obsahují různé masné kyseliny. (HOLEČEK, 2006)

U obratlovců, a tedy i u člověka, jsou uskladněny ve specifických buňkách-adipocytech, kdy TAG kapénky vyplňují téměř celou buňku.(SVAČINA, et al., 2008) V hnědé tukové tkáni tvoří TAG tzv. tukovou zásobu, zásobní formu uhlíku a energie, ve kterou je přeměňován jakýkoliv nadměrný přísun uhlíku či energie v potravě (především cukry a tuky). Ve formě lipoproteinových partikulí (chylomikronů) slouží k transportu a distribuci mastných kyselin z potravy lymfatickým a krevním systémem v těle. TAG zajišťují fyzickou ochranu a teplotní izolaci různých tělesných orgánů (ledviny, střeva apod.) (SOFROVÁ, et al., 2005) Představují ideální zásobní metabolické palivo pro většinu eukaryotních buněk, protože na sebe neváží vodu. (SVAČINA et al, 2008) V průmyslově vyspělých zemí představuje tato skupina asi 30-40 % podílu obsahu přijímané stravy. Vysoká koncentrace TAG (od 1,7 asi do 10 mmol l<sup>-1</sup>) zvyšuje riziko ICHS. (ŠTEJFA, et al., 2007)



## 2.6 Chemické složení a vlastnosti lipoproteinů

Lipoproteiny se řadí do skupiny komplexních lipidů. Komplexní (složené) lipidy jsou makromolekulární látky, jejichž lipidová složka je na nelipidový podíl vázána vodíkovými můstky, hydrofobními interakcemi a jinými fyzikálními vazbami, ale částečně se mohou uplatnit také kovalentní vazby.

Nelipidovým podílem bývá nejčastěji protein, ale i polysacharid, jeho směr s proteinem, lignin apod. (VELÍŠEK, 1999)

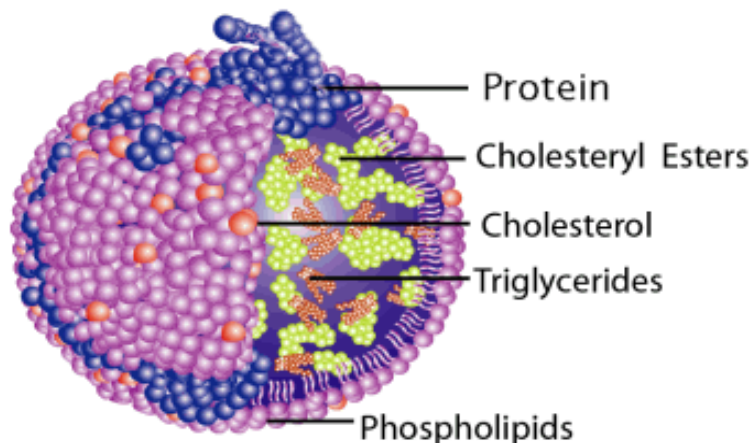
Jádro lipoproteinové makromolekuly obsahuje lipidy, nejčastěji nepolární TAG, neesterifikovaný cholesterol. Povrch obklopují polární lipidy, volný cholesterol, fosfolipidy a apolipoproteiny, bílkoviny důležité pro fungování lipoproteinů, díky nimž se mohou tyto lipidy dispergovat ve vodě. (RACEK, et al., 2006) Jejich absolutní množství i vzájemný poměr se mění podle stupně utilizace TAG a tím se mění i velikost celé částice. (MUSIL, 1994) Apolipoproteiny kromě toho fungují jako kofaktory některých enzymů, účastnících se metabolismu tuků. Slouží též jako ligandy pro buněčné receptory, na které se lipoproteiny váží a účastní se přenosu nebo výměny tukových částic mezi jednotlivými lipoproteiny. Mezi hlavní apolipoproteiny se řadí apoA-I, apoA-II, apo B a další. (VLČEK, FIALOVÁ, 2010)

Apolipoproteiny se označují abecedně, tj. velkým písmenem A až H. Římská číslice označuje jednotlivé peptidy téhož lipoproteinu a arabské číslice pak odpovídají expresi jednotlivých alel téhož genetického lokusu. (MUSIL, 1994)

Nejlepšího prozkoumání se dostalo pouze lipoproteinům krevního séra, protože jsou významné pro vznik chorob krevního oběhu. Lipoproteiny krevního séra se dělí dle jejich hustoty (hmotnosti), zde platí nepřímá úměra, neboť čím více se lipoproteiny skládají z nepolárních lipidů, tím je jejich specifická hmotnost nižší. Pokud je hustota lipoproteinů nízká, bílkovinný obal je slabý nebo méně kompletní. (VELÍŠEK, 1999) Lipoproteiny s nízkou hustotou jsou tedy charakteristické menší stabilitou a velmi snadno se z nich vylučují lipidy, které se následovně usazují, např. ve styku se stěnami cév (vznik aterosklerózy).

Krevní lipoproteiny nejsou pasivně katalyzovány účinkem enzymů a receptorů, ale probíhá mezi nimi intenzivní výměna jednotlivých složek (cholesterol volný, esterifikovaný, TAG, fosfolipidy, apolipoproteiny). Bílkovinné částice apolipoproteiny tyto procesy regulují. (ŠTEJFA, et al., 2007)

Lipoproteiny spolu s dvojvrstvou orientovaných molekul polárních lipidů tvoří strukturu membrán. Vytvářejí bariéru, sloužící pro přenos látek mezi buňkami nebo uvnitř buněk mezi jednotlivými vnitrobuněčnými útvary.



Obrázek č. 1 Struktura lipoproteinů (pozn. Cholesterol esters – estery cholesterolu, triglycerides – triglyceridy (triacylglyceroly), phospholipids – fosfolipidy)

Zdroj: ZAMORA, online, 2007

V krevní plazmě se nachází: *Chylomikrony* - Tyto částice vznikají v enterocytech v průběhu resorpce lipidů. Hlavní součástí chylomikronů jsou TAG obklopené molekulami fosfolipidů. Po svém vzniku se částice uvolňují do lymfy a tou se dostávají do krve. (MUSIL, 1994) Chylomikrony putují nejprve do lymfatických kapilár, protože jsou příliš velké, aby prošly bazální membránou do krevních kapilár. (KITTNAR, 2011) Fyziologický význam chylomikronů spočívá v dodávce mastných kyselin z potravy adipocytům a svalovým buňkám. Hladina chylomikronů výrazně stoupá po příjmu tučné stravy s maximem mezi 3. a 6. hodinou po jídle. (HOLEČEK, 2006) V krvi jsou běžně přítomny 1 – 4 hodiny po jídle. (PÁNEK, POKORNÝ, DOSTÁLOVÁ, 2007)

*VLDL (Very Low Density Lipoproteins)* - Velmi nízká hustota lipoproteinů. Hlavní část lipidového podílu tvoří TAG lokalizované v jádře částice. Jádro VLDL je obklopeno molekulami fosfolipidů a cholesterolu. Vznikají v hepatocytech a enterocytech na strukturách endoplazmatického retikula a v Golgiho komplexu. VLDL izolované z krve jsou tedy směsicí nejméně tří druhů lipoproteinů: VLDL ze střeva, VLDL z jater a remnans metabolismu chylomikronů. (MUSIL, 1994) VLDL transportují TAG do tukových tkání. (VELÍŠEK, 1999) Jejich biologický předpoklad je 30 minut. (PÁNEK, POKORNÝ, DOSTÁLOVÁ, 2007)

*LDL (Low Density Lipoproteins)* - Nízká hustota lipoproteinů. Hlavní lipidovou složkou LDL jsou estery cholesterolu a fosfolipidy. (MUSIL, 1994) 60 až 70 % cholesterolu je vedeno v LDL částicích. Tyto částice dopravují cholesterol do různých částí těla. (FREEMAN, JUNGE, 2005) Částice LDL zajišťují přísun cholesterolu ke všem extrahepatálním buňkám, které nejsou schopny tvořit cholesterol v množství dostatečném pro buněčný metabolismus. (VOJÁČEK, MALÝ et al, 2004) Jelikož vstupuje cholesterol do stěny arterie formou LDL částic, podílejí se právě tyto lipoproteiny na patogenezi aterosklerózy. (VOJÁČEK, MALÝ, et al., 2004) LDL má strukturu podobnou VLDL. LDL vzniká z VLDL lipolytickým štěpením TAG. (MUSIL, 1994). LDL lipoproteiny představují heterogenní skupinu částic, od malých denzitních, po velké buoyantní a cholesterol bohaté částice. Částice LDL se dělí do čtyř kategorií, od LDL1 (největší) po LDL4 (nejmenší). Řada studií prokázala, že malé LDL částice mají disproporcionálně vyšší aterosgenní riziko. (FRANEKOVÁ, et al., 2006)

*IDL (intermediary Density lipoproteins)*- Střední hustota lipoproteinů. Tyto lipoproteiny vznikají degradací VLDL. Jsou meziproduktem syntézy LDL a VLDL. Buď se tedy degradují na LDL, nebo jsou v podobě zbytků VLDL („remnants“) odstraňovány z krevního oběhu. (PÁNEK, POKORNÝ, DOSTÁLOVÁ, 2007)

*HDL (High Density Lipoproteins)*-Vysoká hustota lipoproteinů. Částice HDL po vzniku v hepatocytech má diskovitý tvar. (MUSIL, 1994) Na rozdíl od LDL obsahuje vyšší podíl proteinů než lipidů. Pokud se v buňkách a tkáních vyskytuje nadbytečné množství cholesterolu, je HDL schopna ho transportovat do jater, která odstraňují cholesterol z této částice, a je použit k tvorbě žluči nebo znovu využit (FREEMAN, JUNGE, 2005). Ve vodném prostředí jsou stabilní. (PÁNEK, POKORNÝ, DOSTÁLOVÁ, 2007) Zvýšená koncentrace HDL cholesterolu ukazuje na snížení rizika aterosklerózy. HDL má antioxidační vlastnosti a působí protizánětlivě. (ČEŠKA, et al., 2005) Přehled jednotlivých lipoproteinů krevního séra (viz. Tabulka č. 2).

Tabulka č. 2 Přehled lipoproteinů krevního séra

Typ lipoproteinů	Hustota v kg.m <sup>-3</sup>	TAG v %	Cholesterol a cholesterolestery v %	Fosfolipidy v %	Proteiny v %
Chylomikra a VLDL	Pod 980	83	8	7	2
LDL	980-1035	50	22	18	9
IDL	1035-1090	10	46	22	21
HDL	1090-1140	8	30	29	33
VHDL	Nad 1040	5	19	21	57

Zdroj: VELÍŠEK, 1999

## 2.7 Chemické složení a vlastnosti Fosfoacylglyceroly (fosfolipidy)

Fosfolipidy jsou nejrozšířenějšími zástupci komplexních (složených) lipidů v přírodě, zde se nachází jako komponenty biologických membrán všech typů. Nejsou nezbytnou součástí potravy, protože se mohou v těle syntetizovat ze základních stavebních jednotek. K syntéze fosfolipidů však organismus potřebuje látky, které lidský organismus neumí syntetizovat, např. cholin. Rozeznávají se tři hlavní skupiny:

- Fosfatidy
- Lysofosfatidy
- Plasmalogeny (VELÍŠEK, 1999)

Nejjednodušším fosfolipidem a prekurzorem ostatních fosfolipidů je kyselina fosfatidová. (SOFROVÁ, et al., 2005) Fosfolipidy představují skupinu sloučenin kyseliny fosforečné s glycerolem a dalšími látkami. (HOLEČEK, 2006) V molekule fosfolipidů se dále nachází 2 mastné kyseliny. Přítomnost polynenasycených mastných kyselin, zejména kyselin linolové a linolenové, ve struktuře membránových fosfolipidů ovlivňuje fluiditu a funkci buněčných membrán. Bylo prokázáno, že změnou zastoupení

jednotlivých nenasycených mastných kyselin ve výživě lze ovlivnit skladbu membránových fosfolipidů. Pokud je v potravě nedostatek esenciálních mastných kyselin a místo esenciální mastné kyseliny v poloze 2 je obsazeno nasycenou mastnou kyselinou, zvyšuje se rigidita membrány. (LEDVINA, , STOKLASOVÁ, CERMAN, 2006)

Fosfátová skupina vytváří polární (hydrofilní) část, která umožňuje vazbu s bílkovinami a rozpustnost lipidů ve vodě. Hydrofobní část tvořena řetězcí mastných kyselin umožňuje vytvářet komplexy s apolárními sloučeninami. Díky této amfipatické struktuře mají fosfolipidy nezastupitelnou úlohu ve stavbě buněčných membrán a lipoproteinů. (HOLEČEK, 2006)

Velmi důležitou strukturální roli v biologických membránách má nejrozšířenější fosfolipid- fosfatidylcholin, neboli lecitin. (ČEŠKA, et al., 2005) Lecitin je charakteristický emulgační schopností. Stabilizuje krevní a lymfatické lipidy. Zvyšuje pohyblivost a permeabilitu buněčných stěn, usnadňuje metabolismus a zlepšuje funkci buněk. Zajišťuje transport nadbytečného cholesterolu do jater, kde podporuje dále odbourávání tuku. (BANKHOFER, HUBER, HEWSON, 2009)

Fosfolipidy vznikají z prekurzorů působením několika fosfolipas, které katalyzují připojení jednotlivých složek na glycerol. Tytéž enzymy katalyzují také štěpení fosfolipidů. (VELÍŠEK, 1999)

## **2.8 Chemické složení a vlastnosti terpenů**

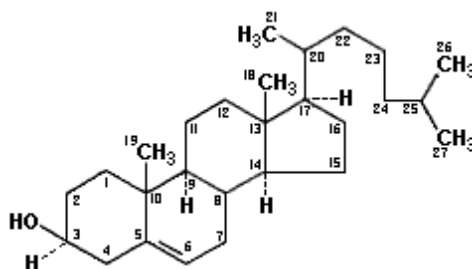
Do skupiny terpenů (velmi rozsáhlé skupiny látek na bázi polymerů) patří prakticky všechny odvozené lipidy z hlediska biochemického původu. Do kategorie lipidů je můžeme zařadit proto, že velmi dobře splňují podmínku nerozpustnosti či nemísitelnosti s vodou, která je daná jejich hydrofobním charakterem. Jedná se o látky převážně rostlinného původu, ale mohou se vyskytovat i živočišného původu. Někdy se tyto látky označují jako látky podobné hormonům. Společným základem terpenů je monomerní jednotka isopren (odtud též nazývání izoprenoidy). Mohou se třídit do podskupin např. monoterpeny, triterpeny (steroly), seskviterpeny a diterpeny, ty jsou součástí vonných silic, balzámů a pryskyřic.

Uhlovodíkový řetězec (osmi až desetiuhlíkatý) v poloze 17 a hydroxyskupina v poloze 3 je charakteristickým znakem steroidů zvaných steroly. (SOFROVÁ, et al., 2005) Jejich struktura tvoří šestičlenné kruhy, jež jsou v židličkové formě. Existuje

mnoho druhů sterolů, které se dělí dle původu, vyskytují se: fytosteroly (steroly rostlinného původu), mykosteroly (steroly obsažené v houbách) a zoosteroly (steroly živočišného původu – cholesterol). (ŠÍPAL, 1992) Steroly jsou významné především tím, že slouží jako stavební komponenta buněčných membrán, fungují jako bioregulátory. (PATTERSON, NES, 1991)

## 2.9 Definice cholesterolu

Cholesterol je sterol, sestávající ze čtyř benzenových jader a hydroxylové skupiny. V organismu se cholesterol vyskytuje jak volný, tak ve formě esterů cholesterolu s mastnými kyselinami. Volný cholesterol je součástí buněčných membrán. V plazmě se vyskytují převážně estery cholesterolu s kyselinou linolovou a linolenovou. Intracelulární, zásobní pool cholesterolu tvoří pak estery cholesterolu s kyselinou olejovou a palmitolejovou. (ČEŠKA, et al., 2005) Esterifikovaný cholesterol se nachází uvnitř lipoproteinových částic, zatímco neesterifikovaný na jejich povrchu. (HOLEČEK, 2006) Podle typu membrány se podíl cholesterolu pohybuje od 0% do 40% celkových lipidů membrány. (SOFROVÁ, et al., 2005) Naše tělo potřebuje asi kolem 2 g cholesterolu denně, z toho v naší dietě přijímáme asi 0,6 - 0,8 g. Žádoucí by byl příjem jen asi 0,15 – 0,3g v dietě (což je obsah přibližně v jednom vejci). Zbytek by se pak vytvořil endosyntézou. (PÁNEK, POKORNÝ, DOSTÁLOVÁ, 2007)



Obrázek č. 2 Struktura Cholesterolu (ZAMORA, online, 2007)

## 2.10 Chemické složení a vlastnosti cholesterolu

Struktura cholesterolu je poměrně rigidním (ve srovnání s řetězcí mastných kyselin) plošným skeletem s polární hydroxylovou skupinou na jednom konci a pohyblivým uhlovodíkovým řetězcem na opačném konci molekuly. Svou délkou odpovídá molekula cholesterolu délce řetězců mastných kyselin. (ŠÍPAL, 1992) Jedná se o látku voskovitého vzhledu, nerozpustné ve vodě, rozpustné v tukových rozpouštědlech. Cholesterol je špatným vodičem elektřiny a má vysokou dielektrickou konstantu, je dobrým izolátorem proti elektrickému výboji, funguje proto pravděpodobně s jinými látkami jako izolační povlak struktur vzbuzujících a přenášejících impulsy. (JINDRA, 1966) Význam cholesterolu spočívá v tom, že je základní stavební jednotkou buněčné membrány, prekurzorem steroidních hormonů a dále je prekurzorem žlučových kyselin. (ČEŠKA, et al., 2005) Cholesterol ovlivňuje aktivitu membránových proteinů (přenašečů, receptorů, iontových kanálů atd.) jak přímým interaktem, tak i nepřímo přes změny struktury a fyzikálních vlastností lipidových dvojných vrstev. (FIŠAR, et al., 2009)

## 2.11 Syntéza cholesterolu

Tento proces je charakteristický množstvím chemických reakcí, které lze rozdělit do 4 etap: syntéza  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylglutaryl-CoA (HMG-CoA), vznik aktivních izoprenů, syntéza skvalenu a přeměna skvalenu na cholesterol. Výchozí sloučeninou pro syntézu cholesterolu je acetyl-CoA. (LEDVINA, STOKLASOVÁ, CERMAN, 2006) Klíčovým enzymem syntézy cholesterolu je hydroxymethylglutaryl-CoA-reduktáza. (LATA, VAŇÁSEK, 2005) 3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA-reduktáza je přítomna v endoplazmatickém retikulu všech buněk, tedy prakticky všech buněk v organismu. Její nejvyšší aktivitu lze prokázat v játrech, pohlavních žlázách, tenkém střevě a nadledvinách. Aktivita tohoto enzymu je ovlivněna koncentrací cholesterolu. (ČEŠKA, et al., 2005) HMG-CoA se mění na mevalonát redukcí karboxylové skupiny na alkoholovou. (LEDVINA, STOKLASOVÁ, CERMAN, 2006) Mevalonát slouží jako prekurzor cholesterolu. (MAREK, et al., 2010) Mevalonát se fosforyluje 3 ATP. Dekarboxylací a ztrátou 1 fosfátu se vytváří izoprenová jednotka. Izopren je nenasycený uhlovodík s pěti atomy uhlíku a jedním metylovým rozvětvením. (ADAM, et al., 2005)

Kondenzací 6 izoprenových zbytků se tvoří 30 uhlíkatý nenasycený uhlovodík skvalen. Skvalen se naváže na protein přenášející steroly, lokalizovaný v cytoplazmě. Řadou reakcí se

vytváří 30 uhlíkatý lanosterol, který má na C<sub>3</sub> vázaný hydroxyl. Ztrátou dvojné vazby v postranním řetězci, ztrátou methylových skupin a změnou polohy dvojné vazby vzniká z lanosterolu přes řadu meziproduktů 27 uhlíkový cyklický produkt cholesterol. (LEDVINA, STOKLASOVÁ, CERMAN, 2006)

Syntéza cholesterolu probíhá v noci, to může být omezeno například u pacientů v intenzivní péči, kde se na odděleních celé noci svítí. (GROFOVÁ, 2007)

## 2.12 Metabolismus cholesterolu

Metabolismus cholesterolu je charakteristický složitými pochody. Existují dvě možnosti jeho původu: exogenní cholesterol, který je resorbovaný z GIT, a cholesterol syntetizovaný endogenně vlastními tkáněmi, nejvíce jaterními buňkami. Přibližně 50 % cholesterolu z potravy se vstřebává ve střevě, zbytek se vylučuje stolicí. (STRÁNSKÝ, 2007). Do určité míry množství resorbovaného cholesterolu závisí na množství cholesterolu v potravě, ale jeho resorbce se nezvyšuje úměrně s jeho nabídkou. Důležitým místem regulace syntézy cholesterolu je enzym  $\beta$ -hydroxy,  $\beta$ -methylglutaryl-CoA reduktaza (HMG - CoA reduktaza). Cholesterol je silným inhibítoem aktivity tohoto enzymu v játrech. Proto vysokým množstvím exogenního cholesterolu je možno částečně omezit jeho novotvorbu. Cholesterol se vylučuje částečně do krevního oběhu, částečně do žluče. Velké množství cholesterolu se však mění na žlučové kyseliny, které jsou hlavním produktem katabolických přeměn cholesterolu. Nejvýznamnější frakci pro přenos cholesterolu v plazmě jsou lipoproteiny s nízkou hustotou. Část cholesterolu se z jater odvádí žlučovými cestami do duodena. Žlučové kyseliny vyloučené z jater do střeva se z menší části odstraňují stolicí, převážná část se však resorbuje zpět do jater.

Odpadními látkami metabolismu cholesterolu jsou koprostanol a cholestanol, které vznikají účinkem působení bakterií v tlustém střevě. (LEDVINA, STOKLASOVÁ, CERMAN, 2006)

### 2.12.1 Exogenní cesta cholesterolu

Cholesterol a TAG se absorbují z GIT. Cholesterol je ve střevě emulzifikován žlučovými kyselinami. Vznikají micely, kterými jsou lipidy transportovány ze střeva na



povrch střevní mukózy. Do enterocytů lipidy postupují pravděpodobně pasivní difúzí, kde je volný cholesterol esterifikován a zabudován společně s TAG do chylomikronů. Chylomikrony jsou přenášeny lymfou, poté plazmou do kapilár ve svalu a tukové tkáni. (MARTÍNKOVÁ, 2007) Díky působení lipoproteinové lipázy klesne podíl nepolárních částic (úbytek TAG), zmenšuje se objem chylomikronů a z jejich povrchu se spontánně oddělují polární struktury (apolipoproteiny, fosfolipidy a cholesterol), které se podílejí na vzniku nascentních HDL. K úbytku TAG přispívá i jejich výměna za estery cholesterolu s HDL2 katalyzována CETP. Tak z chylomikronů vznikají silně aterogenní remnanta (zbytky chylomikronů) s vysokým obsahem esterifikovaného cholesterolu. (HOLEČEK, 2006) Ty vznikají při vstupu do krevních kapilár. (MASOPUST, 1998) Chylomikronové zbytky jsou vychytávány v játrech nebo přeměněny na další lipoproteiny. (SVAČINA, et al., 2008) Chylomikronové zbytky jsou pohlceny endocytózou a odevzdávají své TAG, svůj cholesterol a své estery cholesterolu. (SIBERNAGL, LANG, 2001) Játra exportují takto importované, jakož i nově syntetizované TAG a cholesterol formou VLDL (více kapitole 2.11.2 Endogenní cesta cholesterolu). Uvolněný cholesterol je hepatocyty využit následovně: Uskladněn do zásob, oxidován na žlučové kyseliny nebo sekretován do žluče v nezměněné podobě. (MARTÍNKOVÁ, 2007)

### **2.12.2 Endogenní cesta cholesterolu**

Uskutečňuje se prostřednictvím konverze na VLDL. VLDL a nově syntetizované TAG jsou transportovány z jater do svalů a tukové tkáni, kde podléhají hydrolyze na mastné kyseliny, které vstupují do tkáni, kde jsou využívány. (MARTÍNKOVÁ, 2007) Využívají se v příslušných buňkách jako zdroj energie nebo pro uložení ve formě zásobních TAG. (MASOPUST, 1998) Z VLDL zůstávají zbytky, a to IDL (Intermediate density lipoproteins), které se asi z 50 % vrací do jater, kde znovu přijmou náklad a opustí játra jako VLDL. (SILBERNAGL, LANG, 2001) Během cesty se částice lipoproteinů stávají menšími, zbylý podíl se transformuje do LDL, nezbytný zdroj pro inkorporaci do buněčných membrán a syntézu steroidů a jako takový je vychytáván buňkami ve tkáních. K tomuto účelu jsou tkáňové buňky vybaveny receptorem, který rozpozná LDL podle lipoproteinů. Koloběh cholesterolu zahrnuje také biotransformaci na HDL probíhající ve tkáních, odkud se cholesterol z rozpadlých buněk vrací v této podobě do krve. V krvi je esterifikován s mastnými kyselinami s dlouhým řetězcem a následně přeměněn na LDL a VLDL. (MARTÍNKOVÁ, 2007)

Katabolické přeměny transportních lipoproteinových komplexů v krevním řečišti a odevzdání lipidů do tkání zprostředkovává enzym Lecithin – cholesterolacyltransferasa (LCAT), který je syntetizován v játrech, v krvi koluje především v komplexech s HDL. LCAT katalyzuje přenos acylu z lecitinu (fosfatidylcholinu) na cholesterol. Zdrojem cholesterolu pro LCAT je cholesterol začleněný do biologických membrán a do lipoproteinových obalů (...) Zdrojem lecitinu jsou obaly všech lipoproteinových částic. V důsledku činnosti LCAT se snižuje koncentrace cholesterolu na povrchu HDL (esterifikovaný cholesterol je přesunut do nitra částice) a tak se vytváří prostor pro přísun dalších molekul cholesterolu z tkání do HDL. Protože metabolismus HDL končí v játrech, má LCAT zásadní úlohu pro transport cholesterolu do jater a jeho následnou eliminaci z organismu (jak ve formě cholesterolu, tak po jeho přeměně na žlučové kyseliny). (HOLEČEK, 2006)

Další enzym, který se podílí na katabolické přeměně, je lipoproteinová lipasa (LPL). Jedná se o nejdůležitější faktor, který uvolňuje a hydrolyticky štěpí TAG z chylomikronů a VLDL v kapilárách periferních tkání. LPL se nachází vázaná na povrchu buněk endotelu kapilár (...). Výsledkem působení LPL na chylomikrony a VLDL jsou volné mastné kyseliny vychytávané přednostně v tukové reverzní tkáni, ve svalech a srdci. (LEDVINA, STOKLASOVÁ, CERMAN, 2006)

### **2.12.3 Poruchy metabolismu cholesterolu**

Na exogenní a endogenní cestě může docházet k mnoha poruchám, které se projevují např. nahromaděním některých lipoproteinů v krvi. Dlouhodobě zvýšené koncentrace jsou nebezpečné u cholesterolu, jelikož výrazně urychlují rozvoj aterosklerózy. (NAVRÁTIL, et al., 2008)

Poruchy metabolismu tuků vznikají změnou vazbou sérových lipidů na bílkovinné nosiče, v jejímž důsledku dochází ke zvýšení jedné nebo více frakcí sérových lipidů (cholesterol, TAG, fosfolipidy) Znamená to, že lipidy se zvýšeně syntetizují nebo pomalu odbourávají. (ŠAFRÁNKOVÁ, NEJEDLÁ, 2006)

Jednou z poruch metabolismu cholesterolu je familiární hypercholesterolémie (FH). Příčinou FH jsou různé mutanty postihující gen pro LDL receptor, který je lokalizován na krátkém raménku 19. chromozomu. Postižení jedinci buď netvoří žádné LDL receptory, nebo je tvoří normálně, receptory však nejsou transportovány na povrch buňky a nemohou se funkčně uplatnit. Další možnou poruchou je porucha vazby LDL receptorů na lipoproteinovou částici. Důsledkem poruchy LDL receptoru je zvýšená

plazmatická koncentrace LDL cholesterolu v plazmě. Nejzávažnějším projevem FH je akcelerována ateroskleróza, která se projevuje zejména ischemickou chorobou srdeční. Postiženy jsou nejen koronární tepny, ale i tepny dolních končetin.

FH se vyskytuje ve dvou formách, homozygotní nebo heterozygotní, která je mnohem častější. (ČEŠKA, et al., 2005) U homozygotní formy FH je defektivní gen zděděn od obou rodičů. Hodnoty cholesterolu jsou extrémně vysoké. (RUCKI, VÍT, 2006) U této formy FH se rozvíjí ateroskleróza velmi časně, infarkty myokardu se objevují již v dětském věku. (VLČEK, FIALOVÁ, et al., 2010) Heterozygotní forma FH je charakteristická defektním genem zděděným od jednoho z rodičů. K manifestaci ICHS dochází typicky ve věku 40 let u mužů a 50 let u žen. (RUCKI, VÍT, 2006)

Další poruchou metabolismu cholesterolu je polygenní hypercholesterolemie (PH). Koncentraci cholesterolu v plazmě ovlivňuje celá řada genů v interakci s podmínkami zevního prostředí. Kombinace nepříznivých genetických i zevních faktorů vede obvykle k mírné hypercholesterolemii do 8 mmol/ l. PH je spojena s vyšším výskytem ischemické choroby srdeční. (ČEŠKA, et al., 2005) Nasycené živočišné tuky zvyšují v játrech syntézu cholesterolu a následně snižují kvantum LDL receptorů. (SVAČINA, et al., 2008)

Zvýšená jaterní syntéza VLDL způsobuje čistou hypertriacylglycerolemii, která též zvyšuje riziko časně aterosklerózy, ale ne tolik jako hypercholesterolemie. (NAVRÁTIL, et al., 2008)

## **2.13 Cholesterol jako rizikový faktor**

V dnešní době je více než 50 % úmrtí způsobeno kardiovaskulárními chorobami. Výzkum preventivního vlivu výživy na morbiditu (nemocnost) a mortalitu (úmrtnost) na kardiovaskulární onemocnění začal na konci 2. světové války a následujících 50 let pokračoval. V 90. létech bylo dokázáno, že snížíme-li výrazně hladinu škodlivého LDL cholesterolu, poklesne výskyt kardiovaskulárních příhod. Dalším důležitým poznatkem bylo, že snížení koncentrace LDL cholesterolu má téměř bezprostřední vliv na úbytek výskytu srdečních infarktů. Tento nálezn byl překvapivý, protože vyvrací představu, že k ústupu aterosklerózy může docházet až za delší dobu (např. po několika letech). Při poklesu LDL cholesterolu dochází totiž k podstatnému zlepšení funkce tepen ještě před příznivými změnami v jejich struktuře. (PIŤHA, POLEDNE, 2009). V současné době se však objevují názory zpochybňující vztah ICHS- cholesterol- ateroskleróza.

Na aterosklerózu se dlouhá léta pohlíželo jako na děj charakterizovaný prostým hromaděním tuků (posléze s inkrustací kalciem), v poslední době se tento pohled výrazně změnil. V současné době je ateroskleróza vnímána jako imunitně zánětlivý proces, který je odpovědí na poškození intimy. (ČEŠKA, et al., 2005)

Ateroskleróza je onemocnění, při němž se ve stěně tepen ukládají krevní lipidy, což vyvolává zánětlivou reakci s účastí řady zánětlivých buněk. Vznikají aterosklerotické pláty, zužují postižené tepny a na jejich povrchu při erozi nebo ruptuře se vytvářejí krevní sraženiny, jež mohou tepnu zcela uzavřít. (VLČEK, FIALOVÁ, et al., 2010) Ateroskleróza je dále spojována s kornatěním cév. Kornatění a narůstající oxidativní stres způsobuje poškození elastinu. (SAFAR, FROLICH, 2007)

Ke klinickým projevům aterosklerózy patří např. ischemická choroba srdeční, ischemická choroba dolních končetin, cévní mozková příhoda.

Mezi rizikové faktory se řadí faktory neovlivnitelné a ovlivnitelné. Mezi neovlivnitelné se řadí věk, pohlaví, rodinná anamnéza. Mezi rizikové faktory, které ovlivnit lze, se řadí právě hypercholesterolemie a mnoho dalších jako např. nedostatek pohybové aktivity a obezita.

Na počátku aterosklerotického procesu stojí částice LDL-cholesterolu, jež pronikají do stěny tepen, kde jsou oxidovány. Akumulace oxidovaných tepen LDL-částic vede k aktivaci endotelií. Na ně se přichycují z krve monocyty, které přestupují do cévní stěny, mění se v makrofágy a pohlcují prostřednictvím svých scavengerových receptorů oxidované LDL-částice. Makrofágům naplněným tukovými kapénkami se říká pěnové buňky. Nahromadění pěnových buněk je podkladem makroskopických projevů aterosklerózy tukových proužků. Při poklesu koncentrace LDL v krvi může docházet k regresi těchto tukových proužků. (VLČEK, FIALOVÁ, et al., 2010) Naopak zvýšená koncentrace HDL představuje protektivní vliv na rozvoj kardiovaskulárních onemocnění. Ochranný vliv souvisí s likvidací cholesterolu z povrchu buněk a jeho transportem do jater, dále souvisí s úlohou HDL transportovat TAG. (HOLEČEK, 2006)

Další fáze aterosklerózy se účastní buňky cévní stěny hladkého svalstva. Pěnové buňky, které se vytváří z buněk hladkého svalstva, postupně odumírají, akumulovaný tuk se uvolňuje do mezibuněčného prostoru a takovými plátům se říká ateromové pláty s tukovým jádrem a různě silnou vazivovou čepičkou. I ateromové pláty při výrazném snížení plazmatické koncentrace LDL se mohou do určité míry regredovat.

Pláty se silnou málobuněčnou čepičkou zůstávají stabilní, jen zužují arterie. Naproti tomu pláty nestabilní jsou charakteristické čepičkou tenkou, prostoupenou četnými makrofágy, náchylnou k erozi nebo prasknutí. Tím se v různém rozsahu odhalí subendotelová tkáň nebo ateromová hmota, která je vysoce trombogenní, proto se na ní zachycují krevní destičky a tvoří krevní sraženiny. Tenké tepny může tato sraženina uzavřít, což vede k ischemii (nedokrvení) zásobované oblasti. Ve velkých tepnách tromby průtok neomezují, ale mohou se trhat a embolizovat do periferie.

Ateroskleróza koronárních tepen je příčinou ischemické choroby srdeční (ICHS), projevující se jako akutní koronární syndrom, tj. infarkt myokardu a nestabilní angina pectoris, popř. stabilní angina pectoris či různé poruchy srdečního rytmu. (VLČEK, FIALOVÁ, et al., 2010), (viz. Tab. 3)

Tabulka č. 3 Lipoproteiny- Obsah cholesterolu a TAG vztah k ICHS

Název	Cholesterol obsah v %	TAG obsah v %	Riziko
Chylomikrony	5	86	Neovlivňující
Zbytky chylomikronů	8	70	Zvyšující (++)
VLDL	19	55	Mírně zvyšující (+)
IDL	38	23	Silně zvyšující (+++)
LDL	50	6	Silně zvyšující (+++)
HDL	19	4	Silně snižující (---)

Zdroj: ŠTEJFA, 2007

## 2.14 Vliv mastných kyselin na rozpustnost LDL cholesterolu

Jednotlivé druhy mastných kyselin se značně liší svým vlivem na rozpustnost cholesterolu v LDL. Významný vliv na koncentraci LDL cholesterolu má složení mastných kyselin v dietě. Nasycené mastné kyseliny se středním řetězcem C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub> (z menší části i C<sub>12</sub>) přecházejí portální krví přímo do jater, kde jsou metabolizovány. Nemají tedy žádný vliv.

Nasycené mastné kyseliny laurová (C<sub>12</sub>), myristová (C<sub>14</sub>) a palmitová (C<sub>16</sub>) zvyšují hladiny LDL cholesterolu tím, že snižují počet LDL receptorů a tím snižují odbourávání LDL cholesterolu. (PÁNEK, POKORNÝ, DOSTÁLOVÁ, 2007). Nasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem zvyšují LDL dvakrát silněji, než jej jsou nenasyčené

masné kyseliny schopny snížit. (STRÁNSKÝ, 2007) Nasycená kyselina stearová ( $C_{18}$ ) mírně snižuje obsah LDL cholesterolu.

Nenasycená kyselina monoenová  $C_{18:1}$  cis má pravděpodobně příznivý vliv. Snižuje koncentraci LDL cholesterolu a mírně zvyšuje koncentraci HDL frakce. (PÁNEK, POKORNÝ, DOSTÁLOVÁ, 2007) Kyselina olejová snižuje přeměnu LDL v její oxidovanou formu a tím dokáže snížit jejich aterogenitu. (STRÁNSKÝ, 2007)

O nutnosti substituovat nasycené masné tuky nenasycenými se hovoří již desítky let. V praxi to znamená nahrazení živočišných tuků tuky rostlinnými. Po dlouhá léta byly v substituci preferovány polyenové masné kyseliny, zejména kyselina linolová. V poslední době je naproti tomu věnována zvýšená pozornost monoenovým masným kyselinám a z nich zvláště kyselině olejové. Podle výsledků některých studií z poslední doby se zdá, že kyselina olejová má stejný efekt na snížení celkového i LDL cholesterolu jako kyselina linolová. Navíc však výrazněji zvyšuje koncentraci HDL cholesterolu. (ČEŠKA, et al., 2005) Monoenová  $C_{18:1}$  trans mírně zvyšuje LDL. Polyenové masné kyseliny ( $C_{18:2}$  a  $C_{18:3}$ ) snižují hladiny LDL cholesterolu. Přestože současně má klesající tendenci i HDL frakce, je nutno je považovat za velmi výhodné, protože po jejich podání vždy klesá poměr LDL : HDL a snižuje se celkové množství plasmatického cholesterolu. (PÁNEK, POKORNÝ, DOSTÁLOVÁ, 2007)

## **3 VÝZKUMNÁ ČÁST**

### **3.1 Cíle práce**

1. Zjistit, zda se projeví zvýšená aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin na úpravu hladiny celkového cholesterolu a TAG v krvi jedince.
2. Zjistit, zda se projeví zvýšená aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin na hladinu LDL cholesterolu a HDL cholesterolu v krvi jedince.

### **3.2 Úkoly práce**

1. Vyhledání literárních pramenů. Obsahová analýza české a zahraniční odborné knižní, časopisecké literatury a ověřených internetových zdrojů vztahujících se k tématu vliv zvýšené aplikace souboru nenasycených mastných kyselin na úpravu hladiny cholesterolu v krvi jedince.
2. Sestavení obsahu bakalářské práce na základě konzultací s vedoucím práce.
3. Na základě obsahové analýzy stanovit cíl a úkoly bakalářské práce.
4. Sestavení experimentální skupiny.
5. Provedení lékařského vyšetření, zjišťující hladinu cholesterolu v krvi jedince.
6. Vytvoření intervenčního programu – úprava stravovacích návyků.
7. Realizace úpravy složení stravy, a to formou navýšení příjmu souboru polynenasycených mastných kyselin.
8. Statistické vyhodnocení zjištěných údajů.
9. Definování závěrů z provedeného výzkumu.

### **3.3 Odborné otázky**

1. Předpokládám, že na základě zvýšené aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin se sníží hladina celkového cholesterolu v krvi jedince.
2. Předpokládám, že na základě zvýšené aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin se sníží hladina LDL cholesterolu v krvi jedince.

3. Předpokládám, že na základě zvýšené aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin se zvýší hladina HDL cholesterolu v krvi jedince.
4. Předpokládám, že na základě zvýšené aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin se sníží hladina TAG v krvi jedince.

## 3.4 Metodologie

### 3.4.1 Charakteristika souboru

Výzkumný soubor tvořilo šest probandů. Výzkumu se účastnili čtyři muži a dvě ženy. Dva muži byli ve věku 45 let, jeden ve věku 71 let a jeden muž ve věku 56 let. Ženy byly ve věku 69 let a 22 let. Tři muži a jedna žena bydlí v Sušici. Jeden muž a jedna žena bydlí v Českých Budějovicích. Jelikož došlo u čtyř probandů k biochemickému vyšetření krve na oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici, jsou rozdílné referenční meze koncentrace celkového cholesterolu, LDL cholesterolu, HDL cholesterolu a TAG, než u dvou probandů, kteří podstoupili vyšetření krve v biochemické a hematologické laboratoři v Českých Budějovicích. Každá laboratoř má odlišné referenční meze, jelikož používá reagentia od různých výrobců a odlišné analyzátory.

#### *Popis jednotlivých probandů*

**Proband č. 1** Jedná se o ženu ve věku 69 let. V důchodu. Tento proband příležitostně kouří, přijímá zředěnou uzeninu, často přijímá tučné maso, častý příjem alkoholu, káva 1x denně. Nedostatečně se pohybuje.

**Proband č. 2** Jedná se o muže ve věku 70 let. Proband nekouří, v jeho jídelníčku se objevuje nadměrný přísun uzenin, dále často přijímá tučné maso, vejce, alkohol, 1x denně kávu. Nedostatečně se pohybuje.

**Proband č. 3** Jedná se o muže ve věku 46 let, nezaměstnaný, v invalidním důchodu. Tento proband kouří, často přijímá uzeninu, tučné maso, vejce, sladké pečivo, alkohol a kávu. Dodržuje pravidelný pohybový režim.

**Proband č. 4** Jedná se o muže ve věku 46 let. Jeho zaměstnání je stresové. Tento proband nekouří, nepije kávu, alkohol přijímá občas. Uzeninu přijímá zředěnou, maso přijímá pouze libové. Prodělal operace tenkého střeva, slepého střeva. Dodržuje pravidelný pohybový režim.



**Proband č. 5.** Jedná se o ženu ve věku 22 let, studentka vysoké školy. Nekouří, kávu pije 1 – 2x denně, alkohol konzumuje občas, dodržuje dostatečný pohybový režim.

**Proband č. 6** Jedná se o muže ve věku 56 let. Zaměstnaný (zaměstnání není vysoce stresové). Nekouří, kávu pije 1x denně, alkohol konzumuje občas. Uzeniny přijímá zřídka, častá konzumace masa. Dodržuje pravidelný pohybový režim.

### 3.4.2 Použité metody a technologie měření

Byly použity tyto metody:

- Diagnostické
  - Absorpční spektrofotometrie
  - Odběr srážlivé venózní krve
- Intervenční
  - Aplikace přípravku s obsahem souboru polynenasycených mastných kyselin
- Statistické
  - Použití statistického vyhodnocení pomocí programu MS Excel

*Absorpční spektrofotometrie:* Spektrofotometrie patří do větve širokého pole spektroskopie. Ve spektrofotometrii se zájem soustředí na samotný vzorek materiálu. Spektrofotometricky se vzorek identifikuje. Absorbance vzorku při zvolené vlnové délce poskytuje nejen kvantitativní informace, ale pomocí ní se může určit množství, resp. koncentrace sledované látky ve vzorku. Výsledkem interakce hmoty a elektromagnetického záření je snížení rychlosti šíření záření anebo jeho orientace. Záření se často hmotou částečně absorbuje, tj. snižuje se jeho intenzita. Pozorovatelná absorpce elektromagnetického záření po přechodu přes hmotu může nastat jen tehdy, když záření svou specifickou frekvencí (tj. energií) může zapříčinit změny v rozložení a v pohybu elektronů, atomů anebo molekul. Zdrojem záření je wolframová žárovka. Záření se rozkládá hranolem nebo odrazem na optické mřížce. Přechodem přes štěrbinu se vymezí úzká oblast zvolených vlnových délek. Takto získané monochromatické (mající jednu vlnovou délku) záření přechází přes kyvetu se zkoumaným roztokem, resp. přes kyvetu s čistým rozpouštědlem (angl. blank). (FERENČÍK, ŠKÁRKA, et al, 1981) Zářivá viditelná energie se téměř výhradně indikuje čidly založenými na principu fotoelektrického efektu. (ZÍKA et al., 1988) Detektory používané ve viditelné oblasti

převádějí zářivou energii na jinou měřitelnou veličinu, nejlépe takovou, kterou je možno dále zesilovat a pohodlně měřit. (DOSTÁLOVÁ, et al, 1995)

Absorpční spektrofotometrie vychází ze vztahu, který se označuje jako Lambertův-Beerův zákon:  $I = I_0 \cdot 10^{-\epsilon c x}$

Konstanta  $\epsilon$  se nazývá absorpční koeficient,  $x$  je celková tloušťka absorbující vrstvy ve směru šíření světla,  $c$  je koncentrace roztoku,  $I_0$  je původní intenzita světla,  $I$  je intenzita světla z vrstvy vystupujícího. Absorpční koeficient je látkovou konstantou. Jeho velikost ovlivňuje řada chemických faktorů a je závislý na rozpustné chemické sloučenině. (HRAZDIRA, MORSTEIN, ŠKORPÍKOVÁ, 2006)

Na kvantitativní stanovení určité látky je třeba sestavit kalibrační křivku závislosti absorbance na koncentrace při konstantní vlnové délce. Po odměření absorbance vzorku s neznámou koncentrací se látka určí pomocí kalibrační křivky. (FERENČÍK, ŠKÁRKA, et al, 1981)

*Spektrofotometry:* Jedná se o přístroje používané pro stanovení koncentrací látek absorbujících nebo vyzařujících infračervené, viditelné a ultrafialové světlo a nepřímo i pro studium chemické struktury těchto látek. Na oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici, kde probíhalo stanovení koncentrace cholesterolu u čtyř probandů, používají dvoupaprskový spektrofotometr OLYMPUS AU 400. Dvoupaprskový měřicí systém umožňuje porovnávat intenzitu dvou světelných paprsků, z nichž jeden prochází vzorkem měřeným a druhý srovnávacím (referenčním neboli blankem). Poloha vzorků je během měření stabilní. Přístroje umožňují rychlejší měření. Dnešní přístroje jsou vybaveny fotoelektrickými detektory světla, např. fotočlánkem nebo fotonásobičem. (HRAZDIRA, MORSTEIN, ŠKORPÍKOVÁ, 2006)

V biochemicko - hematologické laboratoři v Českých Budějovicích používají jednopaprskový přístroj OLYMPUS AU 640. Tyto přístroje jsou stavebně jednodušší než dvoupaprskové (ZÍKA, 1988). Záření zdroje (halogenová wolframová žárovka) je soustředěno pomocnou optikou do vstupní štěrbině monochromátoru. Z výstupní štěrbině monochromátoru vychází svazek monochromatického záření o spektrální šířce, dané kvalitou disperzní soustavy. Disperzní soustava je tvořena mřížkou nebo hranolem. Za monochromátorem je kyveta s měřeným roztokem. Paprsek záření nastavené vlnové délky o toku záření prochází kyvetou, která nejdříve obsahuje referenční vzorek, čili porovnávací roztok (blank). Složení referenčního vzorku je totožné jako u roztoku vzorku kromě stanovené absorbující složky. Tento úbytek záření je způsoben jednak odrazem na optických stěnách kyvety, jednak absorpcí vedlejších

látek přítomných v roztoku a rozpouštědlem samotným. Tok záření dopadá na detektor, kde vyvolává úměrně veliký elektrický signál. Tento se zesílí a upraví na jednotkový signál, který se odečte na měřidle. Tak se vymezí (nastaví) horní krajní poloha propustnosti pro daný systém. Spodní krajní hodnota odpovídá stavu při zacloněném detektoru. Po vymezení krajních poloh se obsah kyvety s referenčním roztokem nahradí roztokem vzorku (standardy). Za předpokladu, že intenzita toku záření vstupujícího do kyvety se nemění, hodnota na měřicím zařízení odpovídá hodnotě propustnosti měřené látky. (DOLEŽALOVÁ, et al, 1995)

*Vyšetření biologického materiálu:* Ke stanovení hladiny celkového cholesterolu, LDL cholesterolu, HDL cholesterolu a TAG je zapotřebí odběr srážlivé venózní krve, konkrétně séra (žluté čiré tekutiny tvořící krevní plazmu). Na oddělení klinické biochemie a hematologie je této metodě nutné odebrání 3 ml krve. (Laboratorní příručka, online) V biochemicko – hematologické laboratoři je nutné odebrat 6 – 8 ml krve. (AMBROŽOVÁ, online) Odběr krve se provádí mezi 6. – 8. hodinou ranní nalačno, vhodná doba lačnění je 12 hodin, protože obsah cholesterolu v séru je větší v průběhu dne než ze dne na den. Cholesterol kolísá ze dne na den v rozsahu 4 až 10 %. (Laboratorní příručka, online)

Do 3 hodin by mělo proběhnout oddělení séra a krevních elementů. Není vhodné dlouhodobé použití manžety. Probandi by ráno před odběrem neměli trpět žízní. Před odběrem by měli klidně sedět nejméně 15 minut, nejlépe 30 minut. Krev je vhodné odebrat vsedě. (Interní materiál z oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici)

Tabulka č. 4 Přehled stability vzorků v závislosti na teplotě uchování

Teplota uchování vzorků	Doba stability vzorků
20 – 25 °C (laboratoř)	1 den
4– 8 °C (lednice)	7 dnů
-20 °C (mrazák)	3 měsíce

Zdroj: Interní materiál z oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici

Krev se odebírá z loketní žíly. Při odběru krve, a určitou dobu před ním má svou úlohu poloha pacienta. Při odběru vstoje dochází ke zvýšení vysokomolekulárních látek v krvi včetně hematokritu až o 10 – 15 %. Doporučuje se tedy odběr vleže. Stažení paže

při odběru venózní krve a tzv. „cvičení“ by mělo být co nejkratší. V opačném případě dochází k přesunu tekutiny z cévního řečiště do intersticia a k zvýšené koncentraci vysokomolekulárních látek v odebrané krvi až o 10 %. Při nasávání krve je zapotřebí se vyhnout přílišnému podtlaku, který může vést k mechanické hemolýze.

Odběrová nádobka - Nejvhodnější jsou odběrové nádobky na jedno použití. Jsou však z plastické hmoty, ve které se krev pomalu a nedostatečně sráží a častěji dochází k hemolýze. Oddělení séra velmi usnadní speciální inertní gel, jehož hustota je volena tak, aby po odstředění vytvořil rozhraní mezi krvinkami a vrstvou séra.

Skleněné nádobky dovolí lepší srážení krve, mají však dvě nevýhody. První je častější prasknutí při odstředování se znehodnocením odebraného vzorku a kontaminací centrifugy potenciálně infekčním materiálem. Před opakovaným použitím je nutné nádobku dekontaminovat a umýt – zbytky užitých činidel ve zkumavce po nedokonalém vymytí představují druhou nevýhodu. Desinfekční prostředky s oxidačním účinkem (chloramin, chlornan) zvyšují účinky všech testů, kde zakončením je oxidace chromogenu v reakci katalyzované peroxidázou. (cholesterol, TAG)

Transport vzorku – krev je zapotřebí přepravovat v uzavřených odběrových nádobkách. Krev musí být při transportu chráněna před extrémní teplotou (v teple dochází k inaktivaci enzymů, mráz může způsobit hemolýzu). Transport musí být dostatečně rychlý, aby mohlo být včas odděleno sérum od krvinek. Nesmí se užít led bezprostředně po vyndání z mrazicího boxu, aby nedošlo ke zchlazení vzorku pod bod mrazu a k hemolýze. Na delší vzdálenosti se vždy posílá sérum, ne celá krev. V opačném případě hrozí mechanická hemolýza. (RACEK, et al., 1999)

*Stanovení koncentrace celkového cholesterolu:* Jedná se o kvantitativní stanovení koncentrace cholesterolu v séru. V sušickém oddělení biochemie a hematologie, kde probíhalo stanovení koncentrace cholesterolu, používají biochemický analyzátor OLYMPUS AU 400 a centrifugy. V českobudějovické biologicko – hematologické laboratoři STAFILA, kde proběhlo biochemické vyšetření srážlivé krve u dvou probandů, používají analyzátor OLYMPUS AU 640 a centrifugy. Princip stanovení koncentrace celkového cholesterolu spočívá v tom, že estery cholesterolu jsou hydrolyzovány cholesterolesterázou (CHES) na cholesterol a volné mastné kyseliny. Dochází k oxidaci cholesterolu na cholesterol – 3 – on za přítomnosti cholesteroxidázy (CHOD) za vzniku 4 – cholesten – 3 – on peroxidu vodíku. Tento peroxid vodíku reaguje vznikem barevného komplexu, jehož absorbanci lze měřit při 505 nm. Intenzita zbarvení výsledného produktu je přímo úměrná koncentraci

cholesterolu ve vzorku. Biologický poločas cholesterolu je 58 – 101 dní. Fyziologicky se cholesterol zvyšuje v těhotenství (o 20 – 25 %). Stanovení ovlivňuje věk, pohlaví, menstruační cykly, dieta.

Tabulka č. 5 Referenční meze celkového cholesterolu (oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici - mmol/l (M = Muž, F = Žena, R = Rok)

Pohlaví	Věk od	Věk do	Dolní RH	Horní RH
F+M	15 R	150 R	3.50	5.00

Zdroj: Laboratorní příručka, online

Tabulka č. 6 Referenční meze celkového cholesterolu (oddělení biochemicko – hematologické laboratoře v Českých Budějovicích- mmol/l (M = Muž, F = Žena, R = Rok)

Pohlaví	Věk od	Věk do	Dolní RH	Horní RH
F+M	15 R	100 R	0,50	5,20

Zdroj: AMBROŽOVÁ, online

*Stanovení koncentrace LDL cholesterolu:* Jedná se o rutinní fotometrické vyšetření srážlivé krve. Ke stanovení koncentrace LDL cholesterolu je na oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici zapotřebí analyzátoru OLYMPUS AU 400 a centrifugy. V biochemicko – hematologické laboratoři v Českých Budějovicích je zapotřebí analyzátoru OLYMPUS AU 640 a centrifugy. Princip této metody spočívá v tom, že v prvním stupni „chránič“ čidlo selektivně chrání LDL částice před účinkem enzymů. Enzymatická reakce CHES a CHOD proběhne pouze s cholesterolem v částicích HDL, VLDL a chylomikronech, vzniklý peroxid vodíku je odstraněn katalázou. Ve druhém stupni je efekt „chránič“ čidla zrušen a kataláza inaktivována. CHES a CHOD potom reagují pouze s LDL cholesterolem za tvorby peroxidu vodíku. Peroxid vodíku reaguje s HDAOS a 4 – aminoantipyrinem v přítomnosti peroxidázy (POD) za tvorby modře zbarveného komplexu.

LDL cholesterol je hlavní transportní formou cholesterolu, a proto údaje poskytující informace o hladině celkového cholesterolu jsou obdobné jako informace o hladině LDL cholesterolu, které jsou o 20 – 35 % nižší.

V klinických laboratořích bývá hodnota LDL cholesterolu nejčastěji počítána dle Friedewaldovy rovnice a k tomuto výpočtu je potřeba znát koncentraci celkového cholesterolu, TAG a HDL cholesterolu. Spolehlivost tohoto výsledku je nízká hlavně v případě zvýšené koncentrace TAG a tím pádem i značné riziko v interpretaci výsledků klinických zkoušek, které může vést k chybně stanovené diagnóze.

Friedewaldova rovnice ( $\text{Chol} - \text{LDL} = \text{Chol.celk.} - \text{HDL} - (\text{TG} * 0.45)$ ) se používá, je-li hodnota TAG v séru nižší než 4.5 mmol/l. Je-li hodnota TAG v séru vyšší než 4.5 mmol/l nebo je – li požadována hodnota LDL a nejsou současně požadovány ostatní parametry, které jsou potřebné k výpočtu, provádí se měření v séru. (Interní materiál z oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici) V biochemicko – hematologické laboratoři v Českých Budějovicích používají výpočet:

$\text{Chol} - \text{LDL} = \text{Chol. Celk.} - (\text{TAG} / 2,2) - \text{HDL Chol.}$  (výpočet se používá, pokud jsou TAG < 5 mmol/l)

Tabulka č. 7 Referenční meze LDL cholesterolu (oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici - mmol/l (M = Muž, F = Žena, R = Rok)

Pohlaví	Věk od	Věk do	Dolní hranice	Horní hranice
F+M	0	99 R	1.60	3.00

Zdroj: Laboratorní příručka, online

Tabulka č. 8 Referenční meze LDL cholesterolu (oddělení biochemicko – hematologické laboratoře v Českých Budějovicích- mmol/l (M = Muž, F = Žena, R = Rok)

Pohlaví	Věk od	Věk do	Dolní hranice	Horní hranice
F+M	0	99 R	1.00	4.00

Zdroj: AMBROŽOVÁ, online

*Stanovení koncentrace HDL cholesterolu:* Jedná se o kvantitativní stanovení koncentrace HDL cholesterolu v séru fotometrickou metodou. Na oddělení biochemie a hematologie v Sušici je zapotřebí analyzátoru OLYMPUS AU 400 a centrifugy. V biochemicko – hematologické laboratoři v Českých Budějovicích OLYMPUS AU 640 a centrifugy. Stanovení koncentrace HDL cholesterolu patří mezi základní měřené

laboratorní parametry lipidového metabolismu ve vztahu k riziku rozvoje aterosklerózy. Často se měřená koncentrace HDL cholesterolu využívá ve výpočtu aterogenního indexu (AI) podle vzorce:

$$AI = \frac{\text{celkový cholesterol} - \text{HDL cholesterol}}{\text{HDL cholesterol}}$$

Čím vyšší je hodnota tohoto indexu, tím vyšší je riziko aterosklerózy. Koncentrace HDL cholesterolu je zapotřebí pro výpočet LDL cholesterolu dle Friedewaldovy rovnice.

Princip stanovení HDL cholesterolu spočívá v tom, že protilátka proti humánním  $\beta$ -lipoproteinům (LDL, VLDL, chylomikrony) obsažena v reagenii 1 vytváří komplexy antigen – protilátka se všemi lipoproteiny kromě HDL. Vzniklé imunokomplexy zabraňují probíhání enzymatických reakcí, které se startují přidáním reagenie 2, takže CHES a CHOD v reagenii 2 reagují jen s HDL cholesterolem. Peroxid vodíku vznikající enzymatickou reakcí s HDL cholesterolem je substrátem pro enzym POD katalyzující oxidační kopulaci (jednoduchá reakce, při níž vznikají azobarviva) F – DAOS, což je sodná sůl, a 4 – AA, což je 4 – aminoantipyrin. Produktem reakce je modré barvivo (substituovaný chinondimin), jehož absorbanci lze měřit při optimální vlnové délce 600 nm. Absorbance takto vzniklého barevného komplexu je přímo úměrná koncentraci HDL cholesterolu ve vzorku. DIALAB, online)

Výsledek koncentrace HDL cholesterolu zvyšuje fyzická zátěž, alkohol a některé léky. Fyziologicky vyšší koncentrace HDL cholesterolu se objevuje častěji u žen než u mužů.

Tabulka č. 9 Referenční meze HDL cholesterolu (oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici - mmol/l (M = Muž, F = Žena, R = Rok)

Pohlaví	Věk od	Věk do	Dolní RH	Horní RH
M+F	0	150 R	1.0	2.8

Zdroj: Laboratorní příručka, online

Tabulka č. 10 Referenční meze HDL cholesterolu (oddělení biochemicko – hematologické laboratoře v Českých Budějovicích- mmol/l (M = Muž, F = Žena, R = Rok)

Pohlaví	Věk od	Věk do	Dolní RH	Horní RH
F	15 R	100 R	1.68	3.00
M	15 R	100 R	1.42	3.00

Zdroj: AMBROŽOVÁ, online

*Stanovení koncentrace triacylglycerolů (TAG):* Jedná se o rutinní fotometrické vyšetření. Na oddělení biochemie a hematologie v Sušici probíhá toto měření za pomoci spektrofotometru OLYMPUS AU 400 a centrifug. Na oddělení biochemicko-hematologickém v Českých Budějovicích používají spektrofotometr OLYMPUS AU 640 a centrifug.

Samotné stanovení probíhá za pomoci lipoproteinové lipázy, která katalyzuje štěpení TAG na glycerol a tři volné mastné kyseliny. Vzniklý glycerol reaguje s ATP za vzniku glycerol – 3 – fosfátu (katalyzuje glycerolkináza). Glycerol – 3 – fosfát se oxiduje na dihydroxyacetonfosfát a dále při této reakci uvolňuje peroxid vodíku. Peroxid vodíku reaguje s 4 – aminoantipyrinem a 4 – chlorfenolem za vzniku barevného komplexu. Absorbance tohoto komplexu se měří při 505 nm.

Stanovení koncentrace TAG v séru ovlivňuje věk, alkohol, vysoká koncentrace bilirubinu a dieta. (Interní materiál z oddělení biochemie a hematologie v Sušici)

Tabulka č. 11 Referenční meze TAG (oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici - mmol/l (M = Muž, F = Žena, R = Rok)

Pohlaví	Věk od	Věk do	Dolní RH	Horní RH
M+F	0	99 R	0.50	2.0

Zdroj: Laboratorní příručka, online



Tabulka č. 12 Referenční meze TAG (oddělení biochemicko – hematologické laboratoře v Českých Budějovicích- mmol/l (M = Muž, F = Žena, R = Rok)

Pohlaví	Věk od	Věk do	Dolní RH	Horní RH
F+M	25 R	50 R	0.00	1.55
F+M	50 R	100 R	0.50	1.70

Zdroj: AMBROŽOVÁ, online

### 3.4.3 Organizace výzkumného šetření

Nejprve jsem provedla analýzu odborné literatury, kde bylo uvedeno, že polynenasycené mastné kyseliny eikosapentaenová (EPA) a dokosahexaenová (DHA) jsou schopny díky svým vlastnostem po pravidelné aplikaci snižovat hladinu cholesterolu. V září 2011 jsem oslovila potencionální probandy. Jednalo se o jedince z mého blízkého okolí, o kterých jsem věděla, že mají zvýšenou hladinu cholesterolu. Potencionální probandy jsem informovala o průběhu programu.

Vybraní jedinci souhlasili s podstoupením výzkumu. Probandi po dohodě se svým praktickým lékařem prodělali vstupní odběr srážlivé venózní krve. Krev byla následně zaslána na oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici a do biochemicko – hematologické laboratoře v Českých Budějovicích, kde proběhlo její biochemické vyšetření. U všech probandů výsledky potvrdily zvýšenou hladinu cholesterolu.

Po konzultaci s vedoucím práce byl nastaven intervenční program, který byl zaměřen na aplikaci přípravku, jenž je bohatý na obsah polynenasycených mastných kyselin EPA a DHA. Zvolila jsem přípravek Omega 3 rybí olej FORTE od firmy WALMARK, jelikož ve složení obsahoval více účinných látek v denní dávce, v porovnání s jinými výrobci těchto potravinových doplňků na našem trhu a zároveň byl z ekonomického hlediska výhodný. Intervenční program probíhal po dobu tří měsíců, od prosince 2011 do března 2012. Během těchto měsíců jsem byla v neustálém kontaktu s probandy. Ujišťovala jsem se, zda přípravek nemá vedlejší účinky a neovlivňuje zdravotní stav jedinců. U probandů nebyly zaznamenány žádné vážné zdravotní komplikace. Pouze tři probandi zaznamenali gastrointestinální poruchy. Probandi konzumovali 2 tobolky denně.

Po uplynutí tří měsíců proběhl výstupní odběr srážlivé venózní krve. U čtyř probandů proběhl odběr tentokrát přímo na oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici, z důvodu, že nárok na odběr krve u praktického lékaře je jednou za dva roky. U dvou probandů proběhl odběr u ošetřujícího lékaře v Českých Budějovicích, následně byly vzorky krve zaslány do biochemicko – hematologické laboratoře.

*Popis přípravku:* K výzkumu byl použit přípravek Omega 3 rybí olej FORTE od firmy WALMARK. Tento přípravek obsahuje čistý olej z ryb, které žijí v chladných arktických mořích, a obsahuje velké množství omega 3 polynenasycených mastných kyselin, kyselinu EPA a DHA. Tento přípravek obsahuje rybí olej, D – alfa – tokoferol (vitamin E), želatinu, glycerin.

*Rybí olej:* V rybím oleji se nachází vysoký obsah nenasycených mastných kyselin EPA a DHA, kterému jsou připisovány příznivé účinky na snížení výskytu náhlé smrti u nemocných po infarktu myokardu a dokonce i u osob bez předchozí manifestace kardiovaskulárních onemocnění. (ČEŠKA, et al., 2005)

Stav membrány kardiálních myocytů (kardiocytů) po delší dietě obohacené rybím olejem má pak všechny parametry vykazující zlepšení srdečních funkcí, respektive dochází ke zlepšení dříve zhoršených či deviovaných funkcí v důsledku ischemickohypoxické srdeční choroby. (MOUREK, et al., 2007)

EPA a DHA s dlouhým řetězcem pomáhají zachovat správnou hladinu HDL cholesterolu. (Popis potravinového doplňku Omega 3 rybí olej FORTE) Bylo prokázáno, že rybí tuk snižuje koncentraci TAG. Aplikace rybího tuku se osvědčila u jedinců, u kterých se vyskytuje vysoký krevní tlak a vysoká koncentrace cholesterolu. (TRIBUNE, online)

Tabulka č. 13 Obsah denní dávky potravinového doplňku Omega 3 rybí olej FORTE od firmy WALMARK. (2 tobolky)

Rybí olej	2000,0 mg
EPA 18 %	360,0 mg
DHA 12 %	240 mg

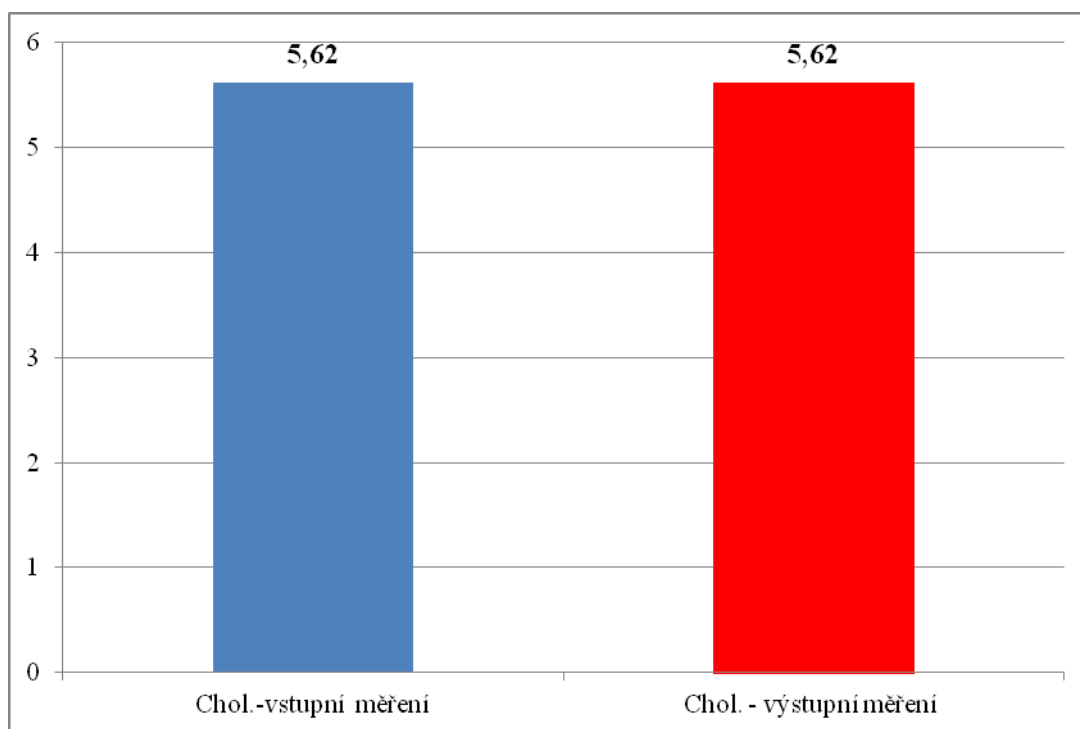
Zdroj: Popis složení na potravinovém doplňku

*D – alfa – tokoferol:* Jedná se o přírodní vitamín E, který je významný hlavně tím, že patří do skupiny antioxidantů. Ochraňuje nenasycené mastné kyseliny v buněčných membránách před oxidací, přerušuje řetězovou reakci volných radikálů a neutralizuje je. Oxidační stres způsobený volnými radikály vznikající jako vedlejší produkt látkové výměny a vlivu vnějšího prostředí, např. Ozon, UV záření, chemikálie, pesticidy atd., má za následek poškození proteinů, DNA, lipidů a buněčných membrán a tím celého kardiovaskulárního systému. (SWISSPHARMA, online)

## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Porovnáním výsledků s provedenými metaanalýzami a výzkumy jsem došla k těmto závěrům:

Graf č. 1 Průměrné hodnoty koncentrace celkového cholesterolu všech probandů. Vstupní a výstupní výsledky měření.



Výsledky celkového cholesterolu z výzkumu k této bakalářské práci byly komparovány s výsledky z Národního centra pro biotechnologické informace (NCBI) v USA. Toto centrum se zaměřovalo na vyhledávání studií, zabývajících se zkoumáním vztahu polynenasycených mastných kyselin omega 3 k rizikovým faktorům kardiovaskulárních chorob. Některé studie uvádí, že efekt polynenasycených mastných kyselin má nízký účinek na hladinu celkového cholesterolu, jiné studie potvrdily, že změny hladiny celkového cholesterolu po aplikaci polynenasycených mastných kyselin jsou výrazně lepší od původní kontroly. (BALK, CHUNG, LICHTENSTEIN, et al., online, 2004) To nepotvrzuje první stanovená odborná otázka v této bakalářské práci, která předpokládala, že zvýšená aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin sníží hladinu celkového cholesterolu v krvi jedince. Dle grafu č. 1 je možné zjistit, že

po tříměsíční aplikaci souboru polynenasycených mastných kyselin nedošlo ke změně průměrných hodnot probandů v koncentraci celkového cholesterolu.

Domnívám se tedy, že by bylo vhodné navýšení denní dávky potravinového doplňku s obsahem EPA a DHA.

Musí se brát v úvahu také možnost, že probandi neaplikovali potravinový doplněk dle stanovené denní dávky. Proto se domnívám, že by bylo vhodné aplikovat potravinový doplněk s obsahem EPA a DHA po delší časový úsek. Předpokládám, že by nebyla tolik signifikantně znatelná případná nepravidelná aplikace. V neposlední řadě se domnívám, že by se po déletrvajícím aplikaci zlepšila reakce organismu na účinek EPA a DHA.

Studie uvádí, že změna životosprávy příznivě ovlivňuje hladinu celkového cholesterolu. (MAREK, et al., 2010) Proto se domnívám, že by úprava hladiny celkového cholesterolu byla efektivnější, pokud by se aplikace potravinového doplňku s obsahem EPA a DHA zkombinovala se změnou životosprávy, což by zahrnovalo změnu stravovacích návyků. Úprava stravovacích návyků by dle doporučení Americké kardiologické společnosti představovala příjem tuků, kterými by bylo hrazeno 30 – 35 % energie. Nasycené tuky nesmí hradit více než 7 % denního energetického příjmu. Preferují se spíše nenasycené mastné kyseliny, polynenasycené mastné kyseliny do 10 % energie a monoenoové mastné kyseliny do 20 % energie za den. Obsah cholesterolu v dietě by neměl být vyšší než 200 mg za den. Dieta by měla být obohacena o přísun vlákniny včetně potravinových výrobků s jejím zvýšeným obsahem. Nesmí se zapomínat na konzumaci zeleniny a ovoce s obsahem některých vitaminů s předpokládaným antioxidačním účinkem. Doporučená denní dávka zeleniny a ovoce je 400 g za den. (ČEŠKA, online, 2009) Ve snižování celkového cholesterolu se dle výzkumů osvědčila dieta s velmi nízkým obsahem tuků, která zpravidla omezuje příjem tuků v dietě na mnohem nižší úroveň než tradiční diety s nízkým obsahem tuků. Příjem tuků je nižší než 10 % celkového kalorického příjmu. (WALKER, REAMY, online, 2009)

Výzkum k této bakalářské práci podstoupili tři probandi, kteří uvedli, že pravidelně konzumují alkoholické nápoje. Zbylí tři probandi uvedli, že alkoholické nápoje konzumují občas (viz. kapitola 3.4.1 Charakteristika souboru, praktická část). To by mohlo ovlivnit hladinu celkového cholesterolu některých probandů, jelikož studie uvádí, že alkohol navozuje zvýšení jeho koncentrace. (KALVACH, et al, 2010) Záleží

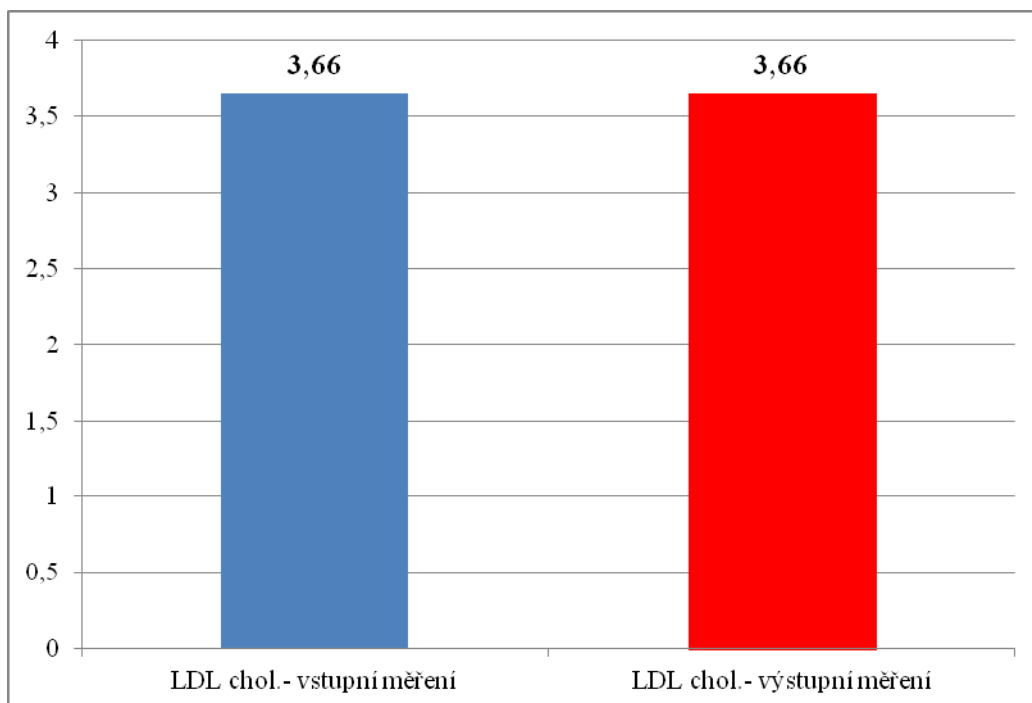
na množství přijímaného alkoholu. (O'KEEFE, CARTER, LAVIE, online, 2009) Probandům bych doporučila omezit konzumaci alkoholických nápojů.

V neposlední řadě by měla být zařazena i pohybová aktivita formou aerobních cvičení 20 – 30 minut 4 – 5 x týdně nebo 45 – 60 minut 2 – 3 x týdně. Druh cvičení se volí především podle věku, předchozích onemocnění, fyzické kondice i stavu pohybového ústrojí jedince. Doporučován je běh, indiánský běh, procházky rychlou chůzí, jízda na kole. (ČEŠKA, online, 2009)

Jelikož se výzkumu zúčastnil jeden kuřák a jeden příležitostný kuřák, je třeba zmínit, že kouření též ovlivňuje hladinu celkového cholesterolu. Bylo prokázáno, že kuřáci mají vyšší koncentrace celkového cholesterolu. Tato skutečnost je závislá na počtu vykouřených cigaret. (ČEŠKA, online, 2009) Proto bych doporučila omezit počet vykouřených cigaret, v lepším případě zcela zanechat kouření. Pozor by si měli dávat i nekuřáci, kteří se pohybují v zakouřené prostředí, protože i pasivní kouření zvyšuje riziko zvýšení hladiny cholesterolu.

Jelikož je celkový cholesterol jedním z primárních prediktorů kardiovaskulárního onemocnění, který má na základě intervenčních studií stanoveny cílové hodnoty, je důležité dodržovat výše zmíněná doporučení. (VAVERKOVÁ, online, 2003)

Graf č. 2 Průměrné hodnoty koncentrace LDL cholesterolu všech probandů. Výsledky vstupního a výstupního měření.



Druhá stanovená odborná otázka předpokládala, že se na základě zvýšené aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin sníží koncentrace LDL cholesterolu. Z grafu č. 2 je možno vyčíst, že průměrné hodnoty koncentrace LDL cholesterolu všech probandů se nezměnily, což nepotvrzuje druhou stanovenou odbornou otázku. Mourek (2007) uvádí, že komplexní studie prokázaly účinek PUFA omega 3 při delším podávání u subjektů s hyperlipidémií na normalizaci hladiny LDL cholesterolu. Domnívám se, že výzkum by byl efektivnější, kdyby se navýšily denní dávky potravinového doplňku s obsahem EPA a DHA. Lze také zvážit možnost, že probandi neaplikovali potravinový doplněk s obsahem EPA a DHA dle doporučeného dávkování. Domnívám se, že by bylo vhodné intervenční program aplikovat delší časový úsek, z důvodu efektivnější reakce organismu na aplikaci souboru polynenasycených mastných kyselin. Domnívám se, že by nebyla tolik signifikantně znatelná případná nepravidelná aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin.

Stránský (2007) uvádí, že nasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem zvyšují LDL koncentraci dvakrát silněji, než jej mohou polynenasycené mastné kyseliny snížit.

Na základě výsledků studií zabývajících se vlivem polynenasycených mastných kyselin omega 3 na zdraví, nemoc, růst a vývoj jedince se zjistilo, že efekt polynenasycených mastných kyselin omega 3 na sérové lipidy závisí na typu pacienta. Dále záleží, zda je množství nasycených mastných kyselin v dietě pacienta udržováno nepřetržitě. U pacientů s hyperlipidemií omega 3 polynenasycené mastné kyseliny snížily koncentraci LDL cholesterolu, pokud bylo sníženo zastoupení nasycených mastných kyselin v dietě, jinak došlo k nepatrnému zvýšení LDL cholesterolu. (SIMOPOLOUS, online, 1991)

Na základě těchto dvou tvrzení se domnívám, že by mělo dojít k úpravě životního stylu. Dle doporučení Americké kardiologické společnosti je důležité dodržovat dietní opatření. Jedním z nich je zastoupení tuků, kterými by mělo být hrazeno 30 – 35 % energie. Nasycené tuky nesmějí tvořit více než 7 % denního energetického příjmu. Preferují se spíše nenasyčené tuky, polyenové mastné kyseliny do 10 % energie a monoenové mastné kyseliny do 20 % energie za den. (ČEŠKA, online, 2009) Jedinci se zvýšenou hladinou LDL cholesterolu by se měli vyhýbat především tučným mléčným výrobkům, uzeninám, tučnému červenému masu, ale i kokosovému a palmovému oleji. Polysacharidy by měly tvořit 50 – 60 % příjmu energie. Bílkoviny by neměly tvořit více než 15 % z celkového energetického příjmu za den. Nemělo by se zapomínat na vlákninu, která by měla v dietě ovlivňující LDL cholesterol představovat 23 – 30 g za den. (ŠTEJFA, et al, 2007) Obsah cholesterolu v dietě by neměl být vyšší než 200 mg za den. Nemělo by se zapomínat na konzumaci potravin s patřičným obsahem některých vitaminů s předpokládaným antioxidačním účinkem. Doporučená denní dávka zeleniny a ovoce je 400 g za den. (ČEŠKA, online, 2009)

Tři probandi ze šesti uvedli, že pravidelně konzumují alkoholické nápoje. (viz. kapitola 3.4.1 Charakteristika souboru, praktická část). Tato skutečnost by mohla způsobit nepříznivé ovlivnění koncentrace LDL cholesterolu některých probandů, jelikož studie potvrdily, že pravidelná konzumace alkoholu zvyšuje jeho koncentraci. (EHRMANN, HŮLEK, et al., 2010) Tři probandi ze šesti uvedli, že alkoholické nápoje konzumují občas. Studie prokázaly, že akutní jednorázové požití alkoholu nemá vliv na koncentraci LDL. (EHRMANN, HŮLEK, et al, 2010)

V neposlední řadě by měla být zařazena i pohybová aktivita, formou aerobních cvičení 20 – 30 minut 4 – 5 x týdně nebo 45 – 60 minut 2 – 3 x týdně. Druh cvičení se volí především podle věku, předchozích onemocnění, fyzické kondice i stavu

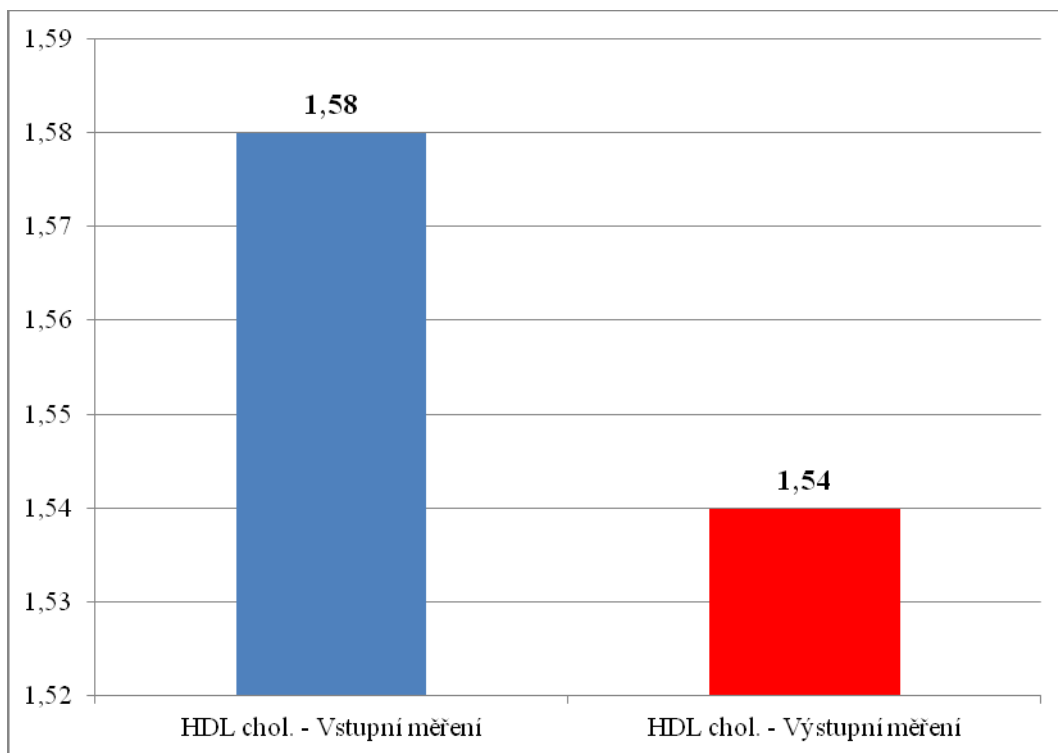


pohybového ústrojí jedince. Doporučován je běh, indiánský běh, procházky rychlou chůzí, jízda na kole. (ČEŠKA, online, 2009)

Výzkumu se zúčastnil jeden kuřák a jeden příležitostný kuřák. Studie udávají, že u kuřáků se nacházejí vyšší koncentrace LDL cholesterolu. Dalším negativem u kuřáků je vyšší výskyt „malých denzitních LDL“. Všechny tyto změny jsou závislé na počtu vykouřených cigaret. (ČEŠKA, online, 2009) Proto bych doporučila probandům, aby snížili množství vykouřených cigaret za den nebo úplně přestali kouřit. Tyto doporučení ke snížení hladiny LDL cholesterolu jsou zásadní, jelikož je významným rizikovým faktorem a primárním cílovým ukazatelem v léčbě a prevenci kardiovaskulárních onemocnění. Existují důkazy z epidemiologických i intervenčních studií, které souvislost mezi koncentrací LDL cholesterolu, resp. jejím snižováním na jedné straně a výskytem kardiovaskulárních onemocnění na straně druhé potvrzují. Snižování hladiny LDL cholesterolu je významné pro snížení mortality a morbidit na kardiovaskulární choroby a může navodit regresi koronární aterosklerózy a snížit mortalitu celkovou. (ČEŠKA, online, 2011)

Snížení LDL cholesterolu o 1 % sníží výskyt ICHS zhruba o 1 – 2 %. (ADÁMKOVÁ, 2010)

Graf č. 3 Průměrné hodnoty koncentrace HDL cholesterolu všech probandů. – vstupní a výstupní měření.



Výzkumy zabývajícími se účinky potravinových doplňků s obsahem polynenasycených mastných kyselin omega 3 bylo zjištěno, že mají velice prospěšný účinek na zvyšování vysoce ochranných HDL částic. (SCHAFER, 2010) Ve výzkumu k této bakalářské práci se tyto výsledky neprokázaly, jak je vidět z grafu č. 3, kde průměrné hodnoty koncentrace HDL cholesterolu jsou nižší po aplikaci intervenčního programu, než před jeho aplikací, což nepotvrzuje třetí položenou odbornou otázku, která předpokládala, že dojde na základě zvýšené aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin k zvýšení koncentrace HDL cholesterolu v krvi jedince.

Domnívám se, že by bylo vhodné pro efektivnější účinek na zvýšení koncentrace HDL cholesterolu navýšení denní dávky potravinového doplňku s EPA a DHA. Je třeba zvážit i možnost, že probandi neaplikovali potravinový doplněk podle předepsané denní dávky, což by se mohlo projevit během tříměsíčního intervenčního programu signifikantně. Proto bych zvolila delší časový úsek, po který by byl potravinový doplněk s EPA a DHA aplikován z důvodu lepší reakce organismu na polynenasycené mastné kyseliny omega 3.

V neposlední řadě si myslím, že pro zvyšování hladiny HDL cholesterolu je důležitá i změna životního stylu. Změna by se měla týkat především dietních opatření, kterými se zabývala Americká kardiologická společnost. Prvním z jejích opatření je zastoupení tuků, kterými by mělo být hrazeno 30 – 35 % energie. Nasycené tuky nesmějí tvořit více než 7 % denního energetického příjmu. Doporučují se spíše nenasycené tuky, polyenové mastné kyseliny do 10 % energie a monoenové mastné kyseliny do 20 % energie za den. (ČEŠKA, online, 2009) Někteří dietologové namítají, že snížení spotřeby tuků může vést ke zvýšenému příjmu polysacharidů, což může vést k snížení HDL cholesterolu. Tyto nežádoucí změny lze zmírnit, pokud se do diety zařadí příjem viskózní vlákniny, která je obsažena především v zelenině (brokolice, mrkev aj.), v luštěninách a některém ovoci (banány, broskve, jablka aj.). (ŠTEJFA, et al, 2007) Obsah cholesterolu v dietě by neměl být vyšší než 200 mg za den. Nemělo by se zapomínat na konzumaci potravin s patřičným obsahem některých vitaminů s předpokládaným antioxidačním účinkem. Doporučená denní dávka zeleniny a ovoce je 400 g za den. (ČEŠKA, online, 2009)

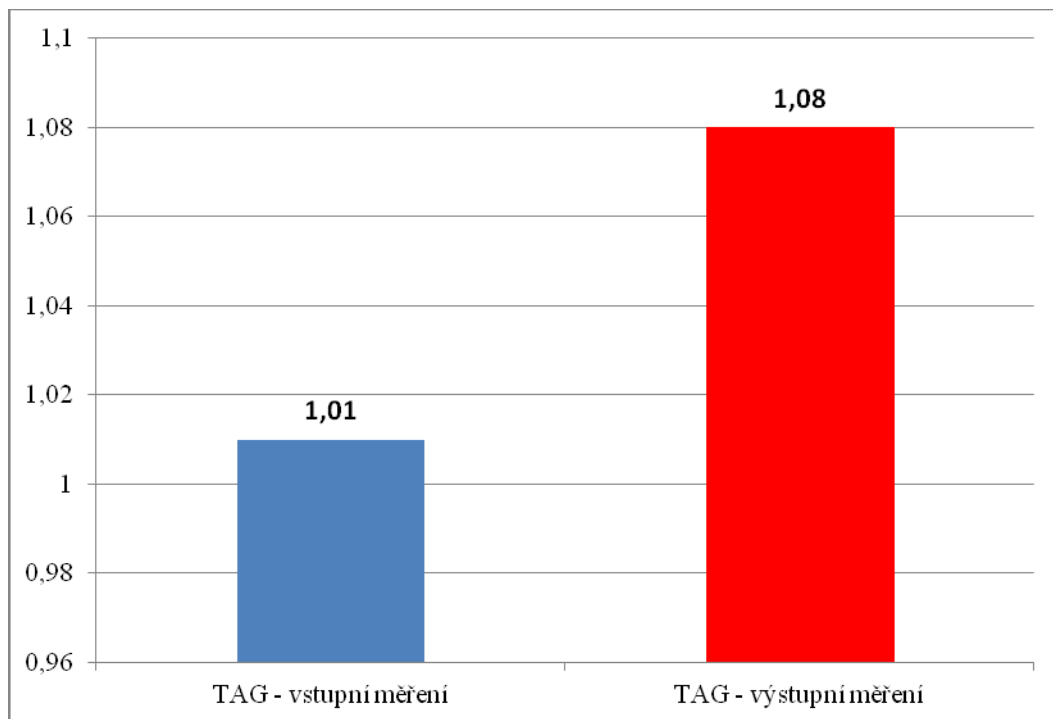
Výzkum podstoupili tři probandi, kteří konzumují pravidelně alkoholické nápoje a tři probandi, kteří konzumují alkoholické nápoje občas (viz. Kapitola 3.4.1 Charakteristika souboru, praktická část). To by mohlo ovlivnit hladinu HDL cholesterolu u některých probandů, jelikož studie potvrdily, že alkohol má příznivý vliv na koncentraci HDL cholesterolu, ale záleží na množství přijímaného alkoholu. Příjem alkoholu by neměl být vyšší než jedna dávka denně u žen a dvě dávky u mužů, přičemž jedna dávka je definována přibližně jako 0,35 l piva, 1,5 dl vína nebo 4cl 40 % destilátu. (O'KEEFE, CARTER, LAVIE, online, 2009)

Změna životního stylu zahrnuje i pohybovou aktivitu, nejlépe formou aerobních cvičení po dobu 20 – 30 minut 4 – 5 x týdně nebo 45 – 60 minut 2 – 3 x týdně. Druh cvičení se volí především podle věku, předchozích onemocnění, fyzické kondice i stavu pohybového ústrojí jedince. Doporučován je běh, indiánský běh, procházky rychlou chůzí, jízda na kole. (ČEŠKA, online, 2009) Výzkumu k této bakalářské práci se zúčastnil jeden kuřák a jeden příležitostný kuřák. Kuřáci mají nižší koncentraci HDL cholesterolu a apo AI. Tyto změny se odvíjí od počtu vykouřených cigaret za den. Pozitivní však je, že koncentrace HDL cholesterolu i apo AI se vrací k původním hodnotám zhruba za dva měsíce po zanechání kouření. V různých studiích se po ukončení kouření popisuje vzestup HDL cholesterolu o 10 – 30 %. (ČEŠKA, online, 2009)

Jedinci se sníženou hladinou HDL cholesterolu, by se jí měli snažit navýšit, neboť je považována za ukazatel zvýšeného rizika, ale není zatím cílem léčby.(FRANEKOVÁ et al, online, 2006) Pokud dojde k vzestupu koncentrace HDL cholesterolu o 0,03 mmol/l sníží se výskyt koronárních příhod o 2 – 3 %. (PÖSS, BÖHM, LAUFS, online, 2010)

Měla by se věnovat zvýšená pozornost alternativním cílům léčby kardiovaskulárních onemocnění. Zapomíná se na HDL cholesterol. Přednost HDL cholesterolu spočívá v inhibici exprese adhezivních molekul, zabraňuje oxidaci LDL cholesterolu, podporuje eflux LDL cholesterolu z aterosklerotických lézí, příznivě působí na stabilitu aterosklerotického plátu. (ION, online, 2010)

Graf č. 4 Průměrné hodnoty koncentrace TAG všech probandů. Vstupní a výstupní měření



Metaanalýzy zabývající se účinkem polynenasycených mastných kyselin omega 3 na hladinu TAG, zjistily, že polynenasycené mastné kyseliny omega 3 obsažené v dietě či potravinových doplňcích, jsou schopny snížit hladinu TAG. (SORRENTINO, 2011) Graf č. 4 znázorňuje průměrné výsledky TAG všech probandů před aplikací intervenčního programu a po jeho aplikaci. Z tohoto grafu je dále možné vyčíst, že došlo k mírnému vzestupu koncentrace TAG. To nepotvrzuje mou čtvrtou odbornou otázku, která předpokládala, že zvýšená aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin sníží hladinu TAG v krvi jedince.

Dle mého názoru, by bylo vhodné pro efektivnější účinnost na snížení hladiny TAG navýšit denní dávky polynenasycených mastných kyselin omega 3. Pokud bych zvažila možnost, že probandi neaplikovali potravinový doplněk pravidelně, měl by být aplikován po delší časový úsek. Domnívám se, že by nepravidelná aplikace potravinového doplňku nebyla signifikantně zratelná na hladině TAG. V neposlední řadě si myslím, že by mohlo dojít k účinnější reakci organismu po jeho aplikaci. Dle mého názoru by se mělo přistoupit na změnu režimového opatření, a to formou změny životního stylu. Hamouz (2011) uvádí, že dyslipidémie metabolického syndromu, do

kteře se řadí i zvýšená hladina TAG, výrazně souvisí s nevyhovujícím životním stylem, nadměrným příjmem nasycených mastných kyselin a kaloricky bohatých potravin, alkoholu a s nízkou fyzickou aktivitou.

Podstatnou součástí léčby hypertriglyceridémie je změna stravovacích zvyklostí a životního stylu. Je vhodné zahrnout úpravu výživy, úplnou abstinenci, zvýšení fyzické aktivity. (CUSTODIS, LAUF, ČEŠKA, HAMOUZ, online, 2011).

Na základě tohoto tvrzení si myslím, že by bylo vhodné upravit stravovací návyky dle doporučení Americké kardiologické společnosti. Tato společnost doporučuje, aby příjmem tuků bylo hrazeno 30 – 35 % energie. Nasycené tuky nesmí hradit více jak 7 % denního energetického příjmu. Preferují se spíše nenasycené mastné kyseliny, polynenasycené mastné kyseliny do 10 % energie a monoenové mastné kyseliny do 20 % energie za den. (ČEŠKA, online, 2009) Někteří dietologové nedoporučují snížení spotřeby tuku, jelikož může vést k zvýšenému příjmu polysacharidů, což může způsobit navýšení TAG. Těmto nežádoucím změnám lze předejít zařazením viskózní vlákniny do diety. Tato vláknina se nachází především v zelenině (brokolice, mrkev aj.), v luštěninách a některém ovoci (banány, broskve, jablka aj.).(ŠTEJFA, et al, 2007) Obsah cholesterolu v dietě by neměl být vyšší než 200 mg za den. Nesmí se zapomínat na konzumaci zeleniny a ovoce s obsahem některých vitaminů s předpokládaným antioxidačním účinkem. Doporučená denní dávka zeleniny a ovoce je 400 g za den. (ČEŠKA, online, 2009)

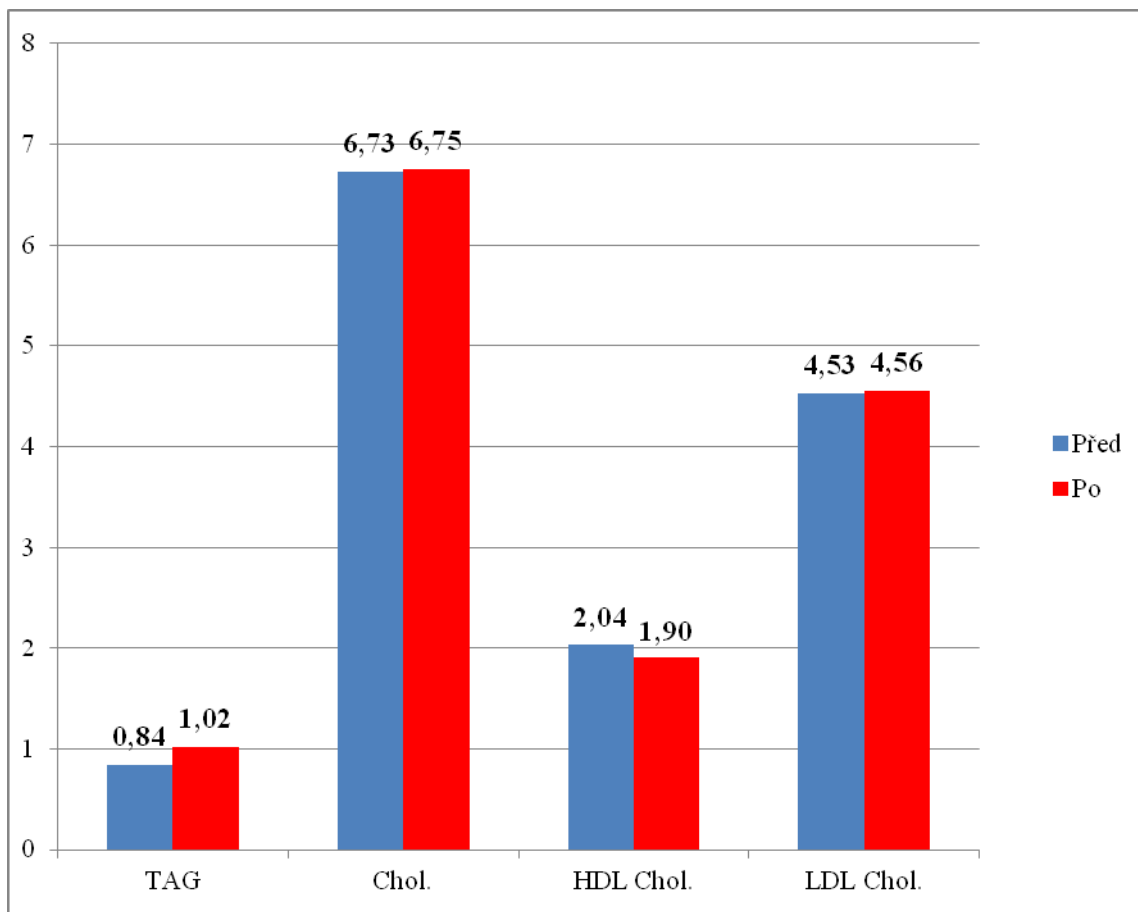
Tři probandi ze šesti uvedli, že pravidelně konzumují alkoholické nápoje. (viz. kapitola 3.4.1 Charakteristika souboru, praktická část). Tato skutečnost by mohla způsobit nepříznivé ovlivnění koncentrace TAG některých probandů, jelikož studie potvrdily, že pravidelná konzumace alkoholu zvyšuje koncentraci TAG.(EHRMANN, HŮLEK, et al., 2010) Tři probandi ze šesti uvedli, že konzumují alkoholické nápoje občas. Studie prokázaly, že akutní jednorázové požití alkoholu nemá vliv na koncentraci TAG. (EHRMANN, HŮLEK, et al, 2010) Probandům bych doporučila, aby omezili konzumaci alkoholických nápojů.

V neposlední řadě by měla být zařazena i pohybová aktivita, formou aerobních cvičení 20 – 30 minut 4 – 5 x týdně nebo 45 – 60 minut 2 – 3 x týdně. Druh cvičení se volí především podle věku, předchozích onemocnění, fyzické kondice i stavu pohybového ústrojí jedince. Doporučován je běh, indiánský běh, procházky rychlou chůzí, jízda na kole. (ČEŠKA, online, 2009) Kuřáci mají vyšší hladinu TAG. Ta je závislá na počtu vykouřených cigaret za den. Jelikož se výzkumu k této bakalářské práci

zúčastnil jeden pravidelně kouřící proband a proband, který kouří příležitostně, doporučila bych jim, aby snížili počet vykouřených cigaret za den nebo s kouřením úplně zanechali.

Snížení hladiny TAG je významné, protože se považují za rizikový faktor pro aterosklerózu, neboť se prokázalo, že VLDL (viz. Teoretická část, kapitola 2.6 Chemické složení a vlastnosti lipoproteinů) mají vztah k rozvoji aterosklerotického plátu. Při zkoumání aterogeneze bylo zjištěno, že VLDL jsou zdrojem malých denzitních LDL částic, které jsou více aterogenní ve srovnání s velkými částicemi. (ROSOLOVÁ, online, 2009)

Graf č. 5 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 1 (hodnoty TAG, celkového cholesterolu, HDL cholesterolu, LDL cholesterolu)

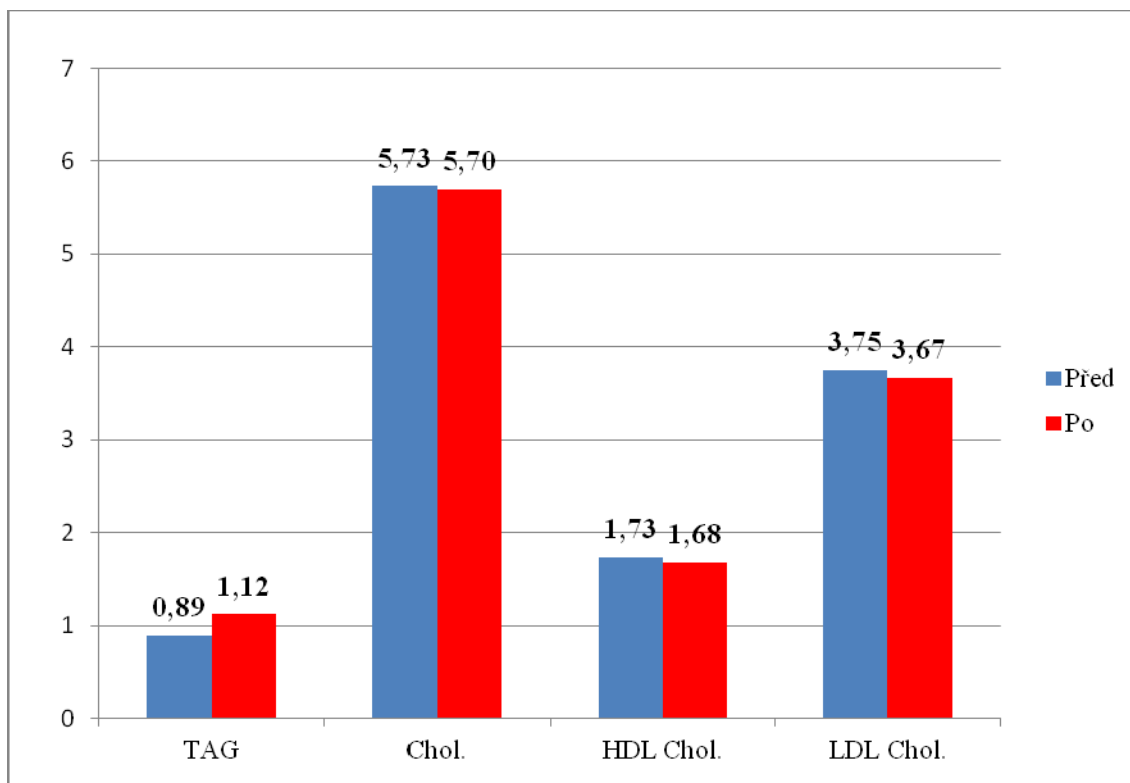


Tento graf znázorňuje výsledky hodnot probanda č. 1 (žena, 69 let) před započítím intervenčního programu a po jeho skončení. U této ženy je patrné, že došlo ke zhoršení ve všech hodnotách. Koncentrace TAG mírně stoupla, stejně jako celkový cholesterol a LDL cholesterol. Naopak koncentrace HDL cholesterolu nepatrně klesla.

Tento proband se ve dvou případech pohybuje nad horní referenční mezí, a to v oblasti koncentrace celkového cholesterolu (referenční meze se pohybují mezi 3,50 – 5,00) a koncentrace LDL cholesterolu referenční meze se pohybují mezi 1,60 – 3,00). Ve zbylých hodnotách se nachází v referenčních mezích. Referenční meze TAG se pohybují mezi 0,50 – 2,00 a HDL cholesterolu se pohybují mezi 0,90 – 2,80.



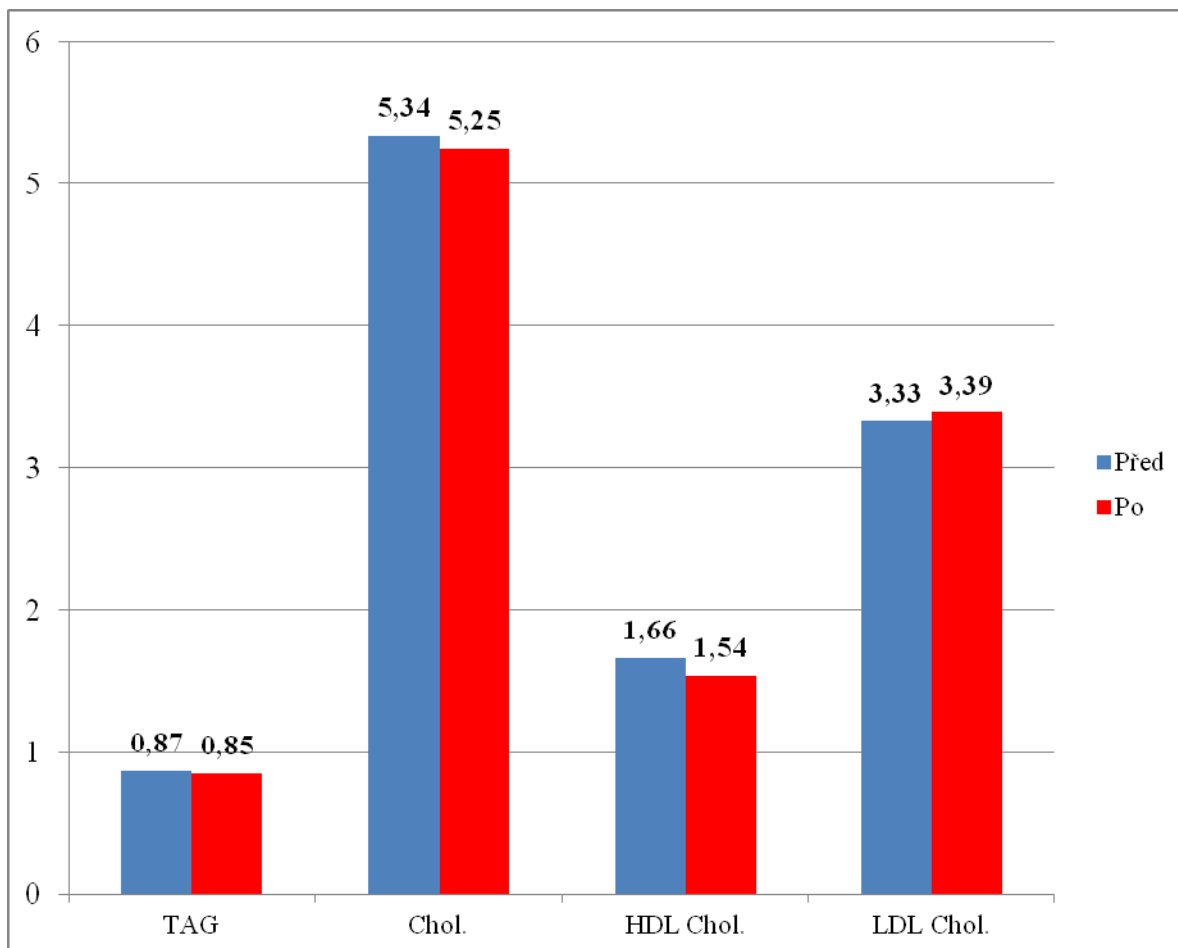
Graf č. 6 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 2 (hodnoty TAG, celkového cholesterolu, LDL cholesterolu, HDL cholesterolu)



Na tomto grafu je možno vidět zlepšení u probanda č. 2 (muž, 71 let) v hodnotách koncentrace celkového cholesterolu a LDL cholesterolu, které se nepatrně snížily. V hodnotách koncentrace TAG došlo ke zhoršení, to znamená, že došlo k navýšení hodnot. Z grafu je také možno vyčíst, že došlo ke zhoršení hodnoty HDL cholesterolu, která se snížila.

Graf znázorňuje, že proband se ve dvou hodnotách pohybuje nad horní hranicí referenčních mezí, a to v oblasti celkového cholesterolu, který by měl být naměřen v hodnotách mezi 3,50 – 5,00. LDL cholesterol se nachází též nad horními hranicemi referenčních mezí, které se pohybují mezi 1,60 – 3,00. V dalších hodnotách se nachází v referenčních mezích. Referenční meze TAG se pohybují mezi 0,50 – 2,00 a HDL cholesterolu 1,00 – 2,80.

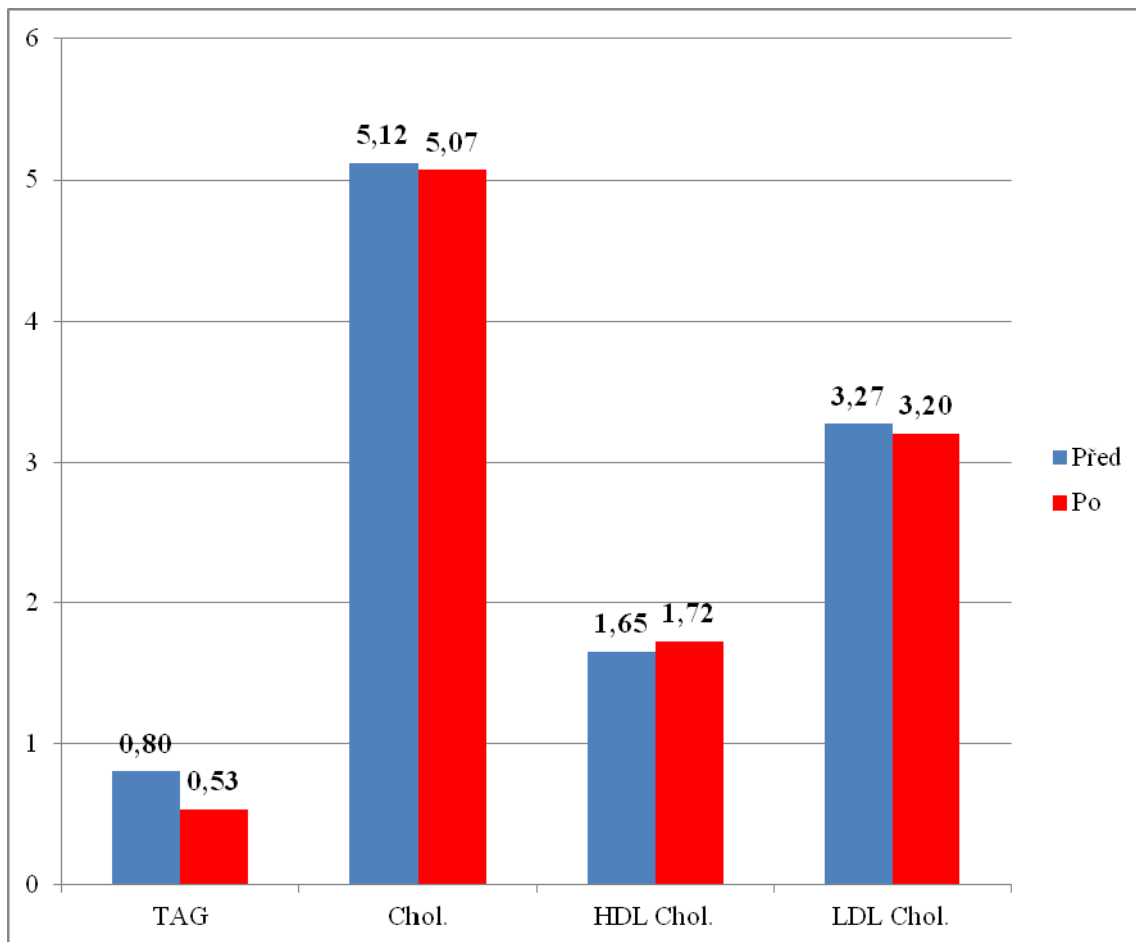
Graf č. 7 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 3 (hodnoty TAG, celkového cholesterolu, HDL cholesterolu, LDL cholesterolu)



Tento graf znázorňuje hodnoty probanda č. 3 (muž, 46 let). Během tříměsíčního intervenčního programu došlo podle výsledků ke zlepšení hodnot koncentrace TAG a celkového cholesterolu, kde se hodnoty snížily. U hodnot HDL cholesterolu a LDL cholesterolu došlo ke zhoršení výsledků, jelikož koncentrace HDL cholesterolu mírně klesla a koncentrace LDL cholesterolu se mírně zvýšila.

Graf ukazuje, že se v hodnotách koncentrace celkového cholesterolu a LDL cholesterolu pohybuje nad horní hranici referenčních mezí. Referenční meze celkového cholesterolu by se měly nacházet mezi 3,50 – 5,00 a u LDL cholesterolu mezi 1,60 – 3,00. Hodnoty TAG by neměly klesnout pod 0,50 a stoupnout nad 2,00. U HDL cholesterolu by se měly hodnoty pohybovat mezi 1,00 – 2,80.

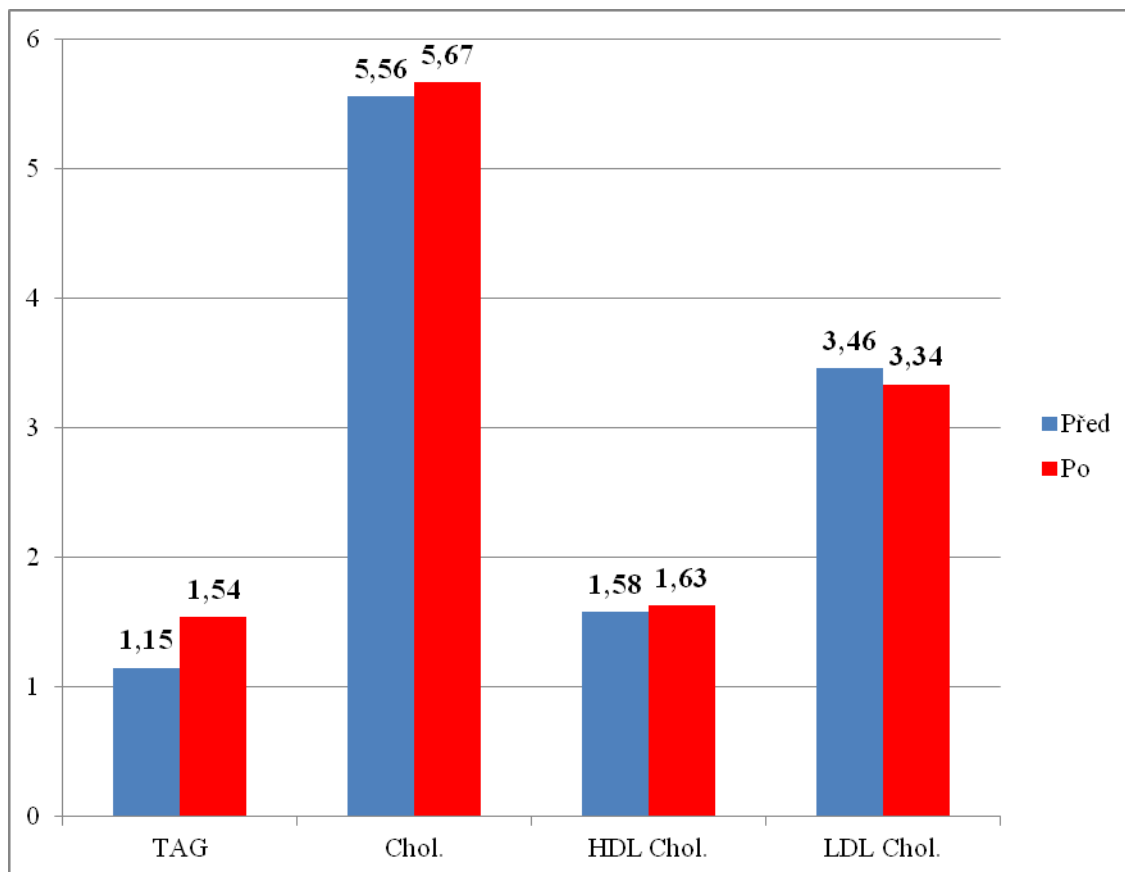
Graf č. 8 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 4 (hodnoty TAG, celkového cholesterolu, HDL cholesterolu a LDL cholesterolu)



Zde jsou graficky znázorněné výsledky probanda č. 4 (muž, 46 let) před aplikací a po aplikaci souboru polynenasycených mastných kyselin. Je zde možno vyčíst, že došlo k celkovému zlepšení. Hodnoty koncentrace TAG, celkového cholesterolu a LDL cholesterolu se během tří měsíců nepatrně snížily. Koncentrace HDL cholesterol se nepatrně zvýšila.

Dále je možno z grafu vyčíst, že se v oblasti koncentrace celkového cholesterolu pohybuje nad horní hranicí referenčních mezí, která by neměla klesnout pod 3,50 a stoupnout by neměla nad hodnotu 5,00. Hladina LDL cholesterolu se pohybuje také nad horní hranicí referenčních mezí, která by neměla klesnout pod 1,60 a stoupnout nad 3,00. Hodnoty TAG by neměly klesnout pod 0,50 a stoupnout nad 2,00. Hodnoty HDL cholesterolu by se měly pohybovat mezi 1,00 – 2,80.

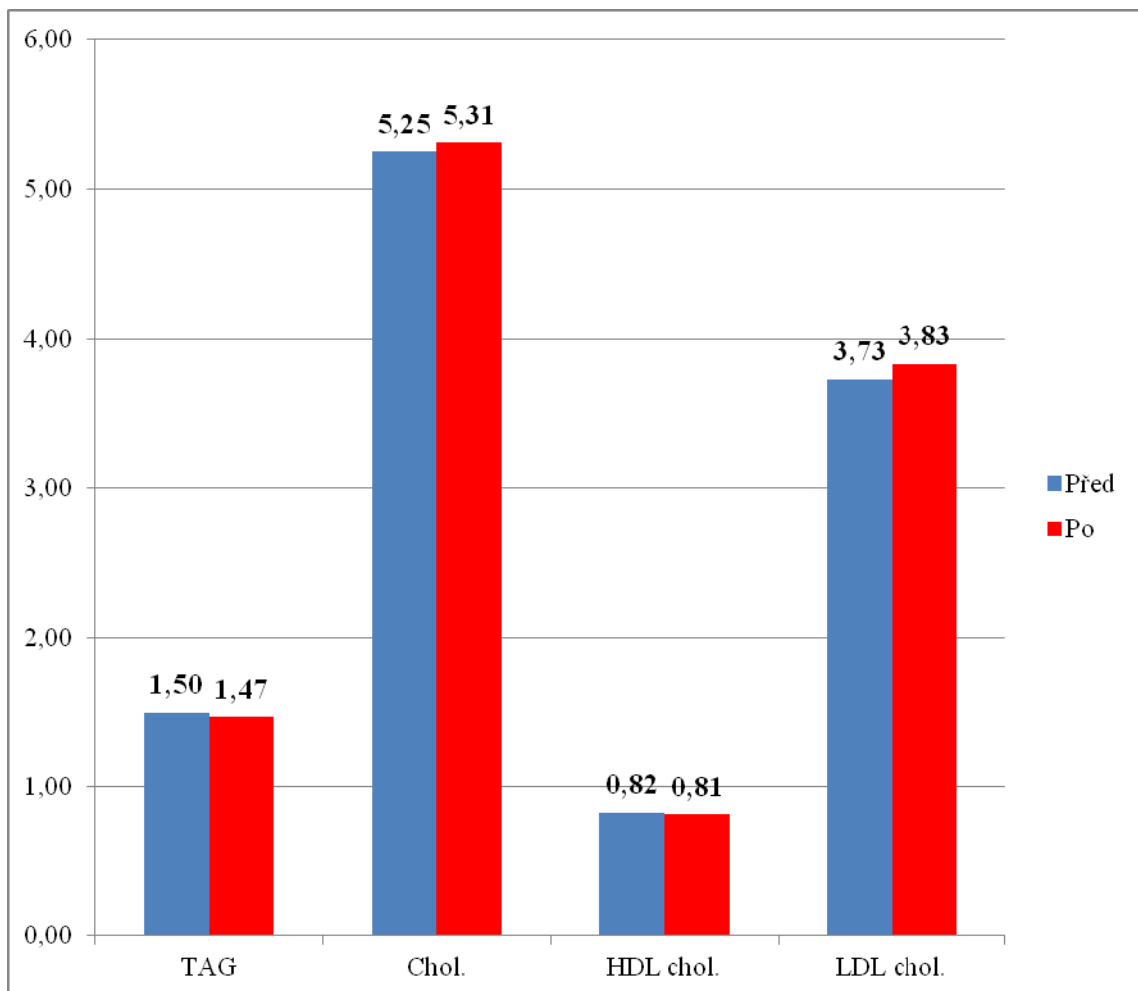
Graf č. 9 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 5 (hodnoty TAG, celkového cholesterolu, HDL cholesterolu, LDL cholesterolu)



Zde jsou graficky znázorněny výsledky hodnot probanda č. 5 (žena, 22 let). Z grafu je možno vyčíst, že během intervenčního programu došlo u tohoto probanda k zhoršení v oblastech koncentrací TAG a celkového cholesterolu, které stouply. Naopak došlo k zlepšení v oblasti koncentrace HDL cholesterolu, která mírně stoupla. Referenční meze této frakce by se měly pohybovat mezi 1,60 – 3,00. Ke zlepšení došlo i v oblasti koncentrace LDL cholesterolu, která klesla. Referenční meze této frakce by se měly pohybovat mezi 1,00 – 4,00.

Z grafu je možno vidět, že se u tohoto probanda vyskytují dvě hodnoty nad horní hranicí referenčních mezí. Jedná se o zvýšenou hladinu celkového cholesterolu, kde by se hodnoty měly pohybovat mezi 0,50 – 5,20. Dále se jednalo o hladinu TAG, jejichž hodnoty by se měly pohybovat mezi 0,00 – 1,40.

Graf. 10 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 6 (hodnoty TAG, celkového cholesterolu, HDL cholesterolu, LDL cholesterolu)



Zde jsou graficky znázorněny všechny měřené hodnoty u probanda č. 6 (muž, 56 let). Je zde možné vidět, že došlo během tříměsíční aplikace přípravku se souborem polynenasycených mastných kyselin ke zhoršení v oblasti celkového cholesterolu, kde došlo k jeho navýšení. Dále došlo k navýšení LDL cholesterolu a v neposlední řadě došlo k úpravě HDL cholesterolu, který klesl.

Tento graf nám taktéž ukazuje, že se hodnoty celkového cholesterolu pohybují nad horní hranicí referenční meze, jejíž hodnoty by se měly pohybovat mezi 0,50 – 5,20. V Případě hladiny HDL cholesterolu se naměřené hodnoty měření tohoto probanda pohybují pod referenčními mezemi, které by se měly pohybovat mezi 1,40 – 3,00. Referenční meze koncentrace TAG se pohybují mezi 0,00 – 1,70. Koncentrace LDL cholesterol by neměla klesnout pod 1,00 a stoupnout nad 4,00.

*Souhrn výsledků probandů:* Z grafů (graf č. 5 - č. 10) lze vyčíst výsledky vstupního měření a výstupního měření jednotlivých probandů. Graf č. 5 ukazuje, že u probanda č. 1 došlo k negativním změnám ve všech měřených oblastech. Hodnoty TAG, celkového cholesterolu a LDL cholesterolu se zvýšily. Hodnoty HDL cholesterolu se snížily. Z grafu č. 8 je možno vyčíst, že u probanda č. 1 došlo ve všech měřených oblastech ke kladným změnám. Snížily se hodnoty TAG, celkového cholesterolu a LDL cholesterolu. Hodnoty HDL cholesterolu se naopak zvýšily.

Grafy zobrazují, že došlo u tří probandů ke zvýšení hodnot celkového cholesterolu, u čtyř probandů se zvýšily hodnoty LDL cholesterolu. U tří probandů se zvýšily hodnoty TAG a u tří probandů došlo ke snížení hodnot HDL cholesterolu.

Naopak u tří probandů došlo ke snížení hodnot celkového cholesterolu. U stejného počtu probandů došlo ke snížení hodnot LDL cholesterolu a hodnot TAG. U dvou probandů došlo ke zvýšení hodnot HDL cholesterolu.

Grafy dále zobrazují, že se probandi pohybují v některých měřených oblastech nad horními hranicemi referenčních mezí. Všichni probandi se pohybují nad horní hranicí referenční meze celkového cholesterolu. Čtyři probandi se pohybují nad horní hranicí referenční meze v hodnotě LDL cholesterolu. Jeden proband se pohybuje nad horní hranicí referenční meze v hodnotách TAG. Jeden proband se pohybuje pod dolní hranicí referenční meze HDL cholesterolu.

Jelikož se všichni probandi pohybují nad horními hranicemi referenčních mezí celkového cholesterolu a většina z nich se pohybuje nad horními hranicemi LDL cholesterolu, doporučila bych probandům, aby dodržovali výše uvedená doporučení pro úpravu jednotlivých krevních frakcí.

## 5 ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se zabývala vlivem zvýšené aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin na hladinu cholesterolu v krvi jedince. Nejprve jsem se zabývala analýzou odborné literatury, které jsem se věnovala v teoretické části této bakalářské práce. Analýza byla provedena v oblasti nasycených mastných kyselin, nenasyčených mastných, lipidů a cholesterolu.

V praktické části této bakalářské práce jsem se zabývala samotným výzkumem, který proběhl za účasti probandů. Probandi podstoupili vstupní odběr krve, na jehož základě byla stanovena hladina celkového cholesterolu, LDL cholesterolu, HDL cholesterolu a TAG. Poté proběhl intervenční program, který byl aplikován tři měsíce. Od prosince 2011 do března 2012 byla u probandů zvýšená aplikace souboru polynenasycených mastných kyselin formou potravinového doplňku s rybím olejem, bohatým na polynenasycené mastné kyseliny EPA a DHA. Po uplynutí této doby probandi podstoupili výstupní odběr krve, který stanovoval hladinu celkového cholesterolu, LDL cholesterolu, HDL cholesterolu a TAG.

Na základě porovnání vstupních a výstupních výsledků bylo zjištěno, že nedošlo k zásadní úpravě hladin celkového cholesterolu, LDL cholesterolu, HDL cholesterolu a TAG. Snížení těchto frakcí je ovlivněno mnoha faktory. Proto si myslím, že by bylo vhodné zvýšenou aplikaci polynenasycených mastných kyselin podpořit změnou životního stylu, která by zahrnovala úpravu stravovacích návyků, dodržování pravidelného pohybového režimu a v neposlední řadě se snažit vyvarovat stresovým situacím.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### 6.1 Seznam použité literatury

1. ADÁMKOVÁ, V. *Civilizační choroby – Žijeme spolu*. Praha: Triton, 2010 ISBN 978-80-7387-413-1
2. BURDYCHOVÁ, R. *Preventivní výživa*. Brno: MZLU, 2009. ISBN 978-80-7375-280-4.
3. ČEŠKA, R., et al. *Cholesterol a ateroskleróza, léčba dyslipidemie*. Praha: Triton, 2005. ISBN 80-7254-738-0
4. DEFELICE, E., A. *Prevention of cardiovascular disease*. Lincoln: iUniverse, 2005, ISBN 13:978-0-595-36884-6
5. DOLEŽALOVÁ, V., et al. *Laboratorní technika v klinické biochemii a toxikologii*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. 1995. ISBN 80-7013-198-5
6. FERENČÍK, M., ŠKÁRKA, B., et al. *Biochemické laboratorné metody*. Bratislava: ALFA, 1981,
7. HRAZDIRA, I., MORNSTEIN, V., ŠKORPÍKOVÁ, J. *Základy biofyziky a zdravotnické techniky*. Brno: Neptun, 2006, ISBN 80-86850-01-3
8. JINDRA, A., ŠÍPAL, Z., KOVÁCS, P. *Učebnice biochemie pro farmaceuty*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1966. ISBN 08-061-66.
9. LEDVINA, M., STOKLASOVÁ, A., CERMAN, J. *Biochemie pro studující medicíny*. 1. díl, Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-0849-9
10. MASOPUST, J. *Klinická biochemie- požadování a hodnocení biochemických vyšetření*. Část I. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-649-3



11. MOUREK, J., et al. *Mastné kyseliny omega-3, zdraví a vývoj*. Praha/Kroměříž: Triton, 2007. ISBN 978-80-7254-917-7
12. PÁNEK, J., et al. *Základy výživy a výživová politika*. Praha: VŠCHT, 2007. ISBN 978-80-7080-468-8
13. RACEK, J., et al. *Klinická biochemie*. 2. přepracované vydání. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-324-9.
14. SILBERNAGL, S., LANG, F. *Atlas patofyziologie člověka*. Praha: Grada Publishing, 2001. ISBN 80-7169-968-3
15. SOFROVÁ, D., et al. *Biochemie: Základní kurz*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-7184-936-7
16. ŠÍPAL, Z., et al. *Biochemie*. Praha: SPN, 1992. ISBN 80-04-21736-2
17. VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-3-7
18. ZÍKA, J., et al. *Analytická příručka*. II. Díl. 4. Upravené vydání. Praha: SNTL, 1988. ISBN 04-611-88

## **6.2 Seznam použitých periodik**

BRÁT, J., BARANYK, P., ZEHNÁLEK, P. Variabilita řepkového oleje z nutričního a technologického pohledu v kontextu se současnou spotřebou tuků. *Výživa a potraviny*. 2010, č. 1, s. 10-14. ISSN 1211 - 846x.

STRÁNSKÝ, M. Mýty a fakta o cholesterolu. *Výživa a potraviny*. 2007, č. 1, s. 12-13. ISSN 1211 - 846x.

### 6.3 Seznam elektronických zdrojů

ADAM, Z., et al. *Kostní nádorová choroba*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1357-8. Dostupné z:

[http://books.google.cz/books?id=6Ax7AYV2htEC&printsec=frontcover&dq=kostn%C3%AD+n%C3%A1dorov%C3%A1+choroba&hl=cs&sa=X&ei=tv9-T7HXAcKGhQfZ4Ni1Bw&redir\\_esc=y#v=onepage&q=kostn%C3%AD%20n%C3%A1dorov%C3%A1%20choroba&f=false](http://books.google.cz/books?id=6Ax7AYV2htEC&printsec=frontcover&dq=kostn%C3%AD+n%C3%A1dorov%C3%A1+choroba&hl=cs&sa=X&ei=tv9-T7HXAcKGhQfZ4Ni1Bw&redir_esc=y#v=onepage&q=kostn%C3%AD%20n%C3%A1dorov%C3%A1%20choroba&f=false)

AMBROŽOVÁ, J. *Laboratorní příručka: Manuál pro odběr primárních vzorků*. [online]. © 2008 – 2011 [cit. 2012-04-10] Dostupné z:

<http://www.stafila.cz/files/files/5c75d1956f54d104d900a55af01e176b.pdf>

BALK, E., CHUNG M, LICHTENSTEIN A, et al. *Effects of Omega-3 Fatty Acids on Cardiovascular Risk Factors and Intermediate Markers of Cardiovascular Disease*. Rockville: Agency for Healthcare Research and Quality, 2004. Dostupné z:

<http://www.ahrq.gov/downloads/pub/evidence/pdf/o3cardrisk/o3cardrisk.pdf>

BANKHOFER, H., HUBER, J., HEWSON, E. *30 způsobů jak se zbavit stresu*. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-2486-7. Dostupné z:

[http://books.google.cz/books?id=89JdywhgHf8C&printsec=frontcover&dq=30+zp%C5%AFsob%C5%AF+jak+se+zbavit+stresu.&hl=cs&sa=X&ei=xgB\\_T\\_XbMIWDOoOisI4H&ved=0CEQQ6AEwAA#v=onepage&q=30%20zp%C5%AFsob%C5%AF%20jak%20se%20zbavit%20stresu.&f=false](http://books.google.cz/books?id=89JdywhgHf8C&printsec=frontcover&dq=30+zp%C5%AFsob%C5%AF+jak+se+zbavit+stresu.&hl=cs&sa=X&ei=xgB_T_XbMIWDOoOisI4H&ved=0CEQQ6AEwAA#v=onepage&q=30%20zp%C5%AFsob%C5%AF%20jak%20se%20zbavit%20stresu.&f=false)

BRÁZDOVÁ, Z. *Výživa: Pomocný učební text pro posluchače pedagogické fakulty*. [online]. 2008 [cit. 2011-10-11]. Dostupné z:

<http://med.muni.cz/dokumenty/rtf/vyziva.rtf>

CUSTODIS F., LAUF, U.: ČEŠKA R., HAMOUZ, Z. Hypertriglyceridémie: prognostický význam a terapeutické možnosti. *Medicína pro promoci* [online]. 2011, roč. 8, č. 5 [cit. 2012-04-06]. ISSN 1214-7672. Dostupné z:

<http://www.tribune.cz/clanek/24897-hypertriglyceridemie-prognosticky-vyznam-a-terapeuticke-moznosti>

ČEŠKA, R. Léčba hyperlipoproteinémií a dyslipidemií v každodenní praxi roku 2009. *Kardiologie pro praktické lékaře* [online]. 2009, roč. 1, č. 2, s. 42 – 50 [cit. 2012-04-06]. ISSN 1803 – 7542. Dostupné z:

[www.tribune.cz/clanek/14377-lecba-hyperproteinemii-a-dyslipidemii-v-kazdodenni-praxi-roku](http://www.tribune.cz/clanek/14377-lecba-hyperproteinemii-a-dyslipidemii-v-kazdodenni-praxi-roku)

ČEŠKA, R. Hyperlipoproteinémie a dyslipidémie 2011. *Kardiologie pro praktické lékaře* [online]. 2011, roč. 2, č. 1, s. 8 – 13 [cit. 2012-4-6]. ISSN 1803 – 7542. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/22012-hyperlipoproteinemie-a-dyslipidemie>

DIALAB. Cholesterol HDL, přímý. In: Dialab [online]. 2009 [cit. 2012-03-03] Dostupné z:

[http://www.dialab.cz/data/sharedfiles/Klinicka\\_laboratorni\\_diagnostika/Pribalove\\_letaky/N%20HDL-Cholesterol%20F03115.pdf](http://www.dialab.cz/data/sharedfiles/Klinicka_laboratorni_diagnostika/Pribalove_letaky/N%20HDL-Cholesterol%20F03115.pdf)

DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4. Dostupné z:

[http://books.google.cz/books?id=5mFLhIjShw8C&printsec=frontcover&dq=Funk%C4%8Dn%C3%AD+anatomie.&hl=cs&ei=wDmAT7uUGYPqObmSsIMH&sa=X&oi=book\\_result&ct=book-thumb](http://books.google.cz/books?id=5mFLhIjShw8C&printsec=frontcover&dq=Funk%C4%8Dn%C3%AD+anatomie.&hl=cs&ei=wDmAT7uUGYPqObmSsIMH&sa=X&oi=book_result&ct=book-thumb)

EHRMANN, J., HŮLEK, P., et al. *Hepatologie*. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-3118-6. Dostupné z:

<http://books.google.cz/books?id=h86duIdky5QC&pg=PA297&dq=alkohol+a+triacylglyceroly&hl=cs&sa=X&ei=sq-XT8LrEsPsOYPm1doG&ved=0CEQQ6AEwAg#v=onepage&q=alkohol%20a%20triacylglyceroly&f=false>

FIŠAR, Z. et al. *Vybrané kapitoly z biologické psychiatrie*. 2. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada publishing, 2009. ISBN 978-80-247-2737-0. Dostupné z:

[http://books.google.cz/books?id=2Eps7-o\\_gFgC&printsec=frontcover&dq=Vybran%C3%A9+kapitoly+z+biologick%C3%A9+psychiatrie.&hl=cs&sa=X&ei=EjqAT7-2Jc-YhQfwpbiXBw&ved=0CDgQ6AEwAA#v=onepage&q=Vybran%C3%A9%20kapitoly%20z%20biologick%C3%A9%20psychiatrie.&f=falsebnail&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Funk%C4%8Dn%C3%AD%20anatomie.&f=false](http://books.google.cz/books?id=2Eps7-o_gFgC&printsec=frontcover&dq=Vybran%C3%A9+kapitoly+z+biologick%C3%A9+psychiatrie.&hl=cs&sa=X&ei=EjqAT7-2Jc-YhQfwpbiXBw&ved=0CDgQ6AEwAA#v=onepage&q=Vybran%C3%A9%20kapitoly%20z%20biologick%C3%A9%20psychiatrie.&f=falsebnail&redir_esc=y#v=onepage&q=Funk%C4%8Dn%C3%AD%20anatomie.&f=false)

FRANEKOVÁ, J., et al. Referenční meze, optimální a cílové hodnoty v kontextu klinického hodnocení lipidového profilu. *Klinická biochemie a metabolismus* [online]. 2006, roč. 14, č. 4, s. 207 – 210 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z: [http://nts.prolekare.cz/cls/odkazy/kbm0604\\_207.pdf](http://nts.prolekare.cz/cls/odkazy/kbm0604_207.pdf)

FREEMEN W. M, JUNGE E. CH. *Lowering your cholesterol*. 2005. Dostupné z: <http://books.google.com/>.

GROFOVÁ, Z. *Nutriční podpora: Praktický rádce pro sestry*. Praha: Grada publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1868-2. Dostupné z: [http://books.google.cz/books?id=7UKRMfvNWWIC&printsec=frontcover&dq=Nutri%C4%8Dn%C3%AD+podpora:+Praktick%C3%BD+r%C3%A1dce+pro+sestry.&hl=cs&sa=X&ei=\\_jyAT\\_3yDoHBhAeLkNW9Bw&ved=0CEAQ6AEwAA#v=onepage&q=Nutri%C4%8Dn%C3%AD%20podpora%3A%20Praktick%C3%BD%20r%C3%A1dce%20pro%20sestry.&f=false](http://books.google.cz/books?id=7UKRMfvNWWIC&printsec=frontcover&dq=Nutri%C4%8Dn%C3%AD+podpora:+Praktick%C3%BD+r%C3%A1dce+pro+sestry.&hl=cs&sa=X&ei=_jyAT_3yDoHBhAeLkNW9Bw&ved=0CEAQ6AEwAA#v=onepage&q=Nutri%C4%8Dn%C3%AD%20podpora%3A%20Praktick%C3%BD%20r%C3%A1dce%20pro%20sestry.&f=false)

HOLEČEK, M. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Praha: Grada Publishing, 2006. ISBN 80-247-1562-7 [ISBN 978-80-247-1562-9]. Dostupné z: [http://books.google.cz/books?id=XUkhYLAC3HwC&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.cz/books?id=XUkhYLAC3HwC&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

INTERNÍ MATERIÁL Z ODDĚLENÍ KLINICKÉ BIOCHEMIE A HEMATOLOGIE V SUŠICI.

ION. Ovlivnění LDL cholesterolu není všechno. *Medical tribune* [online]. 2010, roč. 9, č. 18, s. B2 [cit. 2012-03-04]. ISSN 1214-8911. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/18793-ovlivneni-ldl-cholesterolu-neni-vsechno>

KALVACH, P., et al. *Mozkové ischemie a hemoragie*. 3. Přepřacované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2010, ISBN 978-80-247-2765-3. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=0ju058Urbw0C&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>

KITTAR, O., et al. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=Vk60vfs5gPEC&printsec=frontcover&dq=l%C3%A9ka%C5%99sk%C3%A1+fyziologie&hl=cs&sa=X&ei=vD6AT4LKG860hAet->

pWgBw&ved=0CDsQ6AEwAQ#v=onepage&q=1%C3%A9ka%C5%99sk%C3%A1%20fyziologie&f=false

LATA, J., VAŇÁSEK, T., et al. *Kritické stavy v hematologii*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-0404-8. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=gIkF-pjPE14C&pg=PA153&dq=Kritick%C3%A9+stavy+v+hematologii.&hl=cs&sa=X&ei=Ez-AT5jtJtKZhQeqq-yuBw&ved=0CDgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

MAREK, J., et al. *Farmakoterapie vnitřních nemocí*. 4., zcela přepracované a doplněné vydání Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-2639-7. Dostupné z: [http://books.google.cz/books?id=Xc2OHeo0i0cC&printsec=frontcover&dq=Farmakoterapie+vnit%C5%99n%C3%ADch+nemoc%C3%AD&hl=cs&sa=X&ei=dz-AT62ZF8KohAf4qLS\\_Bw&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=Farmakoterapie%20vnit%C5%99n%C3%ADch%20nemoc%C3%AD&f=false](http://books.google.cz/books?id=Xc2OHeo0i0cC&printsec=frontcover&dq=Farmakoterapie+vnit%C5%99n%C3%ADch+nemoc%C3%AD&hl=cs&sa=X&ei=dz-AT62ZF8KohAf4qLS_Bw&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=Farmakoterapie%20vnit%C5%99n%C3%ADch%20nemoc%C3%AD&f=false)

MARTÍNKOVÁ J. *Farmakologie pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1356-4. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=7lNQpLuETq4C&printsec=frontcover&dq=Farmakologie+pro+studenty+zdravotnick%C3%BDch+obor%C5%AF&hl=cs&sa=X&ei=uT-AT7-IOo-BhQfekIW8Bw&ved=0CDUQ6AEwAA#v=onepage&q=Farmakologie%20pro%20studenty%20zdravotnick%C3%BDch%20obor%C5%AF&f=false>

MEDICAL TRIBUNE. Rybí tuk: *Lék proti stárnutí*. In: Tribune [online]. © 2000-2012 [cit. 2012-04-03] Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/2510-rybi-tuk-lek-proti-starnuti>

MOUREK, J. *Fyziologie: Učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1190-7. Dostupné z: <http://www.google.cz/search?tbm=bks&hl=cs&q=Fyziologie%3A+U%C4%8Debnice+pro+studenty+zdravotnick%C3%BDch+obor%C5%AF+&btnG=>

NAVRÁTIL, L., et al. *Vnitřní lékařství: Pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2319-8. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=OIFcf1wd8zsC&printsec=frontcover&dq=Vnit%C5%99n%C3%AD+l%C3%A9ka%C5%99stv%C3%AD:+Pro+nel%C3%A9ka%C5%99sk>

%C3%A9+zdravotnick%C3%A9+obory.&hl=cs&sa=X&ei=fECAT669HISnhAfuxaWdBw&ved=0CDYQ6AEwAA#v=onepage&q=Vnit%C5%99n%C3%AD%20%C3%A9ka%C5%99stv%C3%AD%3A%20Pro%20nel%C3%A9ka%C5%99sk%C3%A9%20zdravotnick%C3%A9%20obory.&f=false

ODDĚLENÍ KLINICKÉ BIOCHEMIE A HEMATOLOGIE SUŠICE. *Zásady odběru vzorku žilní a kapilární krve*. In: Laborator.susice. [online]. [cit. 2012-02-20] Dostupné z: <http://laborator.susice.net/laboratorni-prirucka/HVEZDAACWG.htm>

O'KEEFE, H., J., CARTER, D., LAVIE, J. Primární a sekundární prevence kardiovaskulárních onemocnění - Praktický přístup založený na důkazech. *Medicína pro promoci* [online]. 2009, roč. 7, č. 6 [cit. 2012-03-22]. ISSN 1212-9445. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/16163-primarni-a-sekundarni-prevence-kardiovaskularnich-onemocneni-prakticky-pristup-zalozeny-na-dukazech>

OSTEN, P. *Osobní trenér III*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1133-8. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=Tfkvg01TuPwC&printsec=frontcover&dq=Osobn%C3%AD+tren%C3%A9r+III&hl=cs&sa=X&ei=IkGAT7b1HsmzhAfznPylBw&ved=0CDgQ6AEwAA#v=onepage&q=Osobn%C3%AD%20tren%C3%A9r%20III&f=false>

PATTERSON, W. G., NES, W., D. *Physiology and biochemistry of sterols*. Illinois: American oil chemists' society, 1991. ISBN 0- 935315-38-1. Dostupné z: [http://books.google.cz/books?id=5OzR5S3ICWgC&printsec=frontcover&dq=Physiology+and+biochemistry+of+sterols.&hl=cs&sa=X&ei=tUCAT9\\_-EM6XhQeMncy6Bw&ved=0CDUQ6AEwAA#v=onepage&q=Physiology%20and%20biochemistry%20of%20sterols.&f=false](http://books.google.cz/books?id=5OzR5S3ICWgC&printsec=frontcover&dq=Physiology+and+biochemistry+of+sterols.&hl=cs&sa=X&ei=tUCAT9_-EM6XhQeMncy6Bw&ved=0CDUQ6AEwAA#v=onepage&q=Physiology%20and%20biochemistry%20of%20sterols.&f=false)

PÍŤHA, J., POLEDNE, R. *Výživa pro každý den*. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-2488-1. Dostupné z: [http://books.google.cz/books?id=Adhj2GQA17MC&printsec=frontcover&dq=V%C3%BD%C5%BEiva+pro+ka%C5%BEed%C3%BD+den.&hl=cs&sa=X&ei=80CAT\\_2JK9K7hAe57tmiBw&ved=0CEoQ6AEwAA#v=onepage&q=V%C3%BD%C5%BEiva%20pro%20ka%C5%BEed%C3%BD%20den.&f=false](http://books.google.cz/books?id=Adhj2GQA17MC&printsec=frontcover&dq=V%C3%BD%C5%BEiva+pro+ka%C5%BEed%C3%BD+den.&hl=cs&sa=X&ei=80CAT_2JK9K7hAe57tmiBw&ved=0CEoQ6AEwAA#v=onepage&q=V%C3%BD%C5%BEiva%20pro%20ka%C5%BEed%C3%BD%20den.&f=false)

PÖSS, J., BÖHM, M., LAUFS, U. Vliv vysokodenzitního lipoproteinů na aterogenezi a vzestup jeho koncentrace vyvolaný inhibicí proteinu CETP. *Medicína po promoci* [online]. 2010, roč. 7, č. 3 [cit. 2012-04-24]. ISSN 1212-9445. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/18568-vliv-vysokodenzitniho-lipoproteinu-na-aterogenezi-a-vzestup-jeho-koncentrace-vyvolany-inhibici-proteinu-cetp>

ROSOLOVÁ, H. Syndrom nízké koncentrace HDL cholesterolu a renesance kyseliny nikotinové. *Medicína po promoci* [online]. 2009, roč. 7, č. 6 [cit. 2012-03-12]. ISSN 1212-9445. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/16173-syndrom-nizke-koncentrace-hdl-cholesterolu-a-renesance-kyseliny-nikotinove>

RUCKI, Š., VÍT, P. *Kardiologické minimum pro praktické dětské lékaře*. Praha: Grada Publishing, 2006. ISBN 80-247-1120-6. Dostupné z: [http://books.google.cz/books?id=msu2M\\_3KcAgC&printsec=frontcover&dq=Kardiologick%C3%A9+minimum+pro+praktick%C3%A9+d%C4%9Btsk%C3%A9+l%C3%A9ka%C5%99e.&hl=cs&sa=X&ei=eUGAT7zEI8GKhQe63pmaBw&ved=0CEoQ6AEwAA#v=onepage&q=Kardiologick%C3%A9%20minimum%20pro%20praktick%C3%A9%20d%C4%9Btsk%C3%A9%20l%C3%A9ka%C5%99e.&f=false](http://books.google.cz/books?id=msu2M_3KcAgC&printsec=frontcover&dq=Kardiologick%C3%A9+minimum+pro+praktick%C3%A9+d%C4%9Btsk%C3%A9+l%C3%A9ka%C5%99e.&hl=cs&sa=X&ei=eUGAT7zEI8GKhQe63pmaBw&ved=0CEoQ6AEwAA#v=onepage&q=Kardiologick%C3%A9%20minimum%20pro%20praktick%C3%A9%20d%C4%9Btsk%C3%A9%20l%C3%A9ka%C5%99e.&f=false)

SAFAR, M., FROHLICH, D., E. *Atherosclerotic, large arteries and cardiovascular risk*. Basel: Karger, 2007. ISBN 13:978-3-8055-8173-9. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=bNNmJ0RkKlIAC&printsec=frontcover&dq=Atherosclerotic,+large+arteries+and+cardiovascular+risk.&hl=cs&sa=X&ei=xESAT-baHYHChAfQjaWiBw&ved=0CDYQ6AEwAA#v=onepage&q=Atherosclerotic%20%20large%20arteries%20and%20cardiovascular%20risk.&f=false>

SCHAFER, J., E. *High density lipoproteins, dyslipidemia and coronary heart disease*. New York: Springer, 2010. ISBN 978-1-4419-1059-2 Dostupné z: [http://books.google.cz/books?id=N71vmuioCmQC&pg=PA125&dq=omega+3+HDL&hl=cs&sa=X&ei=CsyHT-6UM43rOYLBiNEJ&redir\\_esc=y#v=onepage&q=omega%20%20HDL&f=false](http://books.google.cz/books?id=N71vmuioCmQC&pg=PA125&dq=omega+3+HDL&hl=cs&sa=X&ei=CsyHT-6UM43rOYLBiNEJ&redir_esc=y#v=onepage&q=omega%20%20HDL&f=false)



SIMOPOULOS, A., P. Omega 3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1991, roč. 32, č. 3, s. 438 – 463 [cit. 2012-04-13]. ISSN 1938-3207. Dostupné z:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1908631>

SORRENTINO, J., M. *Hyperlipidemia in primary care: A practical guide to risk reduction*. New York: Humana Press, 2011. ISBN 978-1-60327-502-6. Dostupné z:  
<http://books.google.cz/books?id=feSTM4ViEGsC&pg=PA151&dq=omega+3+TG&hl=cs&sa=X&ei=vCeIT6SxE4HUtAaMr7CsCw&ved=0CF8Q6AEwBA#v=onepage&q=omega%20%20TG&f=false>

SVAČINA, Š., et al. *Klinická dietologie*. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2256-6. Dostupné z:  
[http://books.google.cz/books?id=oCXrZkrZZ\\_UC&printsec=frontcover&dq=Klinick%C3%A1+dietologie.&hl=cs&sa=X&ei=z0OAT\\_70ONOWhQfsqbimBw&ved=0CD4Q6AEwAA#v=onepage&q=Klinick%C3%A1%20dietologie.&f=false](http://books.google.cz/books?id=oCXrZkrZZ_UC&printsec=frontcover&dq=Klinick%C3%A1+dietologie.&hl=cs&sa=X&ei=z0OAT_70ONOWhQfsqbimBw&ved=0CD4Q6AEwAA#v=onepage&q=Klinick%C3%A1%20dietologie.&f=false)

SWISSPHARMA. *Přírodní vitamin E - EVIT 200® a EVIT® 600,(d-alfa-tokoferol), Přehled aktuálních poznatků o vitaminu E*. In:Swisspharma [online]. [cit. 2012-04-03] Dostupné z: <http://www.swisspharma.info/data/evit.pdf>

ŠAFRÁNKOVÁ, A., NEJEDLÁ, M. *Interní ošetřovatelství II*. Praha: Grada Publishing, 2006. ISBN 978-80-247-1777-7. Dostupné z:  
[http://books.google.cz/books?id=\\_78875FNKYQC&printsec=frontcover&dq=Intern%C3%AD+o%C5%A1et%C5%99ovatelstv%C3%AD+II.&hl=cs&sa=X&ei=E0OAT7uZCYiphAe5qrHBBw&ved=0CDYQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.cz/books?id=_78875FNKYQC&printsec=frontcover&dq=Intern%C3%AD+o%C5%A1et%C5%99ovatelstv%C3%AD+II.&hl=cs&sa=X&ei=E0OAT7uZCYiphAe5qrHBBw&ved=0CDYQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)

ŠTEJFA, M., et al. *Kardiologie*. 3. Přepřacované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1385-4. Dostupné z:  
<http://books.google.cz/books?id=KyFpElzy88YC&pg=PR2&dq=Kardiologie.&hl=cs&sa=X&ei=f0OAT9HNENK2hAeSrOisBw&ved=0CDQQ6AEwAA#v=onepage&q=Kardiologie.&f=false>

TROJAN, S., et al. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0512-5. Dostupné z:

<http://books.google.cz/books?id=Kwr8Mc2Wg4MC&printsec=frontcover&dq=L%C3%A9kařská fyziologie.&hl=cs&sa=X&ei=DkSAT4OKIYmFhQfPuO28Bw&ved=0CDUQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

VAVERKOVÁ, H. Metabolický syndrom a apolipoprotein B. *Kardiologická revue* [online]. 2003, č. 3, s. 13 - 16 [cit. 2012-03-25]. ISSN 1214-2255. Dostupné z: [http://www.kardiologickeforum.cz/pdf/kf\\_03\\_03\\_03.pdf](http://www.kardiologickeforum.cz/pdf/kf_03_03_03.pdf)

VLČEK, J., FIALOVÁ, D., et al. *Klinická farmacie I*. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-3169-8. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=AWxcRGFpWOcC&printsec=frontcover&dq=Klinická farmacie I.&hl=cs&sa=X&ei=QkSAT7e4BITNhAeyndm4Bw&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=Klinická farmacie I.&f=false>

VOJÁČEK, J., MALÝ, M., et al. *Arteriální a žilní trombóza v klinické praxi*. Praha: Grada Publishing, 2004. ISBN 80-247-0501-X. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=sNrm6lmEqAcC&printsec=frontcover&dq=Arteriální a žilní trombóza v klinické praxi.&hl=cs&sa=X&ei=cUSAT6HFI9G0hAfZucnDBw&ved=0CDgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

VRABLÍK, M., MOTYKOVÁ, E., JANOTOVÁ, M., ZLATOHLÁVEK, L. Proč a jak používat  $\omega$ -3 mastné kyseliny k ovlivnění kardiovaskulárního rizika. *Kardiologie pro praktické lékaře* [online]. 2010, roč. 2, č. 2, s. 58 - 62 [cit. 2012-04-06]. ISSN 1803 – 7542. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/17841-proc-a-jak-pouzivat-mastne-kyseliny-k-ovlivneni-kardiovaskularniho-rizika>

WALKER, CH., REAMY, V., B. Diety v prevenci kardiovaskulárních onemocnění: Jaké máme důkazy? *Medicina po promoci* [online]. 2009, roč. 7, č. 4 [cit. 2012-04-24]. ISSN 1212-9445. Dostupné z: <http://www.tribune.cz/clanek/14756-diety-v-prevenci-kardiovaskularnich-onemocneni-jake-mame-dukazy>

ZAMORA, A. Lipoproteins: Good cholesterol (HDL), Bad cholesterol (LDL). In: *Scientificpsychic* [online]. 2007[cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.scientificpsychic.com/health/lipoproteins-LDL-HDL.html>

## **SEZNAM ZKRATEK**

Acetyl – CoA- Acetyl – Koenzym A

Apo A - Apolipoproteiny A

Apo B – Apolipoproteiny B

ATP – Adenotrifosfát

CETP - cholesteryl ester transfer protein

DHA – Kyselina dokosahexaenová

EPA – Kyselina eikosapentaenová

FH – Familiární hypercholesterolémie

HDL – High Density Lipoprotein (lipoprotein s vysokou hustotou)

HMG – CoA –  $\beta$  – methylglutaryl – koenzym A

CHES - cholesterolesteráza

CHOD - cholesteroxidáza

Chol. – Cholesterol

Chol. Celk. – Cholesterol celkový

IDL – Intermediate Density lipoprotein (lipoprotein se střední hustotou)

ICHS – Ischemická choroba srdeční

LCAT - Lecithin – cholesterolacyltransferasa

LDL – Low Density Lipoprotein (lipoprotein s nízkou hustotou)

LPL – Lipoproteinová lipáza

MUFA - Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou

NCBI – National Center of Biotechnology Information (Národní centrum pro biotechnologické informace)

NCEP ATP III - National Cholesterol Education Program - Adult Treatment Panel (Národní cholesterolový vzdělávací program - ošetřující panel dospělých)

PH - Polygenní hypercholesterolémie

POD – Peroxidáza

PUFA - Nenasycené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami

TAG-Triacylglyceroly

SAFA - Nasycené mastné kyseliny

VLDL – Very Low Density Lipoprotein (lipoprotein s velmi nízkou hustotou)

## **SEZNAM TABULEK A GRAFŮ**

Tabulka č. 1 Doporučený příjem lipidů

Tabulka č. 2 Přehled lipoproteinů krevního séra

Tabulka č. 3 Lipoproteiny – Obsah cholesterolu a TAG, vztah k ICHS

Tabulka č. 4 Přehled stability vzorků v závislosti na teplotě uchování

Tabulka č. 5 Referenční meze celkového cholesterolu (oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici)

Tabulka č. 6 Referenční meze celkového cholesterolu (biochemicko – hematologická laboratoř České Budějovice)

Tabulka č. 7 Referenční meze LDL cholesterolu (oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici)

Tabulka č. 8 Referenční meze LDL cholesterolu (biochemicko – hematologická laboratoř České Budějovice)

Tabulka č. 9 Referenční meze HDL cholesterolu (oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici)

Tabulka č. 10 Referenční meze HDL cholesterolu (biochemicko – hematologická laboratoř České Budějovice)

Tabulka č. 11 Referenční meze TAG (oddělení klinické biochemie a hematologie v Sušici)

Tabulka č. 12 Referenční meze TAG (biochemicko – hematologická laboratoř České Budějovice)

Tabulka č. 13 Obsah denní dávky potravinového doplňku Omega – 3 rybí olej FORTE od firmy WALMARK.

Graf č. 1 Průměrné hodnoty koncentrace celkového cholesterolu všech probandů (vstupní a výstupní měření)

Graf č. 2 Průměrné hodnoty koncentrace LDL cholesterolu všech probandů (vstupní a výstupní měření)

Graf č. 3 Průměrné hodnoty koncentrace HDL cholesterolu všech probandů (vstupní a výstupní měření)

Graf č. 4 Průměrné hodnoty koncentrace TAG všech probandů (vstupní a výstupní měření)

Graf č. 5 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 1 (hodnoty TAG, celkový cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol)

Graf č. 6 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 2 (hodnoty TAG, celkový cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol)

Graf č. 7 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 3 (hodnoty TAG, celkový cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol)

Graf č. 8 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 4 (hodnoty TAG, celkový cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol)

Graf č. 9 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 5 (hodnoty TAG, celkový cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol)

Graf č. 10 Výsledky vstupního a výstupního měření hodnot probanda č. 6 (hodnoty TAG, celkový cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol)

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek č. 1 Struktura lipoproteinu

Obrázek č. 2 Struktura cholesterolu

## SEZNAM PŘÍLOH

### Příloha č. 1 Přehled lipidů

<b>Jednoduché lipidy</b>	
1. Acylglyceroly	$\xrightarrow{\text{hydrolýza}}$ glycerol, mastné kyseliny
2. Vosky	$\longrightarrow$ alkohol, mastné kyseliny (dlouhé řetězce)
<b>Složené lipidy</b>	
3. Glykoacylglyceroly	$\longrightarrow$ sacharid, glycerol, mastné kyseliny
4. Fosfoacylglyceroly	$\longrightarrow$ glycerol, mastné kyseliny, $\text{HPO}_4^{2-}$ , organické Sloučeniny: cholin, ethanolamin, serin apod.
5. Sfingomyeliny	$\longrightarrow$ sfingosin, mastné kyseliny, $\text{HPO}_4^{2-}$ , cholin
6. Cerebrosidy	$\longrightarrow$ sfingosin, mastné kyseliny, sacharidy
7. Gangliosidy	$\longrightarrow$ sfingosin, mastné kyseliny, sacharidy, kyselina sialová
<b>Odvozené lipidy</b>	
8. Prostaglandiny	
9. Steroidy	
10. Karotenoidy	
11. Lipofilní vitaminy	

Zdroj: SOFROVÁ, 2005

Pozn.: Skupiny 4 a 5 jsou někdy díky přítomnosti fosfátu též označovány jako fosfolipidy, skupiny 5,6 a 7 jsou někdy díky přítomnosti sfingosinu označovány jako sfingolipidy, skupiny 6 a 7 jsou někdy díky přítomnosti cukru označovány jako glykolipidy, skupiny 9 a 10 patří díky stavební jednotce isoprenu do skupiny terpenů.



Příloha č. 2 Obsah nasycených, monoenových, a polyenových mastných kyselin v některých tucích a olejích.

Druh tuku	Nasycené mastné kyseliny	Monoenové mastné kyseliny	Polyenové mastné kyseliny
Vepřové sádlo	25-70	37-68	4-18
Hovězí lůj	47-86	40-60	1-5
Kuřecí sádlo	27-30	42-47	20-24
Mléčný tuk	53-72	26-42	2-6
Tuk kapra	22-25	46-50	23-28
Tresčí jaterní tuk	14-25	35-68	20-45
Tuk sledě	17-29	36-77	10-24
Kokosový tuk	88-94	5-9	1-2
Palmojádrový tuk	75-86	12-20	2-4
Palmový tuk	44-56	36-42	9-13
Kakaové máslo	58-65	33-36	2-4
Olivový olej	8-26	54-87	4-22
Rýžový olej	19-35	42-50	16-37
Bavlníkový olej	24-33	15-23	46-59
Podzemnicový olej	14-28	40-68	15-45
Sojový olej	14-20	18-26	55-68
Slunečnicový olej	9-17	13-41	42-74
Sezamový olej	13-18	36-44	42-48
Světlicový olej	7-13	8-23	68-84
Klíčkový olej	12-24	24-42	40-62
Řepkový olej	5-10	52-76	22-40
Lněný olej	10-12	18-22	66-72

Zdroj: VELÍŠEK, 1999

Příloha č. 3 Výskyt a funkce vyšších mastných kyselin

Skupina	Mastná kyselina	Výskyt	Funkce
Nasyčené	Palmitová (16:0)	Běžně v živočišných a rostlinných tucích	Součást triacylglycerolů, energetický substrát
	Stearová (18:0)		
Nenasycené	Palmitoolejová (16:1,ω-7)		
	Olejová (18:1,ω-9)		
Nenasycené ω-3	Linolenová (18:3,ω-3)	rybí tuk, vejce  roslinné  oleje	Součást fosfolipidů, prekurzor eikosanoidů  s antiagregačním a vazodilatačním účinkem
	Eikosapentaenová(20:5,ω-3) Dokosaheptaenová (22:6, ω-3)		
Nenasycené ω-6	Linolová (18:2, ω-6)	roslinné oleje	Součást fosfolipidů, prekurzor eikosanoidů s antiagregačním a vazodilatačním účinkem
	Arachidonová (20:4, ω-6)		

Zdroj: HOLEČEK, 2010