

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zdravotně sociální fakulta

**Porovnání hladiny celkového cholesterolu v séru obyvatel Plzeňska a  
Českobudějovicka za předpokladu podobných stravovacích návyků**

bakalářská práce

Autor práce: Lucie Fraitová  
Studijní program: B5345 – Specializace ve zdravotnictví  
Studijní obor: Zdravotní laborant

Vedoucí práce: Ing. Jiří Kronika

Datum odevzdání práce: 3.5.2013

## Abstrakt

Stanovení cholesterolu je považováno za screeningové vyšetření využívané především ke stanovení kardiovaskulárního rizika a k monitorování hypolipidemické léčby. Jelikož se jedná o screeningové vyšetření, je zapotřebí další laboratorní vyšetření, tzv. lipidový profil (HDL cholesterol, LDL cholesterol, triacylglyceroly). Pacienti, u kterých se provádí vyšetření sloužící pro kontrolu hypolipidemické léčby, musejí dodržovat dietu. Těmto pacientům se vyšetření provádí častěji. Obyvatelé České Republiky jsou považováni za populaci ohroženou předčasným výskytem aterosklerózy a jejími komplikacemi. Každý rok umírá v České Republice na srdeční a cévní onemocnění skoro 60 000 osob. Kardiovaskulární onemocnění postihuje stále mladší věkovou skupinu. Jsou také příčinou invalidity lidí v produktivním věku. Jedním z hlavních ukazatelů je vysoká hladina cholesterolu. Správné a přesné měření hladiny cholesterolu v krvi hraje roli v redukci morbidity a mortality u lidí se srdečně cévním onemocněním.

Mezi cíle mé bakalářské práce patří:

- 1) Změřit hladiny celkového cholesterolu vzorků obyvatel Plzeňska a Českobudějovicka
- 2) Porovnat a zjistit rozdíly v hladině celkového cholesterolu v obou lokalitách

Cholesterol v séru je stavební jednotkou buněčných membrán, je součástí lipoproteinů krevní plazmy, prekurzorem steroidních hormonů a žlučových kyselin. Syntéza probíhá z velké části v játrech, dále pak v periferních tkáních. Část cholesterolu přijímáme potravou (40 – 60 %). V plazmě se nachází cholesterol ve formě volné a ve formě vázané – tzv. estery cholesterolu. V praxi se v séru stanovuje cholesterol celkový (volná i esterifikovaná forma). Většina cholesterolu v séru je transportována ve formě LDL, méně ve formě HDL a VLDL lipoproteinů. Koncentrace cholesterolu v séru je výsledkem vzájemné interakce mezi syntézou cholesterolu, vstřebáním cholesterolu ve

střevě a jeho vylučováním. Biosyntéza cholesterolu je v játrech za fyziologických podmínek zpětnově inhibována absorbovaným cholesterolem ze střeva.

V teoretické části bakalářské práce jsem se zajímala o to, jaké potraviny zvyšují cholesterol a jakými potravinami můžeme vysokou hladinu cholesterolu snížit. Dále jsou v teoretické části popsána onemocnění, která se mohou při hypercholesterolémii objevit. Mezi nejzákladnější patří ateroskleróza a její komplikace, jimiž jsou ischemická choroba srdeční či cévní mozková příhoda. Jsou zde popsány preanalytické faktory, které mohou významně ovlivnit laboratorní vyšetření.

V praktické části je popsáno vše od příjmu biologického materiálu v laboratoři, přes jeho přípravu (centrifugaci, vytvoření aliquotů) až po vložení sekundárních vzorku do analytického přístroje. Výzkum k bakalářské práci jsem uskutečnila v biochemické laboratoři synlab czech s.r.o. v Českých Budějovicích. Zde jsem pod odborným dohledem vyšetřila celkem 100 vzorků venózní krve z Plzně a Českých Budějovic, u nichž jsem stanovila hladinu celkového cholesterolu v séru. Vyšetření biologického materiálu jsem provedla na automatickém biochemickém analyzátoru Cobas Integra 800. Ke stanovení cholesterolu se v rutinní praxi využívají enzymatické metody. Estery cholesterolu jsou cholesterol esterázou převedeny na volný cholesterol a mastné kyseliny. Volný cholesterol je oxidován cholesterol oxidázou na cholestenon a peroxid vodíku. Vzniklý peroxid vodíku reaguje s 4-aminoantipyrinem a fenol za vzniku červeného zbarvení a vody. Intenzita zbarvení je přímo úměrná koncentraci cholesterolu a je stanovena absorpční spektrofotometrií při 512 nm.

Naměřené laboratorní výsledky byly statisticky zpracovány a přehledně seřazeny do tabulky a grafů za pomoci počítačového programu. Výsledky z obou lokalit jsem si rozdělila podle pohlaví a vyhodnotila je pomocí grafů. Výsledky z Plzně a Českých Budějovic jsem postavila proti sobě a zjistila rozdíl v hladinách cholesterolu. Vše je uvedeno v tabulce i grafech. V Plzni byla naměřena hypercholesterolémie u 29 lidí. V Českých Budějovicích byla vysoká hladina cholesterolu detekována u 27 lidí.

Výzkumem jsem zjistila, že u více než poloviny náhodně vybraných zdravých jedinců z obou lokalit, byla zjištěna vysoká hladina cholesterolu v séru. Důvodem hypercholesterolémie u většiny vzorků může být špatné stravování, špatný životný styl či neúplná informovanost veřejnosti o rizicích aterosklerózy či jejích komplikacích. Během praktické části bakalářské práce jsem si osvojila principy laboratorní metody a získala praktické dovednosti při práci s biologickým materiálem.

## **Abstract**

Measuring cholesterol is considered as a screening test used primarily to determine cardiovascular risk and monitoring lipid-lowering therapy. Since this is a screening examination, there is a need for further laboratory tests - the lipid profile (HDL cholesterol, LDL cholesterol, triglycerides). Patients who get examined as a part of lipid-lowering therapy should follow a diet. These patients need to be examined more frequently. Population of Czech Republic is considered at risk of early occurrence of atherosclerosis and its complications. Every year in the Czech Republic nearly 60 000 people die from cardiac and vascular disease. Cardiovascular disease increasingly affects younger age group. They are also a cause of disability of people of working age.

One of the main indicators is high level of cholesterol. Accurate and precise measurement of blood cholesterol plays a role in the reduction of morbidity and mortality of people with cardiovascular disease.

The aim of this thesis is to:

- 1) Measure the total cholesterol sample population of Plzeň and České Budějovice
- 2) Compare and find differences in serum total cholesterol in both locations

Cholesterol in serum is a building block of cell membranes, a part of plasma lipoproteins, and a precursor of steroid hormones and bile acids. Synthesis takes place largely in the liver but also in peripheral tissues. Part of the cholesterol comes from our diet (40 – 60 %). In plasma cholesterol exists in a free form and in a bound form - the cholesterol esters. The examinations normally check for total cholesterol in serum. Most of the serum cholesterol is transported in the form of LDL, less in the form of HDL and VLDL lipoproteins. Serum cholesterol is the result of interaction between synthesis of cholesterol, absorption of cholesterol in the intestine and its excretion. Biosynthesis of cholesterol in liver under physiological conditions feedback-inhibits absorption of cholesterol from intestine.

In the theoretical part of the thesis I was interested in what foods increase cholesterol and what foods can reduce high cholesterol. Furthermore, the theoretical part describes diseases that may occur during hypercholesterolemia. The basic ones include atherosclerosis and its complications, which include heart disease or stroke. Preanalytical factor that may significantly affect laboratory tests are described in this part too.

The practical part describes everything from an intake of biological material in the laboratory through the preparation (centrifugation, creating aliquots) to insertion of a secondary sample into the analytical device. Research for the thesis was conducted in the biochemical laboratory of synlab czech s.r.o. in České Budějovice. In this part I investigate – under supervision – a total of 100 samples of venous blood from people of Plzeň and České Budějovice. I determined the total cholesterol in serum. Cobas Integra 800 automatic biochemical analyzer was used for the examination of the biological material. In routine practice enzymatic methods are used to determine levels of cholesterol. Cholesterol esters are converted by cholesterol esterase into free cholesterol and fatty acids. Free cholesterol is oxidized by cholesterol oxidase to form cholestenone and hydrogen peroxide. The resultant hydrogen peroxide reacts with 4-aminoantipyrine and phenol to form a red color and water. The color intensity is directly proportional to the concentration of cholesterol and is measured by absorption spectrophotometry at 512 nm.

Measured laboratory results were statistically processed and neatly sorted into tables and graphs using the computer program. Data from Plzeň and České Budějovice were sorted according to gender and evaluated using graphs. The data sets were then compared to each other and the difference in cholesterol levels was registered. All the results are in the table and graphs. Hypercholesterolemia was detected in 29 samples from Plzeň and 27 from České Budějovice.

The research shows that more than half of randomly selected healthy individuals from both cities had high levels of serum cholesterol. The cause of hypercholesterolemia of most samples can be poor diet, poor lifestyle or incomplete information to the public about the risks of atherosclerosis and its complications. During the practical part of the thesis I became familiar with the laboratory methods and I gained practical skills in working with biological material.

## **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 bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných 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 výsledky 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 3.5.2013

.....

(jméno a příjmení)



## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala mému školiteli, panu Ing. Jiřímu Kronikovi za vedení práce a zároveň paní MUDr. Zdeňce Kaskové za cenné rady při psaní bakalářské práce. Velké poděkování patří kolektivu biochemické laboratoře Synlab czech s.r.o., kde mi umožnili praktickou část bakalářské práce. Poděkování patří i mé rodině.

## OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>13</b>
<b>1. Současný stav .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Cholesterol .....</b>	<b>15</b>
1.1.1 Zdroj .....	16
1.1.2 Funkce v buňkách.....	17
1.1.3 Transformace .....	17
1.1.4 Metabolismus .....	19
1.1.5 Hyperlipidémie .....	20
<b>1.2 Stravovací návyky .....</b>	<b>22</b>
1.2.1 Alkohol a káva .....	23
1.2.2 Nasycené mastné kyseliny .....	24
1.2.3 Nenasycené mastné kyseliny .....	24
1.2.3.1 Omega-3 mastné kyseliny.....	25
1.2.4 Transmastné kyseliny .....	25
1.2.5 Antioxidanty .....	25
<b>1.3 Srdečně cévní onemocnění.....</b>	<b>27</b>
1.3.1 Ateroskleróza .....	27
1.3.1.1 Etiologie aterosklerózy .....	28
1.3.1.2 Patologie aterosklerózy.....	29
1.3.1.3 Rizikové faktory .....	30
1.3.2 Ischemická choroba srdeční .....	32
1.3.2.1 Etiologie.....	32
1.3.2.2. Rizikové faktory .....	33

1.3.2.3	Prevence ischemické choroby srdeční .....	36
1.3.3	Cévní mozkové příhody .....	37
1.3.3.1	Příčiny cévní mozkové příhody .....	37
1.3.3.3	Prevence cévní mozkové příhody .....	38
1.3.3.4	Rizikové faktory .....	39
<b>1.4</b>	<b>Preanalytická fáze – mimolaboratorní.....</b>	<b>40</b>
1.4.1	Význam biochemického vyšetření .....	40
1.4.1.1	Rozdělení biochemických vyšetření .....	41
1.4.2	Příprava pacienta .....	42
1.4.3	Preanalytické faktory neovlivnitelné.....	42
1.4.4	Preanalytické faktory ovlivnitelné .....	44
1.4.5	Odběr venózní krve .....	46
1.4.5.1	Odběrové zkumavky .....	46
1.4.5.2	Bezpečnost při odběru .....	47
1.4.5.3	Pomůcky potřebné k odběru venózní krve .....	48
1.4.5.4	Pracovní postup při odběru žilní krve.....	48
1.4.6	Identifikace biologického materiálu.....	50
1.4.7	Laboratorní žádanka .....	50
1.4.8	Transport biologického materiálu .....	51
1.4.8.1	Nejčastější chyby při transportu .....	52
1.4.9	Uchování biologického materiálu před analýzou.....	52
<b>2.</b>	<b>Cíl práce a hypotézy .....</b>	<b>54</b>
<b>3.</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>55</b>
<b>3.1</b>	<b>Preanalytická fáze – laboratorní.....</b>	<b>55</b>
3.1.1	Příjem biologického materiálu .....	55

3.1.1.1 Důvody odmítnutí biologického materiálu v laboratoři .....	57
3.1.2. Vložení identifikačních údajů do laboratorního informačního systému .....	57
3.1.3. Příprava analytického vzorku – centrifugace .....	58
3.1.4. Makroskopické hodnocení séra .....	59
3.1.5. Vytvoření sekundárních analytických vzorků – aliquotů.....	60
3.1.6. Vložení analytických vzorků do analyzátoru .....	61
<b>3.2. Analytická fáze .....</b>	<b>61</b>
3.2.1. Analyzátor Cobas Integra 800 .....	61
3.2.2. Stanovení celkového cholesterolu .....	62
3.2.2.1. Použití a princip testu .....	62
3.2.2.2. Preanalytické podmínky .....	63
<b>3.3. Postanalytická fáze.....</b>	<b>63</b>
<b>4. Výsledky .....</b>	<b>64</b>
4.1 Plzeň .....	64
4.2 České Budějovice.....	65
4.3 Porovnání hodnot celkového cholesterolu u obyvatel z Plzně a Českých Budějovic.....	67
<b>5. Diskuse.....</b>	<b>69</b>
<b>6. Závěr .....</b>	<b>71</b>
<b>7. Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>73</b>
<b>8. Klíčová slova .....</b>	<b>78</b>
<b>9. Přílohy.....</b>	<b>79</b>

## ÚVOD

Stanovení cholesterolu v séru se v klinické praxi používá především ke stanovení kardiovaskulárního rizika a k monitorování hypolipidemické léčby. Vyšetření se provádí u dospělých jednou za pět let většinou s dalším vyšetřením na stanovení lipidů v krvi, tzv. lipidový profil. U pacientů, kteří jsou pro profil sledováni a mají např. dietu na snížení cholesterolu, se vyšetření provádí častěji (*Fernandes et al., 2008*). Stanovení koncentrace celkového cholesterolu slouží pouze ke screeningu osob. Správné a přesné měření cholesterolu v krvi hraje důležitou roli v redukci morbiditu a mortality u lidí se srdečně cévním onemocněním (*Myers et al.*).

Obyvatele České Republiky jsou považováni za populaci se zvýšeným rizikovým profilem předčasné aterosklerózy. Hlavní úlohu hrají zvýšená průměrná hladina celkového a LDL – cholesterolu, vysoká prevalence kouření cigaret a obezity, malá tělesná aktivita, vysoký výskyt diabetu a hypertenze. V roce 1985 začala studie MONICA (Multinational Monitoring of Trends and Determinates in Cardiovascular Diseases), kdy stanovený celkový cholesterol u mužů byl 6,2 mmol/l a v roce 2000 klesla hodnota na 5,9 mmol/l. U žen poklesl celkový cholesterol z hodnoty 6,2 mmol/l na 5,8 mmol/l. Změna stravy v posledních letech také příznivě ovlivnila výsledky. Celková spotřeba tuků poklesla podle Českého statistického úřadu z 29 kg/rok v roce 1989 na 25 kg/rok v roce 1995 a od té doby k žádné výrazné změně nedošlo. Také celková spotřeba masa značně poklesla. Na snížení kardiovaskulární mortality, snížení invalidity, dlouhodobé nemocnosti a délky hospitalizace s kardiovaskulárními chorobami se podílí zlepšení péče o tyto pacienty. Stále odchází k rozvoji kardiologické péče. Zároveň se rozšířilo spektrum účinných léků pro nemocné s ICHS, hypertenzí i diabetem (*Šimánek, Urbanová, 2003*).

Potravinami obsahující cholesterol se setkáváme každý den. Největší podíl cholesterolu se nachází v živočišných tucích, jelikož rostliny cholesterol neobsahují. Výrazné zastoupení cholesterolu najdeme v tučném mase, vnitřnostech, uzeninách,

sádle, másle, tučných mléčných výrobcích, smetanových sýrech a vaječných žloutcích (*Meier, 2007*).

Pro kvantitativní stanovení celkového cholesterolu v séru se dnes využívá enzymatická kolorimetrická metoda prováděna na automatických analyzátorech. V posledním kroku stanovení dochází k měření absorbance vzorku spektrofotometrem při 512 nm (*Moghadasain et al., 2002*).

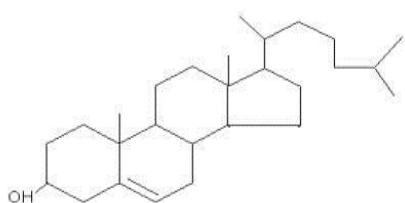
# 1. Současný stav

## 1.1 Cholesterol

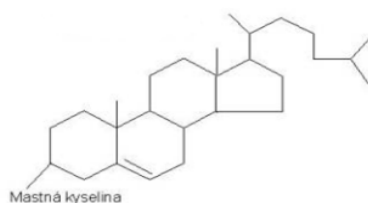
Je jednou ze základních sloučenin pro živočišnou buňku. Je původu exogenního (potrava) i endogenního (syntéza). Syntézy cholesterolu je schopna každá živočišná buňka. Syntéza probíhá zejména v hepatocytech, v nervové tkáni a enterocytech (Poledne, 1993). Vychází z dvouuhlíkatých štěpů (acetyl-CoA) a sestává se z několika desítek kroků. Klíčovým enzymem v syntéze je 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl-coenzym A reductáza (3-HMGCoA). Aktivita enzymu je regulována především zásobami cholesterolu v buňce. Při dostatku exogenního cholesterolu je aktivita enzymu tlumena. Při nedostatku cholesterolu v buňce je enzym aktivován a staruje syntézu cholesterolu (Lennarz, Lane, 2004).

Při narození dítěte je v jeho plazmě koncentrace cholesterolu velmi nízká (celkový cholesterol se pohybuje pod hodnotou 2,6 mmol/l). K rychlému vzestupu koncentrace dochází v prvním roku života. V dětství je průměrná hodnota koncentrace cholesterolu v plazmě 4,2 mmol/l (Marshall, Bangert, 2008).

V organismu můžeme najít cholesterol jak volný, tak i ve formě esterů cholesterolu s mastnými kyselinami. V plazmě najdeme především estery cholesterolu s kyselinou linolovou a linolenovou. Intracelulární (pool) cholesterol tvoří estery cholesterolu s kyselinou olejovou a palmitoolejovou (Novák, 2002).



**Obr. 1** Vzorec volného cholesterolu

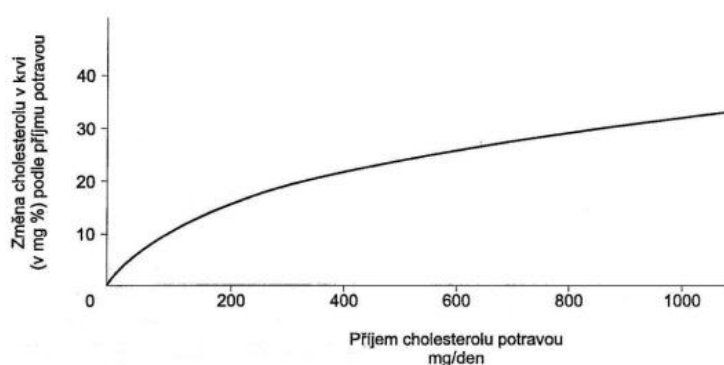


**Obr. 2** Vzorec esterifikovaného cholesterolu

Hladina cholesterolu, která vybočila z normálu, je vždy známkou toho, že látková přeměna nefunguje tak, jak by v ideálním případě fungovat měla. Jeho hladina v séru osob středního věku by se měla pohybovat v rozmezí 3,8 až 5,2mmol/l. Výzkumy vedou k domněnce, že nízká hladina cholesterolu nepůsobí na zdraví o nic lépe než hladina příliš vysoká. Při příliš nízké hladině cholesterolu se častěji vyskytuje deprese. Zdá se, že v případě depresí nevedou k onemocnění nízké hodnoty cholesterolu v krvi, ale jsou jen doprovodným příznakem. Pokud totiž dotyčný dostane deprese pod kontrolu, stoupne u něj zase většinou i hladina cholesterolu (Meier, 2007).

### 1.1.1 Zdroj

Cholesterol v lidském organismu pochází ze dvou zdrojů. Vnější zdroj cholesterolu (exogenní cholesterol) je potrava, kterou přijímáme téměř 20 - 40 % celkového cholesterolu. Cholesterol je z potravy vstřebáván ze zažívacího traktu. Najdeme ho v živočišných tucích, vnitřnostech, vaječném žloutku, uzeninách a tučných mléčných výrobcích. Vnitřní zdroj zaujímá 60 - 80 % produkce vlastního (endogenního) cholesterolu. Syntéza probíhá zejména v játrech a v distální části tenkého střeva. (Šimon et al., 2001).



**Graf 1** Závislost cholesterolu v krvi na jeho příjmu potravou  
(Zdroj: Šimon et al., 2001)



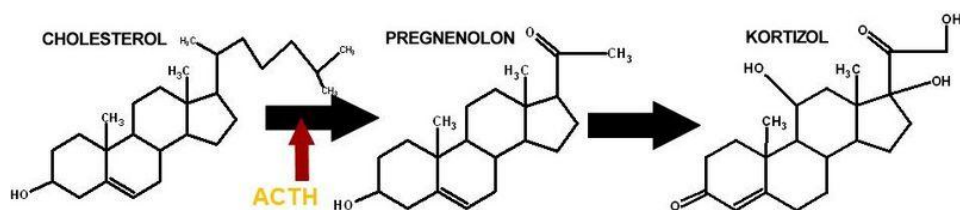
### ***1.1.2 Funkce v buňkách***

Cholesterol tvoří součást buněčných membrán. Stabilizuje jejich strukturu vazbami hydroxylových skupin s polárními částmi fosfolipidů, sfingolipidů a vazbou steroidní části cholesterolu s řetězci mastných kyselin. Zajišťuje permeabilitu membrán. Podílí se na mezibuněčné komunikaci (intracelulární transport, přenos nervových vzruchů, buněčných signálů). Podílí se na produkci pohlavních hormonů (androgeny, estrogeny), hormonů v nadledvinách (kortizol, aldosteron). Pomáhá v produkci žluči. Je důležitý pro metabolismus v tukách rozpustných vitaminů, včetně vitaminu D, E a K (*Češka, 2005*).

### ***1.1.3 Transformace***

Základem všech sterolových derivátů je cyklopentanoperhydrofenanthrenová struktura. Primárním steroidem u člověka je cholesterol. Z cholesterolu se metabolicky odvozují steroidní hormony (glukokortikoidy, mineralokortikoidy, pohlavní hormony), vitamin D, primární a sekundární žlučové kyseliny. Hydroxylová skupina na třetím uhlíkovém atomu cholesterolu může esterově vázat acylový zbytek mastné kyseliny přenášené v plazmě z lecitinu za vzniku esterů cholesterolu. Vše probíhá v přítomnosti enzymu lecitin-cholesterolacyltransferasy (LCAT). V buňce katalyzuje syntézu cholesterol esterů enzym acyl-cholesterol-acyltransferasa (ACAT). Dvě třetiny cholesterolu v těle se vyskytuje ve formě esterů (*Schneiderka, 2004*).

Glukokortikoidy jsou produkovány hlavně kůrou nadledvin. Mezi nejdůležitější glukokortikoidy patří kortizol (neboli hydrokortizon). Hlavní funkcí glukokortikoidů je účinek na metabolismus lipidů, sacharidů a proteinů. Chemickým základem glukokortikoidů je steranové jádro (cyklopentanoperhydrofenantren) složené ze 17 uhlíků. V nadledvinách vzniká z cholesterolu, který je pomocí enzymu ACTH (adrenokortikotropní hormon) přeměněn na pregnenolon. Z pregnenolonu postupně vzniká kortizol a další steroidy.



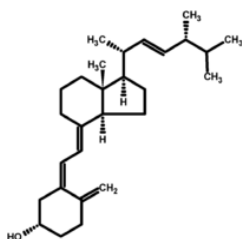
**Obr. 3** Přeměna cholesterolu na kortizol

(Zdroj: Voet, Voet, Pratt, 2008)

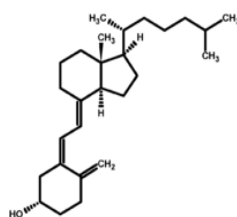
Mineralokortikoidy patří také mezi hormony kůry nadledvin. Vznikají taktéž z cyklopentanoperhydrofenantrenového jádra. Převažující účinek je na vylučování  $\text{Na}^+$  a  $\text{K}^+$  iontů. Nejvýznamnějším mineralokortikoidem je aldosteron (Voet, Voet, Pratt, 2008).

Mezi pohlavní hormony vznikající z cholesterolu patří androgeny a estrogeny. Androgeny se tvoří ve varlatech a jejich hlavním představitelem je testosteron. Tento hormon je nezbytný pro zrání spermií, vývoj jedince mužského pohlaví, pohlavních orgánů i sekundárních pohlavních znaků, zvyšuje proteosyntézu. Estrogeny se tvoří ve zdravém folikulu, částečně ve žlutém tělísku a v průběhu těhotenství i v placentě. Estrogeny ovlivňují vývoj pohlavních hormonů i druhotných pohlavních znaků žen, jsou nutné pro vývoj vajíčka, zvyšují tvorbu bílkovin, zadržují vodu a minerály, zvyšují ukládání vápníku v kostech (Zima *et al.*, 2007).

Vitamin D zahrnuje několik kalciferolů. D2 – ergokalciferol je rostlinného původu a D3 – cholekalciferol je původu živočišného. D3 vzniká v lidské kůži pomocí UV záření (vlnová délka 290 až 315 nm) z dehydrocholesterolu. D2 i D3 jsou biologicky inaktivní. Aktivují se ve dvou krocích: v játrech se mění pomocí enzymu 25-hydroxyláza na 25-hydroxycholecalciferol (kalcidiol), který je v ledvinách přeměněn pomocí enzymu 1-hydroxyláza na 1,25-dihydrocholecalciferol (kalcitriol). Vitamin D zajišťuje udržování homeostázy vápníku a fosforu.



**Obr. 4** Vitamin D2

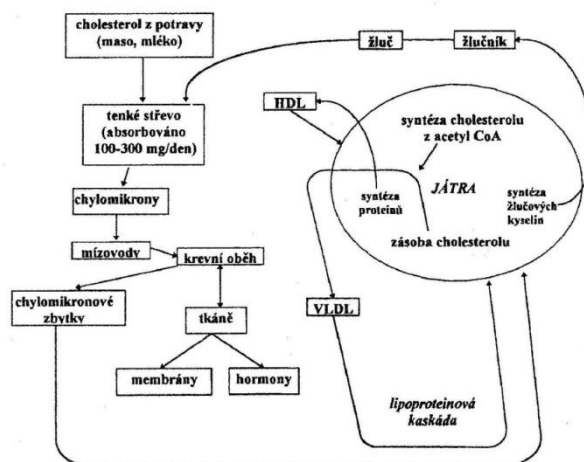


**Obr. 5** Vitamin D3

Žlučové kyseliny jsou steroidní sloučeniny vznikající oxidací cholesterolu. Kyseliny mají významnou roli pro trávení lipidů, v metabolismu cholesterolu a jeho odstraňování z organismu. Mezi primární žlučové kyseliny patří kyselina cholová a chenodeoxycholová. Kyseliny vznikají syntézou z cholesterolu v játrech (*Marshall, Bangest, 2008*). Jaterní buňky jsou schopny přeměnit až 75 % cholesterolu na žlučové kyseliny. Regulace jejich vzniku je založena na principu zpětné vazby. Pokud je koncentrace kyselin vysoká, syntéza je bržděna a je urychlena jejich sekrece do žluče. Mezi sekundární žlučové kyseliny patří kyselina deoxycholová a lithocholová, které vznikají činností střevní flóry (*Zima et al., 2007*).

#### **1.1.4 Metabolismus**

I když schopnost syntézy cholesterolu má většina buněk, značná část cca 90 % probíhá v játrech a ve střevě. Buňky periferních tkání jsou závislé na příjmu cholesterolu z oběhu. Biosyntéza cholesterolu je v játrech za fyziologických podmínek zpětnovazebně inhibována absorbovaným cholesterolem ze střeva. Ten se dostává do jater ve formě chylomikronových částic (*Novák, 2002*).



**Obr. 6** Schéma metabolické cesty cholesterolu v těle

(Zdroj: Novák, 2002)

### 1.1.5 Hyperlipidémie

Hyperlipidémie je součástí metabolického syndromu. Je to onemocnění, při kterém dochází ke změně koncentraci a hladiny lipidů v krevní plazmě. Porucha vzniká buď na základě nadměrné syntézy, nebo sníženého odbourávání lipidů (Češka, 2005). Největší podíl na vzniku onemocnění má nesprávný životní styl – především špatné stravování. U zdravého člověka by se měly hodnoty krevních tuků pohybovat u celkového cholesterolu pod 5,2 mmol/l, HDL cholesterol nad 1,0 – 1,3 mmol/l, LDL částice pod 2,7 – 3,0 mmol/l a hladina triacylglycerolů do 1,7 – 1,9 mmol/l.

Lipidová frakce	Koncentrace lipidů [mmol/l]		
	žádoucí	hraniční	nežádoucí
Cholesterol	< 5,18	5,15 – 6,19	> 6,22
HDL cholesterol	≥ 1,42	0,91 – 1,40	< 0,91
LDL cholesterol	< 3,37	3,37 – 4,12	≥ 4,14
triacylglyceroly	< 2,83	2,83 – 5,65	> 5,65

**Tabulka 1** Hodnoty lipidové frakce v krvi (Zdroj: Češka, 2005)

Hyperlipidémie se podílí především na vzniku aterosklerózy. Jediným způsobem, jak snížit hyperlipidémii, tedy i riziko srdečně cévních onemocnění je snížit tělesnou hmotnost, zvýšit pohybovou aktivitou a v poslední řadě nasadit medikamentózní léčbu (Češka, 2005).

## 1.2 Stravovací návyky

K vysoké hladině cholesterolu podmíněné stravováním nedochází požíváním jedné konkrétní potraviny s vysokým obsahem cholesterolu, ale jedná se o celkový způsob stravování. U pacientů, kterým byla zjištěna zvýšená hladina cholesterolu, je doporučena nízkocholesterolová dieta. V takovém případě se omezují tuky především živočišného původu (*Meier, 2007*).

Cholesterol je obsažen v potravinách živočišného původu, rostliny cholesterol nemají. Nejvíce tuků a cholesterolu obsahují: tučná masa, vnitřnosti, uzeniny a masové výrobky, slanina, škvarky, lůj, sádlo, máslo, tučné mléčné výrobky, smetanové sýry, vaječné žloutky a výrobky z nich. Ideální jídelní lístek by měl být složen z 20 % bílkovin, 30 % tuky (především původu rostlinného) a 50-60 % sacharidy (polysacharidy).

Živočišné tuky se vyskytují v potravinách ve formě volné (máslo, sádlo, lůj) a ve formě vázané – skryté v potravinách živočišného původu (maso, uzeniny, mléčné výrobky, sýry). Živočišné tuky obsahují více nasycených mastných kyselin a jsou zdrojem cholesterolu (*Pánek, 2002*).

Při výběru potravin bychom měli volit potraviny s označením nízkotučné nebo light. Z masa bychom měli dát přednost rybám a libové drůbeži. U mléčných výrobků, jogurtů, tvarohů a mléka sledujeme údaj na etiketě, kde je tučnost uvedena v procentech tuku v sušině. Měli bychom volit výrobky s obsahem do 2 % tuku v sušině. U sýrů se doporučuje obsah do 30 % tuku v sušině.

Rostlinné tuky obsahují důležité, nenasycené mastné kyseliny, které si naše tělo nedokáže samo vyrobit. Rostlinné tuky najdeme v podobě olejů a margarínů s uvedením druhu a původu (oleje olivové, slunečnicové, sójové, kukuřičné). Přidáním rostlinného oleje např. do zeleninového salátu zlepšíme vstřebatelnost vitaminů A, D, E, K (*Meier, 2007*).

### ***1.2.1 Alkohol a káva***

V 80. letech minulého století bylo zjištěno, že počet výskytů infarktu myokardu ve Francii se pohybuje pod průměrem jiných národů. Dnes je známo, proč Francouzi i lidé, kteří se podobně stravují, jsou do značné míry chráněni před poruchami látkové výměny a srdečním infarktem.

Výzkum sekundárních rostlinných látek vyvolal vzruch kolem tzv. francouzského paradoxu. Mnoho z těchto substancí může mít šetřící účinek na srdce. Tyto substance se nacházejí v červeném víně, kterým Francouzi rádi své jídlo zapíjejí (*Meier, 2007*). Přítomné antioxidanty ze skupiny polyfenolů působí proti oxidaci LDL-cholesterolu. Požívání i jiných alkoholických nápojů, nejen vína, chrání srdce a cévní systém. Poděkování patří alkoholu, ale jen v rozumné míře.

Po jídle bohatém na tuky je krev zaplavena nadměrným množstvím tukových molekul. Na chvíli dojde k tzv. hyperlipidémii (k nadbytku tuku v krvi) s negativním účinkem na srážlivost krve. Alkohol proces do značné míry neutralizuje, protože snižuje aktivitu srážlivosti. Tyto poznatky však nesouvisí s nadměrným požíváním alkoholu (*Budinský, 2010*).

Vedlejší zdravotní účinky se mohou objevit i po požití kávy. U nefiltrované kávy můžeme najít látku, která je schopna zvednout hladinu cholesterolu. Při filtrování může být tato látka do značné míry zbavena aktivity. Jedná-li se tedy o filtrovanou kávu, můžeme si dopřát jeden až dva šálky denně, aniž bychom měli špatné svědomí. Jinak je tomu, dáváme-li přednost kávě instantní nebo bez kofeinu (*Meier, 2007*).

### ***1.2.2 Nasycené mastné kyseliny***

To, co člověk označuje jako „špatný“ tuk, který vede k tloušťnutí, jsou tzv. nasycené mastné kyseliny. Kromě špatných vlastností mají i důležitou přednost – jsou využívány k vytvoření energie. Tělo přijme vždy všechnu energii z potravin, kterou mu dodáme, ale všechnu energii nespotřebuje. Proto si nadbytečnou energii uchovává na horší časy (*Meier, 2007*). Nasycené mastné kyseliny najdeme převážně v potravě živočišného původu. Vrstva tuku pod kůží kuřete, máslo, tučný okraj vepřové pečeně, to vše jsou nasycené mastné kyseliny. S mastnými kyselinami bychom měli šetřit, ale ne je úplně vyškrtnou ze svého jídelníčku (*Pánek et al., 2002*).

Dále existují jednoduché a složené nenasycené mastné kyseliny. Složené nenasycené mastné kyseliny najdeme ve slunečnicovém oleji, margarínech, v různých druzích ořechů, v rybách a semenech. Důležití zástupci jednoduchých nenasycených mastných kyselin se nazývají omega-3 a omega-6, kdy každý plní jiné úkoly (*Meier, 2007*).

### ***1.2.3 Nenasycené mastné kyseliny***

Ostatní složené nenasycené mastné kyseliny mohou při hojné konzumaci snížit hladinu cholesterolu, nedělají však rozdíl mezi HDL a LDL. Mastné kyseliny nasycené i nenasycené organismus využívá jako stavební látku pro buněčné stěny ke zvýšení jejich pohyblivosti. Kromě toho mohou složené nenasycené mastné kyseliny převzít úlohu látek, které předávají informace. Při tom jim pomáhají enzymy. Mezi pozitivní účinky omega-3 mastných kyselin můžeme zařadit snížení množství triglyceridů, celkového množství cholesterolu, LDL-cholesterolu. Omega-3 mastné kyseliny mají pozitivní vliv na hladinu HDL-cholesterolu. Požíváním potravin z přirozeného okolí, např. z lesa konzumací hub a semen přijímáme větší množství omega-3 mastných kyselin (*Pánek et al., 2002*).



### ***1.2.3.1 Omega-3 mastné kyseliny***

Ideálními druhy ryb s obsahem omega-3 mastných kyselin jsou tuňák, losos, sled', makrela a měli bychom je zařazovat do našeho jídelníčku co nejčastěji. Minimálně dvakrát za týden. Nemusíme upřednostňovat jen čerstvé ryby, ale můžeme je nahradit i konzervovaným tuňákem či makrelou. Ryby jsou sice nejlepším zdrojem omega-3 mastných kyselin, ale ne jediným. Nacházejí se také ve lněných semenech, především ve lněném a řepkovém oleji, sójových výrobcích (*Pánek et al., 2002*).

### ***1.2.4 Transmastné kyseliny***

V přírodě se vyskytují jen v malém množství v bachoru přežvýkavců. Mohou ale vzniknout ve velkém množství při ztužování rostlinných tuků. Je těžké jmenovat, ve kterých potravinách bohatých na tuk se ve velkém množství transmastné kyseliny vyskytují. Ztužené rostlinné tuky, k nimž patří i margarín, bychom měli zařazovat do jídelníčku co nejméně. Vysoký příjem kyselin nalezneme u lidí, kteří často konzumují ve velké míře fritovaná jídla ve stáncích nebo restauracích s rychlým občerstvením. Působením transmastných kyselin stoupá celkové množství cholesterolu a LDL-cholesterolu, zatímco množství HDL-cholesterolu klesá (*Meier, 2007*).

### ***1.2.5 Antioxidanty***

Jedná se o látky, které mohou působit proti oxidačním jevům v těle. Proces, při němž dochází ke vzniku volných radikálů, je do určité míry přirozený a také žádoucí. Náš imunitní systém zachycuje volné radikály a tak je stále aktivní. Při moderním způsobu života se to však může vymknout kontrole. Kouření, nesprávné jídlo, slunečné záření, jedy v životním prostředí, to vše může vést k probuzení aktivity volných radikálů uvnitř těla a tím se lehce zvýší zatížení obranyschopnosti našeho organismu. Pomoc imunitnímu systému může jen strava. Velký přísun antioxidantů zmírní rizikové

následky oxidačních procesů. Ochranu před zoxidovaným LDL-cholesterolem zajišťuje vitamin C, E, beta karoten. Vitamin C a beta karoten najdeme v čerstvé zelenině a ovoci, vitamin E je především v olejích (*Meier, 2007*).

### 1.3 Srdečně cévní onemocnění

Onemocnění srdce a cév, tzv. kardiovaskulární onemocnění, jsou nejčastější příčinou úmrtí ve všech průmyslově vyspělých zemích světa, včetně České Republiky. Každý rok u nás umírá na srdeční a cévní nemoci téměř 60 000 osob. Kardiovaskulární onemocnění postihují stále mladší věkové skupiny a jsou nejčastější příčinou invalidity lidí v produktivním věku. V ČR přispívají k rozvoji aterosklerózy především zvýšená průměrná hladina celkového a LDL cholesterolu, vysoká prevalence kouření cigaret a obezity, malá tělesná aktivita, vysoký výskyt diabetu mellitus a hypertenze (*Šimánek, Urbanová, 2003*). Pokrok v prevenci a léčbě srdečních chorob může vést k prodloužení průměrné délky života u nás.

V pozadí velké většiny kardiovaskulárních chorob stojí ateroskleróza a její komplikace, jako jsou ischemická choroba srdeční (především infarkt myokardu a angina pectoris), cévní mozkové příhody (mozkové mrtvice) nebo případně ischemická choroba (ucpávání tepen) dolních končetin (*Češka, Štochllová, 2002*).

#### 1.3.1 Ateroskleróza

Ateroskleróza je jedna z nejčastějších příčin onemocnění a úmrtí u lidí, způsobená zvýšenou akumulací lipidů zejména volného a esterifikovaného cholesterolu v cévní stěně (*Češka, 2010*). Postižená místa v intimě kapilár akumulují cholesterol ve strukturách označovaných jako cholesterolové pláty (ateromata). Vznik cholesterolových plátů je důsledkem poruchy transportu cholesterolu. Je způsobena nerovnováhou mezi vstupem a výstupem lipoproteinových částic do intimy. Aterosklerotické pláty zužují průsvit cévy a brání normálnímu průtoku krve. Nakonec aterosklerotický plát praská, na jeho povrchu dochází ke vzniku sraženiny a ta definitivně uzavře cévu (*Češka, 2010*).

**(Příloha č. 1 Aterosklerotická tepna)**

Následkem aterosklerózy může být ischemická choroba srdeční, cévní mozková příhoda nebo ischemická choroba dolních končetin. Bližším studiem se začali lékaři a vědci podrobně zabývat v 19. století. Aterosklerózu definoval James Herrick v roce 1912: “Aterosklerózu lze definovat jako chronické onemocnění cévní intimy, provázené akumulací cholesterolu, fibrózní tkáně, některých dalších komponent krve a změnami v medii cévní stěny.“

Přímý vztah k rozvoji aterosklerózy a k jejím důsledkům a komplikacím má cholesterol. Např. jedinec s koncentrací 6,5 mmol/l má dvojnásobné riziko rozvoje ICHS oproti osobě s koncentrací 5,2 mmol/l (*Špinar et al., 2003*).

#### ***1.3.1.1 Etiologie aterosklerózy***

Etiologie aterosklerózy je multifaktoriální. Z desítek teorií vzniku aterosklerózy jsou nejrozšířenější dvě: lipidová hypotéza a Rossova teorie o poškození endotelu.

**Lipidová hypotéza** předpokládá, že hlavní příčinou aterosklerózy je infiltrace cévní stěny lipidy. Zde mají nejvýznamnější roli lipoproteiny o nízké denzitě, tedy LDL. Při zvýšené koncentraci LDL pronikají přímo do endotelu cévní arterií. Především buňky hladkých svalů a makrofágy zvyšují spotřebu LDL. Do určitého množství jsou schopny elementy LDL degradovat. Při zvýšené koncentraci dochází k hromadění tuku, především ve formě esterů cholesterolu. Makrofágy i buňky hladkého svalstva se přeměňují na buňky pěnové, které jsou základem ateromové léze.

**Rossova hypotéza** považuje poškození endotelu za základ v rozvoji aterosklerotické léze. Na poškozeném endotelu adherují trombocyty, které uvolňují PDGF (platelet derived growth factor) a další mitogeny, které vedou k proliferaci buněk hladkých svalů a ke zvýšení syntézy extracelulární matrix z elastických vláken,

kolagenu a proteoglykanů. Akumulace lipoproteinů je podle této teorie sekundární (*Špinar et al., 2003*).

### **1.3.1.2 Patologie aterosklerózy**

Z patologicko-anatomického hlediska jsou rozlišovány tři základní formy aterosklerózy:

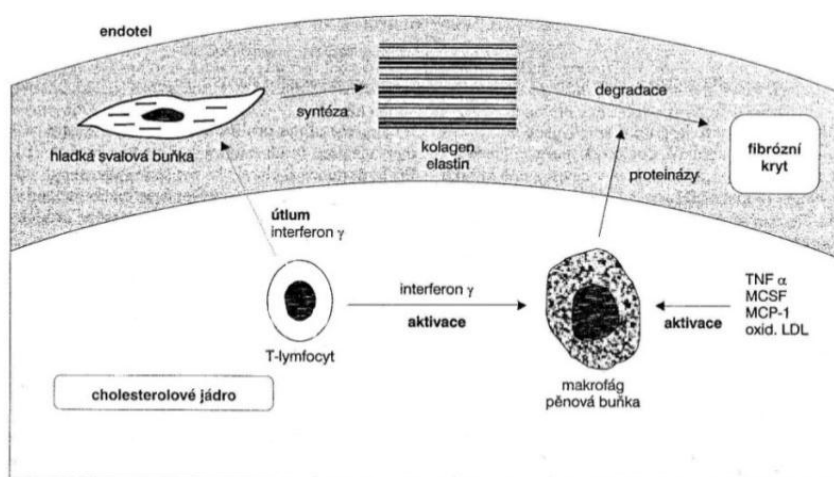
- 1) časné léze, tukové buňky
- 2) fibrózní a ateromové pláty
- 3) stádium komplikací, tzv. komplikované léze

**Tukové proužky** (fatty streaks) jsou nejčastější, u všech přítomnou formou aterosklerózy. Lze je běžně najít v dětském věku, někdy i u novorozenců (*Češka, 2010*). Tukové proužky se nacházejí ve velkých cévách, v jejich intimě (*Špinar et al., 2003*). Makroskopicky jsou žluté barvy a významně neovlivňují průtok krve. Základními buněčnými elementy v tukových buňkách jsou pěnové buňky (*Češka, 2010*). Vznikají buď z makrofágů, které jsou chemicky atrahovány do cévní stěny, kde akumulují lipidy (ve formě esterů cholesterolu) a mění se v buňky pěnové nebo pěnové buňky vznikají z buněk hladkých svalů, které migrují z medie do intimy, kde dochází k hromadění esterů cholesterolu. Dalšími přítomnými buněčnými elementy v tukových buňkách jsou T lymfocyty (CD4, CD8). Tukové proužky nejsou zcela stabilní. Během života se mohou dále vyvíjet v další aterosklerotické léze (*Špinar et al., 2003*).

**Fibrózní pláty** (ateromy) jsou větší, ostře ohraničená ložiska ve stěně cév. Jsou tužší nebo chrupavčité konzistence. Pronikají do lumina artérií, jejich barva je bledě šedá, někdy žlutá (podle obsahu tuků). Představují ztlustění cévní stěny, vyklenují se do lumina a tím může dojít k částečné nebo úplné obstrukci lumina cévy. Ve fibrózních plátech najdeme velké množství proliferujících buněk hladkých svalů, makrofágů v různém stupni přeměny na buňky pěnové a lymfocyty. Tato buněčná směs je uložena ve hmotě, tvořené kolagenním matrix a volnými depozity tuků. Hlubší vrstvy fibrózního

plátu mohou podléhat nekróze. Nekrotická ložiska mohou kalcifikovat a obsahují cholesterolové krystaly (Češka et al., 2010).

**Komplikované léze** vznikají z fibrózních plátů masivní kalcifikací a degenerativními změnami (ulcerace, ruptura), které se stávají místem adherence trombocytů, agregace, trombózy a organizace trombu. Trombóza je pak příčinou náhlého cévního uzávěru (Češka et al., 2010).



**Obr. 7** Zjednodušené schéma tvorby a degradace fibrózního krytu aterosklerotického plátu (Zdroj: Špinar et al., 2003)

### 1.3.1.3 Rizikové faktory

*Neovlivnitelná rizika:*

- Věk

Ateroskleróza je dlouhodobý proces. Pravděpodobnost její manifestace proto vzrůstá s věkem. Za rizikový věk se považuje 45 let u mužů a 55 let a vyšší u žen.

- *Pohlaví*

Muži mají výrazně vyšší riziko aterosklerózy než ženy do menopauzy. Riziko u žen se po menopauze bez substituční léčby estrogeny zvyšuje.

- *Genetické faktory, rodinná anamnéza*

*Ovlivnitelná rizika:*

- *Hyperlipoproteinémie*

Riziková je hypercholesterolémie nad 6,2 mmol/l. Hodnota 5,2 – 6,2 je považována za hraniční.

- *Kouření*

Kouření cigaret výrazně zvyšuje výskyt ischemické choroby srdeční (ICHS) i úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění.

- *Arteriální hypertenze*

Hodnota nad 140/90 mm Hg je považována za jeden ze tří nejdůležitějších rizikových faktorů kardiovaskulárního onemocnění.

- *Diabetes mellitus*

Diabetes mellitus i porušená glukózová tolerance jsou spojeny s předčasnou manifestací aterosklerózy

- *Obezita*

Se stoupajícím BMI (body mass index) se zvyšuje kardiovaskulární mortalita. Vzestup mortality je dán především vzestupem ICHS, cévní mozkové příhody i nádorových a dalších onemocnění.

- *Trombogenní rizikové faktory*

Vysoká hladina fibrinogenu v séru je samostatným nezávislým rizikovým faktorem ICHS.

*(Češka et al., 2010; Špinar et al., 2003)*

### **1.3.2 Ischemická choroba srdeční**

Jedná se o onemocnění, které vzniká na podkladě akutního nebo chronického omezení, případně zastavení přítoku krve vlivem změn na věnčitých tepnách do určité oblasti srdečního svalu. Zde vzniká ischemie až nekróza. K poškození svalu dochází z důvodu nepoměru mezi dodávkou a potřebou kyslíku v myokardu (*Karges, Dahouk, 2011*).

Kardiovaskulární choroby jsou u nás také na prvním místě v příčinách úmrtí – v roce 2008 na ně zemřelo 52 000 lidí, což představovalo 50 % všech úmrtí. V posledních 20 letech je vidět v ČR významný pokles kardiovaskulární mortality. Nové a účinnější způsoby léčby jsou odpovědné pouze za část tohoto poklesu. Daleko větší význam zřejmě mají změny životního stylu. V České Republice jsou patrné regionální rozdíly. Doposud nebylo prokázáno, že by za tyto rozdíly byly zodpovědné jen samotné rizikové faktory. Příčinu musíme hledat i v exogenním působení obecných zdrojů, tj. v životním stylu populace, ekologické a socioekonomické situace v daném regionu (*Špinar et al., 2003*).

#### **1.3.2.1 Etiologie**

*Příčin vzniku nemoci je několik:*

- Nejčastější příčinou je aterosklerotické postižení koronárních tepen; vzácně se jedná o postižení při infekčních onemocnění, embolii nebo anomální odstupy věnčitých tepen – tzv. fixní stenóza
- Spazmy koronárních tepen – tzv. dynamická stenóza
- Výrazná hypertrofie myokardu může způsobit koronární nedostatečnost i při normálních koronárních tepnách
- Syndrom X – tzv. onemocnění malých cév

*(Špinar et al., 2003)*



### ***1.3.2.2. Rizikové faktory***

#### *Faktory životního stylu*

- Nutrice s vysokým obsahem nasycených tuků, cholesterolu
- Kouření cigaret, nadměrná spotřeba alkoholu
- Nízká tělesná aktivita

#### *Nemodifikovatelné osobní charakteristiky*

- Mužské pohlaví, věk (vyšší než 45 let u mužů, postmenopauzální věk u žen)
- Rodinná anamnéza předčasné ICHS (u mužů ve věku nižším než 55 let a u žen nižším než 65 let)
- Osobní anamnéza ICHS nebo jiné manifestace aterosklerózy nebo nález asymptomatické formy choroby

#### *Biochemické a fyziologické charakteristiky*

- Zvýšený celkový cholesterol v plazmě (především LDL-frakce)
- Nízký HDL cholesterol, zvýšené triglyceridy
- Hyperglykémie, Diabetes Mellitus, porucha glycidového metabolismu
- Obezita centrálního typu
- Trombogenní faktory (zvýšená hladina fibrinogenu, faktoru VII, inhibitor aktivátoru plazminogenu – PAI-1)

*(Špinar et al., 2003)*

Existují tři hlavní požadavky jak snížit rozvoj aterosklerózy a ICHS u jednotlivce i v populaci:

- Správně se stravovat
- Nekouřit
- Být tělesně aktivní

*Nutrice* hraje jednu z hlavních rolí při vzniku chronických neinfekčních chorob, mezi něž patří ateroskleróza a ischemická choroba srdeční. (*Šimon et al., 2001*).

Změna dietních návyků může významně ovlivnit mortalitu a výskyt ischemické choroby srdeční v populaci. Dieta obohacená o rostlinné oleje s vyšším obsahem kyseliny alfa-linolenové a olejové má přídatný protektivní efekt v prevenci ischemické choroby srdeční (**Příloha č. 2** Zásady dietních opatření).

U *alkoholu* bylo prokázáno, že mírná spotřeba alkoholu (do 50 g /den) má protektivní účinky – snižuje mortalitu ICHS asi o 30 % a mírně snižuje celkovou mortalitu. Mechanismus, jímž se protektivní efekt uplatňuje, není zcela objasněn. Vliv alkoholu na hladinu lipidů není u všech jedinců stejný. Je geneticky podmíněn (*Budinský, 2010*).

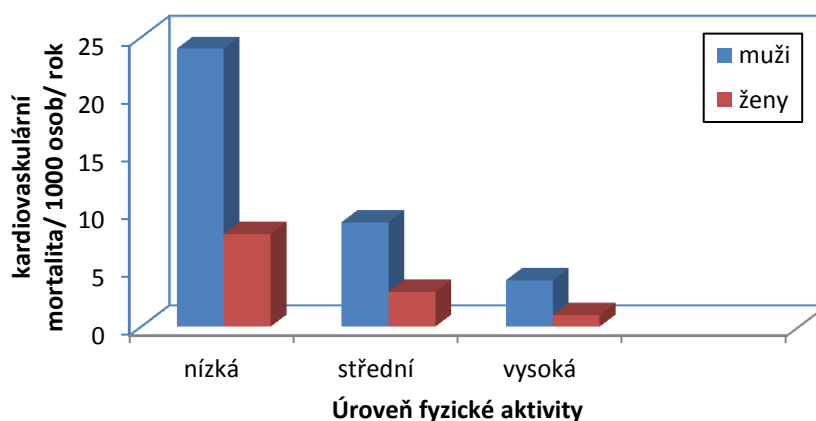
*Kouření* patří mezi nejzhoubnější návyky lidstva. Působí asi 50 % všech úmrtí, kterým by se dalo předejít. Polovina z nich se týká kardiovaskulárních chorob. Kouření zvyšuje riziko rozvoje ischemické choroby srdeční zejména u osob, které mají současně vysoké hladiny cholesterolu, hypertenzi či diabetes mellitus (*Špinar et al., 2003*).

*Obezita* zvyšuje riziko vzniku hypertenze, vysoké hladiny cholesterolu v plazmě, diabetu mellitu a je nezávislým rizikovým faktorem pro ischemickou chorobu srdeční a cévní mozkovou příhodu. K určení nadváhy nebo obezity se nejčastěji využívá Body Mass Indexu (BMI), který definoval A. Quetelet jako „poměr hmotnosti (kg) a druhé mocniny výšky (m).“ Hranice nadváhy a obezity se v různých zemích liší. Většinou se nadváha definuje BMI  $\geq 25$  a obezita jako BMI  $\geq 30$ . BMI  $\geq 40$  se označuje jako těžká nebo také morbidní obezita, která je spojena s řadou komplikací a vysokou úmrtností.

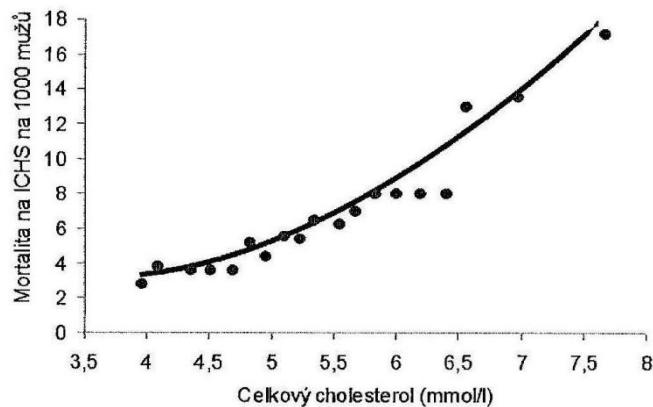
BMI kg/m <sup>2</sup>	Kategorie obezity	Zdravotní rizika
18,5 – 24,9	normální hmotnost	malá
25,0 – 29,9	nadváha	malá
< 27	nadváha	nízká
≥ 27	nadváha	lehce zvýšená
30,0 – 34,9	obezita I. stupně	vysoká
35,0 – 39,9	obezita II. stupně	vysoká
> 40,0	obezita III. stupně	velmi vysoká

**Tabulka 2** Kategorie obezity a zdravotní rizika podle Světové zdravotnické organizace a International Obesity Task Force (Zdroj: Šimon et al., 2001)

Z kardiologického hlediska má pravidelný *fyzický trénink* přímý a nepřímý vliv na kardiovaskulární systém, přičemž oba mohou zlepšit funkční kapacitu organismu a snížit pravděpodobnost srdečních komplikací. Nepřímý vliv vede k redukci rizikových faktorů, posílení svalstva a určité změně životního stylu. Přímý vliv má za následek snížení klidové a zátěžové frekvence, snížení krevního tlaku a zlepšení kontraktility myokardu (Špinar et al, 2003).



**Graf 2** Vztah mezi fyzickou aktivitou a kardiovaskulární mortalitou pro muže i ženy během 8 let sledování (Zdroj: Špinar et al., 2003)



**Graf 3** Riziko ICHS v závislosti na koncentraci celkového cholesterolu  
(Zdroj: Soška, 2001)

### 1.3.2.3 Prevence ischemické choroby srdeční

Cílem primární i sekundární prevence je snížit riziko kardiovaskulárních nemocí a tím snížení předčasné invalidity a mortality.

Mezi režimová opatření se řadí: zanechání kouření, zdravější strava, fyzická aktivita a dosažení ideální tělesné hmotnosti.

Ostatní rizikové faktory: celkový cholesterol < 5,0 mmol/l

LDL cholesterol < 3,0 mmol/l

krvní tlak 140/90 mmHg

Pokud se nedaří pomocí režimových opatření těchto hodnot dosáhnout, je nutné zahájit farmakologickou léčbu (Šimon et al., 2001).

### ***1.3.3 Cévní mozkové příhody***

Pojmem mozková mrtvice se rozumí náhlé selhání funkcí v určité části mozku. Příčina spočívá buď v nedokrvení čili zástavě přívodu krve (ischemii) v důsledku uzavření cévy, která danou část mozku zásobuje krví nebo je způsobena krvácením (hemoragií) do mozku v důsledku prasknutí cévy.

Mozková mrtvice souvisí s vysokým věkem. Se stárnoucí populací (u věkové skupiny 75 – 80 let) se zvyšuje i procento výskytu mozkové mrtvice (*Zima, 2007*).

#### ***1.3.3.1 Příčiny cévní mozkové příhody***

Příčina cévní mozkové příhody spočívá buď v cévní ucpávce, nebo krvácením do mozku (hemoragií).

- *Mrtvice zaviněná cévní ucpávkou*

Mozek vyžaduje pro své fungování velký přísun krve, který s sebou přivádí potřebné množství kyslíku a glukózy. Pokud dojde k zablokování cévy, která má na starost přívod krve do mozku, mozek začne strádat. Taková to situace se nazývá ischemie. Mrtvicím v důsledku cévní ucpávky říkáme ischemická mrtvice. Pokud je céva neprůchodná delší dobu, dojde k trvalému poškození dané části mozku a jejímu odumření. Pokud se céva ucpe jen dočasně a tok krve je včas obnoven, mozek se rychle zotaví. Takové to malé varovné mrtvice, tzv. tranzitorní ischemické ataky (TIA), netrvají ani deset minut. Mrtvice zapříčiněná vmetkem (např. shluk krevních destiček) se označuje embolická mrtvice (*Mäurer, 1995*).

- *Mrtvice v důsledku hemoragie*

Nejběžnější typ mozkové hemoragie vzniká v důsledku vysokého krevního tlaku. Takové krvácení zasahuje hluboko do mozku. Příčinou je prasknutí úzkých větví artérií, tzv. arteriol či tepének. Nejdůležitější rolí v prevenci mozkové hemoragie hraje kontrola krevního tlaku. Jeho kontrolou lze mozkové hemoragii předejít (*Országh, Káš, 1995*).

### **1.3.3.3 Prevence cévní mozkové příhody**

Preventivní opatření jsou seřazeny podle důležitosti:

- Nekouřit
- Sledovat krevní tlak
- Stravovat se dle vzoru středomořské kuchyně (a cvičit)
- Užívat léky snižující hladinu cholesterolu
- Zprůchodnit ucpané tepny
- Užívat léky omezující tvorbu krevní sraženiny
- Snižovat hladinu homocysteinu pomocí vitaminů

*(Spence, 2008)*

Co se týká jídelníčku, způsob stravování snižující riziko vzniku mozkové mrtvice se inspiroval kuchyní z ostrova Kréta ve Středozezemním moři. Tamní jídla působí blahodárně na tepny, protože obsahují množství prospěšných látek, jako je olivový či kanolový olej, antioxidanty v ovoci a zelenině, vlákniny v celozrnné stravě, ořechách, čočce, fazolích a nízký obsah škodlivin, jako je cholesterol, transtuky a živočišné tuky (*Spence, 2008*).

#### ***1.3.3.4 Rizikové faktory***

- *Kouření*

Kouření zvyšuje nebezpečí vzniku mozkové mrtvice až šestkrát. Není zcela zřejmé, který z toxinů v tabákovém kouři může za vznik cévní choroby. Kandidátem se jeví oxid uhelnatý. Váže se na hemoglobin v našich červených krvinkách dvěstěkrát pevněji než kyslík, a tudíž kyslík z krevního řečiště vytěsňuje.

- *Vysoký krevní tlak*

Lidem s přetlakovou chorobou (tj. s tlakem okolo 140/90 mm Hg) hrozí onemocnění náhlou mozkovou příhodou třikrát až čtyřikrát častěji

- *Srdeční choroba*

Srdeční choroby zvyšují riziko náhlé mozkové příhody třikrát až pětkrát. Ohroženi jsou především lidé po srdečním infarktu.

- *Diabetes mellitus*

V naší společnosti představuje diabetes nejběžnější příčinu slepoty, selhání ledvin a je také významným rizikovým faktorem srdečního selhání a mozkové mrtvice

*(Feigin, 2007)*

## **1.4 Preanalytická fáze – mimolaboratorní**

Tato část laboratorního vyšetření zahrnuje všechny postupy a operace probíhající před vlastním vyšetřením. Hlavní roli hraje ošetřující lékař, který rozhodne o potřebě laboratorního vyšetření. Konečným krokem je vložení biologického materiálu od pacienta do analytického přístroje. Preanalytickou fázi můžeme rozdělit na část mimolaboratorní a laboratorní (*Dastych et al, 2008*). Mimolaboratorní část zahrnuje veškeré úkony, které probíhají mimo laboratoř. Řadí se sem příprava pacienta k odběru biologického materiálu, vlastní odběr, identifikaci biologického materiálu a vyplnění žádanky, uchování vzorku, transport do laboratoře a přípravu vzorku k vlastnímu analytickému procesu (*Racek et al, 2006*).

Preanalytická fáze může významně ovlivnit výsledek laboratorního vyšetření. Při laboratorním vyšetření vzniká minimálně 60% všech chyb v preanalytické fázi. Nejvíce chyb vzniká mimo laboratoře – například na odděleních, v ordinacích a ambulancích. Nedostatky a chyby vzniklé v preanalytické fázi jsou nebezpečné, které mohou vést k chybným výsledkům nebo k nesprávné interpretaci výsledku. V závěru to vše může vést k opakovaným vyšetřením, prodloužení hospitalizace a někdy až k poškození pacienta. Povinností pracovníků laboratoře je vydávání přesných instrukcí, které se týkají preanalytické části a kontrolovat jejich dodržení (*Čermáková, Štěpánová, 2003*).

### **1.4.1 Význam biochemického vyšetření**

Biochemické laboratorní vyšetření patří mezi základní metody. Vyšetření slouží k určení obsahu a množství chemických látek v biologickém materiálu. Využívá se ke stanovení bílkovin, tuků, cukrů, enzymů, hormonů a dalších látek (*Mikšová, Froňková, Zajíčková, 2006*). Biochemické vyšetření nás informuje o probíhajících procesech v lidském organismu a jejich změnách fyziologických či patologických. Biochemická vyšetření se užívají pro prevenci a diagnostiku onemocnění, sledování průběhu terapie a určení prognózy nemoci (*Zima, 2007*).



### ***1.4.1.1 Rozdělení biochemických vyšetření***

*Rozdělení vyšetření z hlediska indikace:*

- základní – umožňuje základní hodnocení zdravotního stavu nemocného (potvrzení či vyloučení diagnózy, stanovení vhodného léčení a sledování jeho účinku). *(Čermáková, Štěpánová, 2003)*
- speciální – pomáhají při složitější diferenciální diagnostice (v případě, kdy má pacient příznaky společné více nemocem). *(Zima, 2007)*
- vysoce speciální – vyšetření pomáhá stanovit vzácné či neobvyklé diagnózy; vyšetření je zajišťováno nejkvalitnější dostupnou analýzou. *(Masopust, 1998)*

*Vyšetření z hlediska rychlosti provedení dělíme:*

- rutinní – zahrnuje většinu laboratorních vyšetření; jsou zpracovány průběžně během dne; výsledky jsou dostupné do 4 hodin od příjmu materiálu do laboratoře. *(Čermáková, Štěpánová, 2003)*
- statimová – provádějí se v akutních případech, kdy výsledek laboratorního vyšetření rozhoduje v další péči o nemocného; vyšetřuje se přednostně před ostatními vzorky; vyšetření musí být provedeno do 1 hodiny od dodání vzorku do laboratoře. *(Masopust, 1998)*
- z vitální indikace – v situaci spojené s ohrožením života pacienta; vzorky musí být zpracovány ihned, mají přednost před ostatními; výsledky mají být známy do 30 minut od dodání vzorku do laboratoře. *(Čermáková, Štěpánová, 2003)*

Z hlediska rychlé dostupnosti výsledků je možné provést základní vyšetření přímo na místě – tzv. POCT (point of care testing). Vyšetření jsou prováděná pomocí přístrojů přímo u nemocného (např. na jednotce intenzivní péče, operačním sále). Některá vyšetření si může pacient provést sám doma (self-monitoring). Hlavní výhodou je pohodlí pacienta a okamžitý výsledek vyšetření. *(Klener et al., 2006)*

### **1.4.2 Příprava pacienta**

Existuje řada faktorů v preanalytické fázi, které mohou významným způsobem ovlivnit výsledek vyšetření. Proto je snahou eliminovat tyto faktory. Je důležité, aby pacient věděl, proč se mu krev odebírá a jaká opatření musí před odběrem dodržet (*Rozsypalová, Haladová, Šafránková, 2002*).

Krev je odebrána pacientům ráno, obvykle nalačno. Pacient musí být poučen, aby odpoledne a večer před odběrem nejedl tučná jídla, nepil kávu, alkoholické nápoje a neměl by kouřit. Pacient však nesmí trpět pocitem žízně. Ráno před odběrem by měl mít pacient dostatečný příjem tekutin. (*Masopust, 1998*). Před odběrem by se měl pacient vyvarovat fyzicky náročné práci (např. jízda na kole k lékaři, chůze delší cesty pěšky). 24 hodin před odběrem by měly být vysazeny všechny léky, nejsou-li naprosto nezbytné. Jinak se musí počítat s jejich možným rušivým vlivem na výsledek analýzy. Pacient by před odběrem neměl dostat žádnou infúzi nebo transfúzi (*Čermáková, Štěpánová, 2003*). Pro některé speciální funkční a zátěžové testy je bezpodmínečně nutné dodržet speciální přípravu – např. dietu (*Racek et al., 2006*).

### **1.4.3 Preanalytické faktory neovlivnitelné**

Výsledky laboratorních vyšetření mohou být ovlivněny řadou preanalytických faktorů. Některé faktory se dají do určité míry minimalizovat určením přesných podmínek přípravy pacienta a jiné ovlivnit nemůžeme (*Bunešová, Skalická, 2008*). Zde je několik příkladů preanalytických faktorů neovlivnitelných.

#### ***Pohlaví***

V literatuře můžeme najít, že před nástupem puberty jsou minimální rozdíly mezi dívkami a chlapci. Maximální rozdíly v koncentracích analytů jsou zjevné od nástupu puberty. Nedochází ke změně jen v aktivitě pohlavních hormonů, ale také v aktivitě kreatinkinázy, kyseliny močové, močoviny, hemoglobinu, feritinu, železa atd. Obecně

je známo, že muži mají vyšší normální hladiny než ženy vzhledem k jejich větší svalové hmotě a vyššímu růstu (Zima, 2007).

### *Věk*

Koncentrace řady analytů se významně mění s věkem pacienta a musíme na to pamatovat při interpretaci výsledků. Po porodu se zvyšuje u novorozenců koncentrace bilirubinu způsobená rozpadem erytrocytů. Na fyziologické hodnoty se dostává v průběhu několika týdnů. Je také známo, že se vzrůstajícím věkem stoupá hladina cholesterolu (Zima, 2008)

### *Rasa*

Různé rasy mají odlišné především některé metabolické cesty, ale také množství svalové hmoty (Zima, 2007). Běžně je známá také odlišná frekvence některých onemocnění či distribuce krevních skupin u příslušníků různých ras. Někdy jsou odlišné referenční meze některých laboratorních vyšetření, které mohou být ovlivněny typickými stravovacími návyky (Racek et al., 2006).

### *Gravidita*

Těhotenství zasahuje do biochemických dějů, což může změnit některé koncentrace látek. V krvi nebo moči matky se objevují bílkoviny i další látky produkované trofoblastem nebo orgány plodu (hCG,  $\alpha_1$ -fetoprotein, estrogény a jejich metabolit atd.). V těhotenství stoupá také množství krve, které je o 1500 – 1600 ml větší (Racek et al., 2006).

### *Cyklické variace*

Řada laboratorních parametrů v lidském organismu podléhá cyklickým změnám

- Cirkadiánní variace – mají periodu 24 hodin. Těmto změnám podléhají hormony (např. kortizol) i běžné analyty jako jsou železo, kreatinin,...
- Ultradiánní cykly – jejich perioda je kratší než 1 den. K nárazovým změnám dochází zejména u inzulínu, kortikosteroidů, somatotropinu.

- Infradiánní cykly – jejich perioda je delší než 24 hodin. Lze sem zařadit menstruační cyklus s ovlivněním fertálních hormonů.
- Cirkanuální cykly – perioda změn je přibližně 1 rok. Nejznámějším příkladem je vitamin D, přičemž jeho hladina je vyšší v létě než v zimě

*(Bunešová, Skalická, 2008)*

#### *Současně probíhající jiná nemoc*

U akutních stavů se může lékař setkat s výsledky, které jsou ovlivněny jinou, současně probíhající chorobou, než pro kterou je pacient vyšetřován (*Racek et al., 2006*).

#### **1.4.4 Preanalytické faktory ovlivnitelné**

##### *Fyzická aktivita*

Pacient by měl být minimálně 20 minut před odběrem v klidu. Zvýšenou fyzickou námahou je ovlivněno složení tělních tekutin. Vždy závisí na délce a intenzitě zátěže. Během fyzické námahy dochází ke změnám koncentrace látek, které se podílejí na energetickém metabolismu (laktát, mastné kyseliny, glukosa) (*Masopust, 1998*). Dochází také k uvolnění svalových bílkovin do krevního oběhu a tím se zvýší aktivita kreatinkinázy, laktátdehydrogenázy a koncentrace myoglobinu. Při práci svalů na kyslíkový dluh, stoupá v krvi koncentrace kyseliny mléčné (*Racek et al., 2006*).

##### *Dietní návyky*

Pro většinu biochemických vyšetření je zapotřebí lačnění 10 – 12 hodin před vyšetřením. Déle trvající či krátké lačnění je nevhodné. Nedodržením dietních zásad dochází ke změnám v sacharidovém i lipidovém spektru (*Jabor, Zámečník, 2005*).

### *Alkohol*

Pacient by neměl 24 hodin před odběrem na biochemické vyšetření užívat alkohol. Alkohol ovlivňuje výsledky vyšetření podle toho, zda se jedná o akutní nebo chronické nadměrné požívání (Zima, 2007).

### *Psychický stres*

Pro některé pacienty bývá odběr krve stresovou situací. Setkáme se s tím u malých dětí či dospělých jedinců. Proto by měl být pacient před odběrem uklidněn. Při stresové reakci organismu se vyplavují hormony kůry a dřeně nadledvin, které mohou vyvolat hyperglykémie, vzestup koncentrace volných mastných kyselin atd. (Racek et al., 2006).

### *Kouření*

Ovlivňuje hladinu řady analytů především vlivem nikotinu působením na metabolismus glukosy, zvyšuje hladinu cholesterolu, tiacylglyceridy, kortizol, olovo, kadmium a karcinoembryonální antigen (CEA). Snižuje koncentraci vitamínu B<sub>12</sub> a imunoglobulinů (Zima, 2008).

### *Léky*

Léky působí na biochemická vyšetření dvojím způsobem:

- ovlivňují metabolismus stanovované látky
- ruší (interferují) při vlastní chemické

Pacient by měl, pokud je to možné, léky před odběrem vynechat. Není-li to možné, musejí se uvést použité léky na žádanku (Racek et al., 2006).

### **1.4.5 Odběr venózní krve**

Venózní krev je nejčastější biologický materiál posílaný k laboratornímu vyšetření. Odběry jsou prováděny především pro diagnostické a terapeutické účely. Výsledek laboratorního vyšetření velmi dobře informuje o složení vnitřního prostředí organismu. Nejčastěji se provádí žilní punkce u dospělých a větších dětí na předloktí a v okolí loketní jamky, u novorozenců a kojenců jsou vhodnější žíly na čele a spánku. Odběr krve patří k základním dovednostem sester, které jsou za kvalitu vzorku zodpovědné (Šamánková *et al.*, 2006).

#### **1.4.5.1 Odběrové zkumavky**

Dnes se ve většině zdravotnických zařízení můžeme setkat s uzavřeným vakuovým odběrem krve. Tímto systémem je krev odebrána do plastových jednorázových vzduchotěsných zkumavek. Jednotlivé zkumavky se liší barvou víčka podle druhu uvnitř použité látky. V praxi jsou dostupné systémy např. Vacuette, Vacutainer, Dispolab (Mikšová, Froňková, Zajičková, 2006).



**Obr. 8** Odběrové zkumavky Vacuette

(Zdroj: [www.dialab.cz](http://www.dialab.cz))

Pro biochemická vyšetření se používá **srážlivá krev**. Krev se odebírá do zkumavek bez protisrážlivého prostředku. Krev se začne ve zkumavce srážet díky přeměně rozpustného fibrinogenu na nerozpustný fibrin. Je vhodné umístit zkumavky do stojanu, aby měly dostatečný čas se srazit. Použitím centrifugy oddělíme sérum od krevních

elementů. Nesmíme však vzorky odstředit příliš brzo, jelikož by mohlo dojít k hemolýze. Většina biochemických vyšetření je prováděna ze séra (Šamánková *et al.*, 2006). Oddělení séra od krevních elementů umožní také separační gel. Jeho hustota je volena tak, aby po odstředění vytvořil rozhraní mezi krvinkami a vrstvou séra. Při použití separačního gelu můžeme uložit sérum v primární zkumavce na dlouhou dobu, aniž by došlo ke styku krevního séra s krvinkami (Racek *et al.*, 2006).

**Nesrážlivá krev** se využívá pro vyšetření z celé krve (např. acidobazické rovnováhy, glykovaného hemoglobinu) nebo z plazmy (např. fibrinogen, kyselá fosfatáza). V odběrové zkumavce jsou přidané látky zabraňující srážení krve. Nejčastějšími protisrážlivými prostředky jsou heparin, citrát sodný, šťavelan draselný, sodné a draselné soli EDTA (kyseliny ethylendiaminotetraoctové). Po odběru je nutné ihned dokonalé promíchání krve s protisrážlivým prostředkem mírným otáčením odběrové zkumavky. Protisrážlivé prostředky váží vápenaté ionty, které jsou nutné pro přeměnu fibrinogenu na fibrin, a tím zabraňují srážení krve (Racek *et al.*, 2006).

#### ***1.4.5.2 Bezpečnost při odběru***

- Každý biologický vzorek považujeme za potenciálně infekční. Musíme zabránit zbytečným manipulacím se vzorkem, které by mohly vést ke kontaminaci pokožky odebírající osoby, zařízení používaných při odběru nebo k tvorbě infekčního aerosolu.
- Před každým odběrem i po něm si řádně umyjeme ruce.
- Odběr provádíme vždy v ochranných rukavicích, abychom chránili nemocného i sebe před vznikem infekce.
- Zajistíme dostupnost lékaře v případě zdravotních komplikací při odběru.
- U nemocných s poruchami vědomí a u malých dětí musíme zabránit případnému poranění.
- Veškeré manipulace s odběrovými jehlami musíme provádět opatrně. Použité jehly se po odběru ukládají do silnostěnné nádoby (kontejneru). Další manipulace s použitými jehlami je zakázána.

- Prevence vzniku hematomu v místě vpichu se opírá o jednoduchá pravidla: opatrnost při venepunkci, včasné uvolnění škrtidla před odstraněním jehly ze žíly, zajištění dostatečného tlaku na místo vpichu (při ošetřování rány po odběru)

(Šamánková et al., 2006)

#### **1.4.5.3 Pomůcky potřebné k odběru venózní krve**

- Vzduchotěsné uzavřené zkumavky
- Stojánek na zkumavky
- Sterilní jehly na jedno použití
- Umělohmotný držák jehly (tzv. zavaděč)
- Popruh na zatažení paže
- Ochranné rukavice a rouška
- Dezinfekční prostředek
- Tampony nebo čtverce z buničiny
- Kontejner na odkládání použitých jehel
- Náplast

(Rozsypalová, Haladová, Šafránková, 2002)

#### **1.4.5.4 Pracovní postup při odběru žilní krve**

- Všechny potřebné pomůcky si připravím na podnos
- Před odběrem si označím zkumavky štítkem se jménem a příjmením pacienta, rodným číslem, datem odběru a oddělení, ze kterého je materiál odeslán
- Optáním pacienta si zkontroluji, zda mi souhlasí údaje na zkumavce a žádance
- Pacienta seznámím s výkonem a zodpovím mu případné otázky
- Odběr provádím pacientovi vsedě (popřípadě vleže)
  - U sedících pacientů je vhodná poloha paže v natažené pozici bez pokrčení v lokti



- U ležících pacientů zajistíme vhodnou polohu paže s vyloučením flexe v lokti
- Odběr se provádí nejčastěji z loketní žíly, která je na pohmat měkká a pružná
- Nad místem vpichu zatáhnu pacientovi paži škrtidlem (u pacienta s dobře viditelnými žilami škrtidlo používat nemusím)
- Pacient by neměl s paží cvičit, aby nedošlo k ovlivnění některých vyšetřovaných analytů (např. laktát)
- Nasadím si ochranné rukavice a desinfikuji místo vpichu (desinfekci musíme nechat zaschnout)
- Vyberu si vhodnou jehlu, odstráním její kryt a přišroubuju do plastového držáku
- Asi 2 – 5 cm pod místem vpichu palcem přimáčknu žílu a jehlu opatrně zavedu do žíly
- Zkumavku vložím do držáku tak, aby jehla s gumovým ventilem pronikla zátkou zkumavky a začala se samovolně naplňovat
- Jakmile začne téct krev do zkumavky, povolím škrtidlo
- Odebíráme-li krev do několika zkumavek, musíme dodržet toto pořadí:
  - zkumavky pro hemokultury
  - zkumavky bez činidla
  - zkumavky pro hemokoagulaci
  - ostatní zkumavky s činidlem
- Při ukončení odběru zakryji místo vpichu i s jehlou čtvercem z buničiny, lehce zatlačím a jehlu z žíly vytáhnu
- Po odběru musím zkumavky s protisrážlivým prostředkem lehce převrátit

*(Šamánková et al., 2006; Racek et al., 2006)*

#### **1.4.6 Identifikace biologického materiálu**

K hlavním zásadám při odběru biologického materiálu patří přesná a jednoznačná identifikace vzorku. Základním pravidlem je, že by si sestra měla nejdříve označit jménem všechny zkumavky daného pacienta a teprve poté do nich odebrat krev popřípadě jiný biologický materiál. Tímto, by se mělo předejít záměně biologických materiálů. Základními identifikačními údaji potřebné pro přijetí a zpracování vzorku v laboratoři jsou:

- jméno a příjmení pacienta
- rok narození pacienta
- datum odběru vzorku

Nejlepší označení biologického materiálu je pomocí štítků, které lze vytisknout z nemocničního informačního systému. Na štítku jsou uvedeny potřebné údaje pacienta. Špatně, či nedostatečně označené materiály nemohou být v laboratoři zpracovány, protože by mohlo dojít k poškození pacienta v důsledku záměny vzorku (*Zahradníková, 2010*).

#### **1.4.7 Laboratorní žádanka**

Celý laboratorní proces je zahájen ošetřujícím lékařem, který rozhodne o provedení laboratorního vyšetření. Nejdůležitější součástí je řádné vyplnění laboratorní žádanky lékařem. Existují dvě formy žádanek, a to tištěná a elektronická (*Dastych et al., 2008*).

*Tištěná žádanka* je formulář, kde jsou předtištěné metody. Provedení dané metody vyznačí lékař zaškrtnutím příslušné kolonky (**Příloha č. 3** Laboratorní žádanka).

Na žádance musí být uvedeno:

- jméno a příjmení pacienta
- rodné číslo pacienta
- diagnóza

- kód pojišťovny
- druh biologického materiálu
- datum a hodina odběru
- označení klinického pracoviště
- požadavky laboratorního vyšetření
- razítko a podpis ošetřujícího lékaře

Pokud je požadováno rychlé vyšetření vzorku, na žádance najdeme označení „Statim“. Tato vyšetření žádají lékaři v urgentních případech. Laboratoř je musí provést co nejrychleji a výsledek ohlásit na oddělení (Čermáková, Štěpánová, 2003).

*Elektronická žádanka* je součástí nemocničního informačního systému. Z nabídky si lékař navolí požadovaná vyšetření. Ostatní potřebné údaje o pacientovi se automaticky vygenerují z databáze. Po vystavení elektronické žádanky se vygenerují identifikační čárové kódy, které jsou vytištěny na samolepící štítky, kterými se označí nádoby s odebraným biologickým materiálem. Na štítku je čárový a numerický kód, jméno a příjmení pacienta, rodné číslo, případně i označení typu odběrové zkumavky, do které má být odběr proveden (Dastyh et al., 2008).

#### **1.4.8 Transport biologického materiálu**

Krev se odesílá v řádně označených uzavřených nádobkách společně se správně vyplněnými žádankami. Materiál by měl být dopraven do laboratoře rychle a šetrně. Vzorky krve by měly být nejpozději do 2 hodin dopraveny do laboratoře, aby došlo ke včasnému oddělení séra od krevních elementů. Okamžitý transport není vhodný při odběru srážlivé krve. Mělo by nejdříve dojít ke sražení krve v místě odběru, které může trvat 5 – 10 minut, abychom předešli možné hemolýze vzorku (Racek et al., 2006).

Pro okamžitý transport biologického materiálu do laboratoře postačí pokojová teplota transportu. Extrémní teplota může vést k inhibici enzymů, poklesu glukosy,

naopak mráz může způsobit hemolýzu. Materiál bychom při transportu měli chránit před přímým světlem. Mohlo by dojít k odbourávání bilirubinu a tím ke konečnému zkreslení výsledků (Zahradníková, 2010).

V rámci zdravotnických zařízení je transport biologického materiálu zajišťován prostřednictvím pověřených pracovníků, jako jsou sanitáři a sanitářky. V některých velkých zdravotnických zařízeních je používána k transportu vzorků potrubní pošta. Tato doprava je však méně šetrná (Dastyk et. al, 2008). Pro transport biologického materiálů ze vzdálenějších míst nebo od praktických lékařů se využívá centrální svoz. Auta svozové služby jsou vybavena chladicími boxy, ve kterých je kontrolována předepsaná teplota (Zahradníková, 2010).

#### ***1.4.8.1 Nejčastější chyby při transportu***

- pozdní dodání vzorku biologického materiálu do laboratoře
- pozdní oddělení séra od krevních elementů
- vzorky vystaveny přímému slunečnímu světlu či nevhodné teplotě
- uskladnění plné krve v lednici ihned po odběru (Bunešová, Skalická, 2008)

#### ***1.4.9 Uchování biologického materiálu před analýzou***

Z čerstvě odebraného materiálu dostaneme nejsprávnější výsledky. Pokud nemůžeme biologický materiál zpracovat ihned, nejprve zkumavky odstředíme, pohledem se přesvědčíme, zda nedošlo k hemolýze a zkumavky umístíme do lednice, kde je teplota 4°C. Při této teplotě zůstává většina koncentrace analytů beze změny po dobu 24 hodin. Krevní sérum lze zmrazit i na teplotu -20 °C, kdy zůstává koncentrace řady analytů nezměněna i po řadu týdnů. Je samozřejmé, že vzorky musíme chránit před světlem a teplem (Zahradníková, 2010).

Při delším stání krve dochází k vyčerpání energetických zdrojů erytrocytů (glukosy). Erytrocyty tak nemůžou udržet základní metabolické děje jako je např. funkce membrány, která zajišťuje transport draslíku do buňky a transport sodíku z buňky. Tím může dojít k naměření hyperkalémie, aniž by došlo k hemolýze. Při uchovávání krve v teple spotřebovávají leukocyty kyslík. Dochází k tvorbě oxidu uhličitého a vlivem anaerobní glykolýzy v erytrocytech klesá pH krve. Proto při transportu biologického materiálu do laboratoře, bychom měli vzorky převážet v chladících boxech na ledu (*Racek et al., 2006*).

## **2. Cíl práce a hypotézy**

Tato bakalářská práce si klade dva cíle:

1. Změřit hladiny celkového cholesterolu vzorků obyvatel Plzeňska a Českobudějovicka
2. Porovnat a zjistit rozdíly v hladině celkového cholesterolu v obou lokalitách

Bakalářská práce si klade hypotézu:

1. Odchytky obou lokalit budou vzhledem k malé geografické vzdálenosti a podobným stravovacím návykům nevýznamné
2. Předpokládám, že vzhledem k nepříliš dobrým stravovacím návykům obyvatel ČR, bude u více než poloviny analyzovaných vzorků obou lokalit hypercholesterolémie

### 3. Metodika

V praktické části bakalářské práce uvedu způsob, jakým jsem vzorky biologického materiálu vyšetřovala. Uvedu zpracování biologického materiálu včetně přípravy k vlastní analýze. Také zde charakterizuji princip metody, kterou jsem k vlastní analýze použila. Vyšetřila jsem 100 vzorků venózní krve pacientů z Plzně a Českých Budějovic na oddělení klinické biochemie synlab czech s.r.o. v Českých Budějovicích. Jména pacientů musí být utajena z důvodu povinné mlčenlivosti.

#### 3.1 Preanalytická fáze – laboratorní

Preanalytická fáze laboratorní je zahájena příjmem biologického materiálu a konečným krokem je vložení analytického vzorku do analyzátoru případně zahájení manuálně prováděné metody. Tato fáze zahrnuje ještě následující kroky:

- Příjem a identifikace biologického materiálu
- Vložení identifikačních údajů pacienta do laboratorního informačního systému
- Označení analytického vzorku čárovým kódem
- Příprava analytického vzorku (centrifugace)
- Vytvoření sekundárních analytických vzorků – tzv. aliquotů
- Vložení analytických vzorků do analyzátoru (Dastyh et al., 2003)

##### 3.1.1 Příjem biologického materiálu

Pro příjem biologického materiálu má většina laboratoří vyhrazené své příjmové pracoviště. Za příjem biologického materiálu je odpovědná příjmová laborantka. Laboratorní práce na příjmovém pracovišti je velice zodpovědná. Nejzávažnější chybou je záměna vzorků, nebo chyba při identifikaci. Tyto chyby mohou ohrozit pacienta.



**Obr. 9** Příjmové pracoviště  
(Zdroj: vlastní foto)

Biologický materiál je do laboratoře dopraven svozovými automobily.auta mají chladičí boxy, ve kterých je udržována a kontrolována pravidelně teplota. Řidič vozidla dopraví boxy s biologickým materiálem do laboratoře. V laboratoři z transportních boxů vyjmeme biologický materiál a žádanky. Transportní boxy pak vrátíme zpět řidiči.

Vzorky biologického materiálu nejprve seřadíme s jejich laboratorními žádankami. Musíme zkontrolovat, zda se shodují údaje na žádance s údaji na zkumavce materiálu. Údaje musí být shodné. Jestliže se neshoduje jméno, příjmení, rodné číslo na zkumavce a žádance, nesmíme dál tento materiál zpracovat, neboť by hrozila záměna a poškození pacienta. Pečlivě musíme zkontrolovat i žádanku, zda obsahuje všechny potřebné údaje. Tato kontrola je důležitá pro úhradu vyšetření, kterou laboratoř následně vyžaduje od zdravotní pojišťovny.

Kontrolovat se musí i druh odběrové zkumavky a množství odebrané krve, které je potřebné k požadovanému vyšetření. Pokud je odběr proveden do špatné zkumavky, laboratoř materiál nezpracuje a do výsledkového listu se uvede poznámka „chybný odběr“. Pokud je odebraného materiálu málo, nedojde k jeho zpracování a požádá se o odběr nový. Vizually se ujistíme, že při transportu nedošlo k poškození zkumavek a



zkontrolujeme čistotu odebraného materiálu. Vnější stěna zkumavky ani žádanka nesmí být kontaminována biologickým materiálem.

### **3.1.1.1 Důvody odmítnutí biologického materiálu v laboratoři**

- údaje na žádance nesouhlasí s údaji na zkumavce (za závazné jsou považovány údaje na odběrové zkumavce)
- na žádance nejsou uvedeny potřebné údaje o pacientovi a zadávajícím lékaři
- biologický materiál není dostatečně označen nebo identifikační údaje zcela chybí
- žádanka nebo odběrová zkumavka je znečištěna biologickým materiálem (údaje jsou nečitelné)
- materiál, u kterého došlo k porušení zásad při odběru a transportu
- laboratoř požadovaná vyšetření neprovádí

V případě, kdy se do laboratoře dodá biologický materiál bez žádanky je možné po telefonické domluvě s lékařem vypsát žádanku náhradní a požadovaná vyšetření provést. Lékař poté do laboratoře zašle dodatečnou žádanku (Zahradníková, 2010).

### **3.1.2. Vložení identifikačních údajů do laboratorního informačního systému**

Laboratorní informační systém (LIS) pomáhá shromáždit a zpracovat laboratorní data a vytvořit laboratorní výsledky (Dastych et al, 2008). Laboratoř synlab czech s.r.o. využívá informační systém firmy Promed.

Po kontrole přijatého materiálu zadáme údaje ze žádanky do LIS. Tento systém přidělí každému pacientovi laboratorní číslo. Současně je zaznamenán čas a datum zápisu. Do systému se zapisuje jméno a příjmení, rodné číslo, název klinického pracoviště, číselný kód diagnózy, kód pojišťovny a identifikační číslo ošetřujícího lékaře. Poté navolíme požadovaná vyšetření, které si lékař vybral.

Po důkladné kontrole zadaných dat vytiskneme z LIS samolepící štítky s identifikací pacienta a čárovým kódem. Na štítku je uvedeno také jméno a příjmení pacienta, rodné číslo, denní pořadové číslo a druh biologického materiálu. Zkumavka s nalepeným štítkem je připravena ke zpracování.



**Obr. 10** Tiskárna čárových kódů

*(Zdroj: vlastní foto)*

### ***3.1.3. Příprava analytického vzorku – centrifugace***

Centrifuga je laboratorní zařízení, které slouží k oddělení látek na základě jejich rozdílné hustoty působením odstředivé síly. Centrifugy určené k centrifugaci krevních vzorků mají rozsah do 5 000 otáček za minutu. Na centrifuze si může nastavit počet otáček za minutu a dobu centrifugace v minutách (*Kronika, 2011*).



**Obr. 11** Centrifuga

*(Zdroj: vlastní foto)*

Zkumavky s biologickým materiálem vkládáme do otvorů v centrifuze tak, aby bylo jejich rozložení symetrické. K vyvážení se mohou použít zkumavky naplněné vodou. Při nedostatečném vyvážení dochází k vibracím, kdy se rotor automaticky vypne a tím zabrání poškození centrifugovaných zkumavek i rotoru centrifugy.

Máme-li zkumavky v rotoru vyváženy, horní víko centrifugy uzavřeme. Na digitálním displeji si navolíme 10 minut při 3 000 otáčkách za minutu, při kterém centrifugujeme krevní vzorky a centrifugu uvedeme do chodu.

Po skončení centrifugace zkumavku vyjmeme. Po odstředění srážlivé krve můžeme vidět v horní části oddělené čiré sérum, uprostřed se nachází separační gel a v dolní části je sražená krev, obvykle označovaná jako krevní koláč.



**Obr. 12** Zkumavka po odstředění  
(Zdroj: vlastní foto)

#### **3.1.4. Makroskopické hodnocení séra**

Po odstředění zkontrolujeme barvu séra. Rozlišujeme několik typu krevního séra:

- Fyziologické sérum – slámově žlutá až průhledná barva
- Hemolytické sérum – růžová až malinově červená barva. Vzniká na základě rozpadu erytrocytů, kdy nejprve dochází k porušení buněčné membrány

erytrocytů a následně vyplavení obsahu do séra. Hemolytické sérum se pro biochemické vyšetření nepoužívá

- Ikterické sérum – tmavě žlutá až oranžová barva. Ikterické sérum je důsledkem zvýšení hladiny bilirubinu v séru (hyperbilirubinémie). Tento stav můžeme najít u pacientů s poruchami jater, obstrukcí žlučových cest nebo při zvýšeném rozpadu erytrocytů.
- Chylózní sérum – mléčné zkalené sérum. Bělavý zákal je nejčastěji způsoben zvýšenou koncentrací triacylglyceroly v séru. K tomu může dojít při nedodržení dietních opatření před odběrem nebo poruchou metabolismu lipoproteinů.

*(Čermáková, Štěpánová, 2003)*

### **3.1.5. Vytvoření sekundárních analytických vzorků – aliquotů**

Pomocí laserové čtečky načteme čárové kódy primárních vzorků a jejich požadované vyšetření, které jsou zapsány v LIS. Systém vygeneruje a vytiskne potřebný počet sekundárních štítků s čárovými kódy. Tyto štítky nalepíme na prázdné zkumavky, do kterých odpipetujeme část séra a tím vytvoříme sekundární vzorky – aliquoty.



**Obr. 13** Aliquoty

*(Zdroj: vlastní foto)*

### **3.1.6. Vložení analytických vzorků do analyzátoru**

Zkumavky s aliquoty, které jsou označené čárovým kódem, umístíme do speciálních RD5 stojánků. Stojánky vložíme do pracovní části analyzátoru Cobas Integra 800. Pokud se analyzátor nachází ve stavu STANDBY, stiskneme tlačítko START, a tím zahájíme vlastní analýzu. V pracovní části analyzátoru dojde k načtení čárového kódu a k přenosu informací o požadovaných analýzách z LIS. Další zpracování analytického vzorku je zajištěno robotizovanými prvky uvnitř analyzátoru. Výsledek analýzy je automaticky přenesen do LIS a vytisknut v podobě laboratorního výsledku.

## **3.2. Analytická fáze**

Tato část laboratorního vyšetření zahrnuje vlastní analytické stanovení vzorku. Na analytické fázi se podílejí biochemici a zdravotní laboranti. Vše je prováděno v souladu s postupy správné laboratorní praxe. Každá laboratoř by měla mít vypracován systém vnitřní kontroly kvality a měla by být zapojena do systému externí kontroly kvality, čímž by mělo dojít k minimalizování chyb analytického procesu (*Dastych et al., 2008*).

### **3.2.1. Analyzátor Cobas Integra 800**

Vlastní měření vzorků bylo provedeno na biochemickém analyzátoru Cobas Integra 800. Jde o plně automatizovaný biochemický analyzátor. Tento systém měří složky vzorku. Analyzátor je vybaven měřicími moduly, které slouží pro měření absorpční spektrofotometrie, turbidimetrie a potenciometrické měření iontově selektivními elektrodami. Součástí analyzátoru je datová stanice, která zahrnuje PC, LCD monitor, software, klávesnici, myš, tiskárny (*Kronika, 2010*).



**Obr. 14** Biochemický analyzátor Cobas Integra 800  
(Zdroj: vlastní foto)

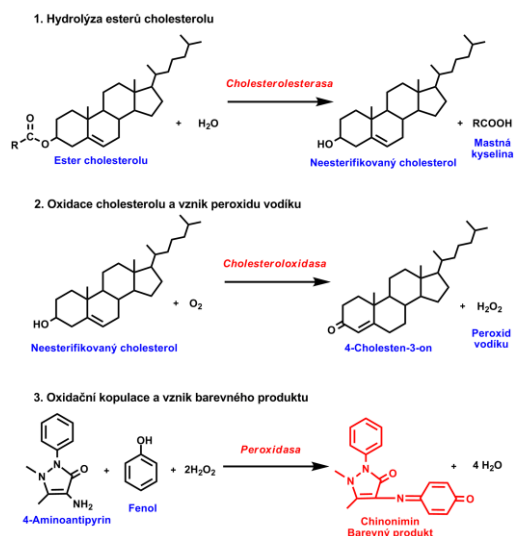
### **3.2.2. Stanovení celkového cholesterolu**

#### ***3.2.2.1. Použití a princip testu***

Jedná se o *in vitro* kvantitativní stanovení cholesterolu v séru a plazmě pacienta pomocí systému Cobas Integra.

Stanovení cholesterolu je součástí hodnocení rizika aterosklerózy, diagnostiky a léčení onemocnění, při kterých je hladina cholesterolu zvýšená, při metabolických poruchách lipidů a lipoproteinů.

Tato enzymatická, kolorimetrická metoda začíná štěpením esterů cholesterolu za přítomnosti cholesterol esterázy (CHES) na volný cholesterol a mastné kyseliny. Cholesterol oxidáza (CHOD) pak katalyzuje oxidaci cholesterolu na cholest-4-en-3-on a peroxid vodíku. V přítomnosti peroxidázy (POD) vytváří peroxid vodíku při oxidační kopulaci fenolu a 4-aminoantipirynu (4-AAP) červené chinoniminové zbarvení. Intenzita vytvořeného zbarvení je přímo úměrná koncentraci cholesterolu. Stanovuje se měření nárůstu absorpance při 512 nm.



(Zdroj: Roche Diagnostics)

### 3.2.2.2. Preanalytické podmínky

Pro stanovení hladiny celkového cholesterolu se používá srážlivá venózní krev. Odběr by měl být proveden nalačno. Pacient by neměl před odběrem kouřit, pít kávu, minimálně 2 – 3 dny před odběrem vynechat alkohol, 24 hodin před odběrem by neměl konzumovat potraviny s vysokým obsahem sacharózy, fruktózy a volných tuků. Měl by mít dostatečný příjem tekutin (voda, minerálka, hořký čaj). Před odběrem by měl být pacient alespoň 10 - 20 minut v klidu a odběr by se měl provést vsedě. Vzorky by se měly dopravit nejpozději do 2 hodin do laboratoře, aby mohlo dojít ke včasnému oddělení séra od krevních elementů (Racek *et al.*, 2006).

### 3.3. Postanalytická fáze

Postanalytická fáze zahrnuje vyhodnocení vyšetření a jeho interpretaci, kdy spolupracuje laboratoř s ošetřujícím lékařem. Interpretace výsledků se vztahuje na fyziologické hodnoty a ke klinickému obrazu pacienta. Laboratorní výsledky je schopna laboratoř předat do druhého dne od příjmu biologického materiálu do laboratoře (Zima, 2007).

## 4. Výsledky

Naměřené laboratorní hodnoty celkového cholesterolu u obyvatel Plzně a Českých Budějovic byly zpracovány do tabulek a grafů pomocí počítačového programu Microsoft Excel 2007. Tabulka s naměřenými hodnotami byla velice rozsáhlá, a proto je uvedena v příloze. Z dat, která jsem získala, byly vypočítány základní statistické parametry – průměr, směrodatná odchylka, minimum, maximum. Dále jsem porovnávala, o kolik procent se od sebe odlišují výsledky od jedinců z Plzně a Českých Budějovic.

### 4.1 Plzeň

**Tabulka č. 3** Základní statistická data (mmol/l)

Průměr	5,4
Směrodatná odchylka	0,9
Minimum	3,1
Maximum	7,1

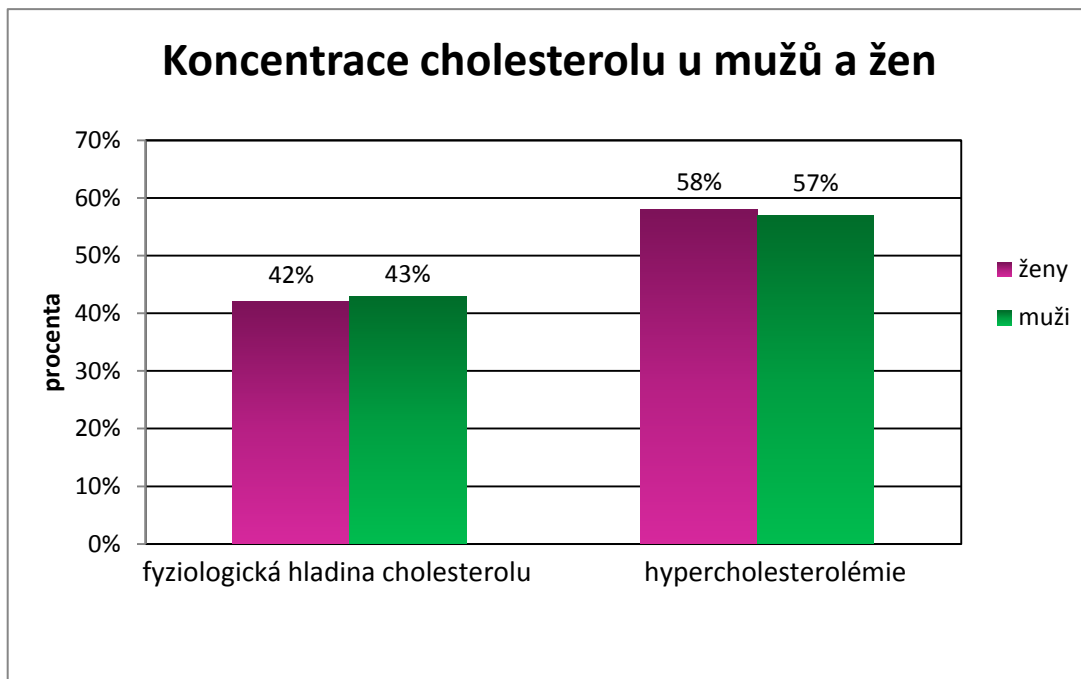
**Tabulka č. 4** Závislost hladiny cholesterolu na pohlaví

Pohlaví	cholesterol		celkem
	fyziologický	vysoký	
žena	15	21	36
muž	6	8	14
celkem	21	29	50

Tabulka č. 4 popisuje, že u 15 žen a 6 mužů byla hladina cholesterolu fyziologická, zatímco u 21 žen a 8 mužů byla prokázána hypercholesterolémie.



**Graf č. 4** Koncentrace cholesterolu u mužů a žen v Plzni



Graf č. 4 zobrazuje koncentraci cholesterolu u mužů a žen v Plzni. Z grafu je patrné, že fyziologická hladina byla naměřena u 42% žen a 43% mužů. Zvýšená hodnota cholesterolu  $> 5,0$  mmol/l byla zjištěna u 58% žen a 57% mužů.

## 4.2 České Budějovice

**Tabulka č. 5** Základní statistická data (mmol/l)

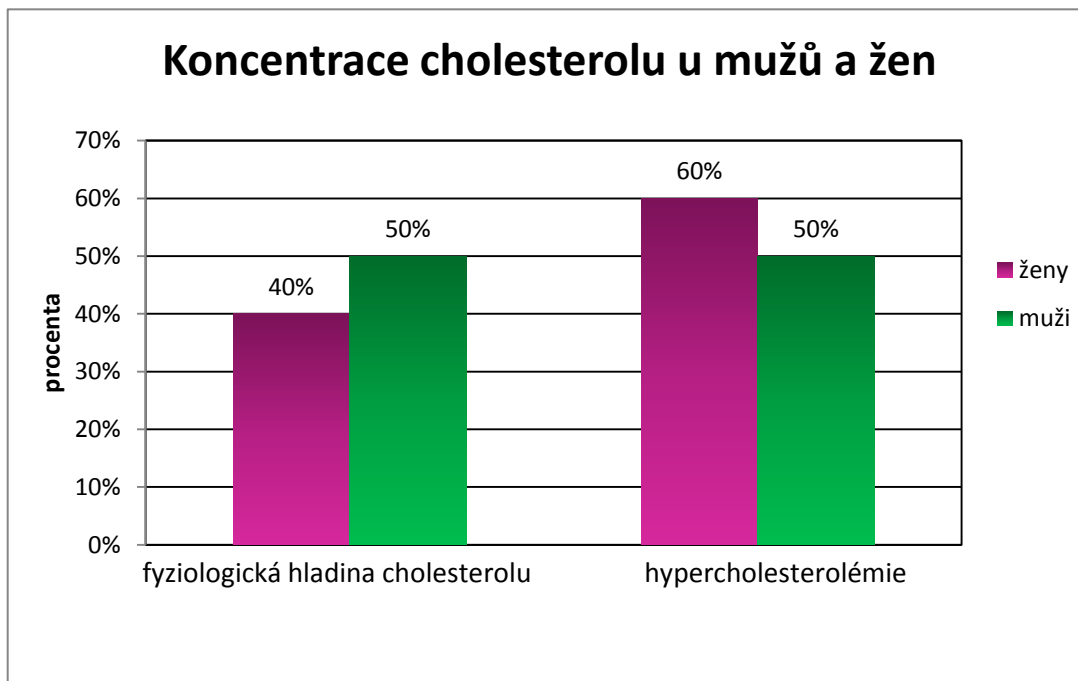
Průměr	5,2
Směrodatná odchylka	1,0
Minimum	3,3
Maximum	8,5

**Tabulka č. 6** Závislost hladiny cholesterolu na pohlaví

Pohlaví	cholesterol		celkem
	fyziologický	vysoký	
žena	8	12	20
muž	15	15	30
celkem	23	27	50

Z tabulky č. 6 lze vyčíst, že u 8 žen a 15 mužů byla hladina cholesterolu fyziologická, zatímco u 12 žen a 15 mužů byla prokázána hypercholesterolémie.

**Graf č. 5** Koncentrace cholesterolu u mužů a žen v Českých Budějovicích



Graf č. 5 zobrazuje koncentraci cholesterolu u mužů a žen v Českých Budějovicích. Na grafu můžeme vidět, že fyziologická hladina cholesterolu byla naměřena u 40% žen a 50% mužů. Naopak zvýšená hladina cholesterolu > 5,0 mmol/l byla zjištěna u 60% žen a 50% mužů.

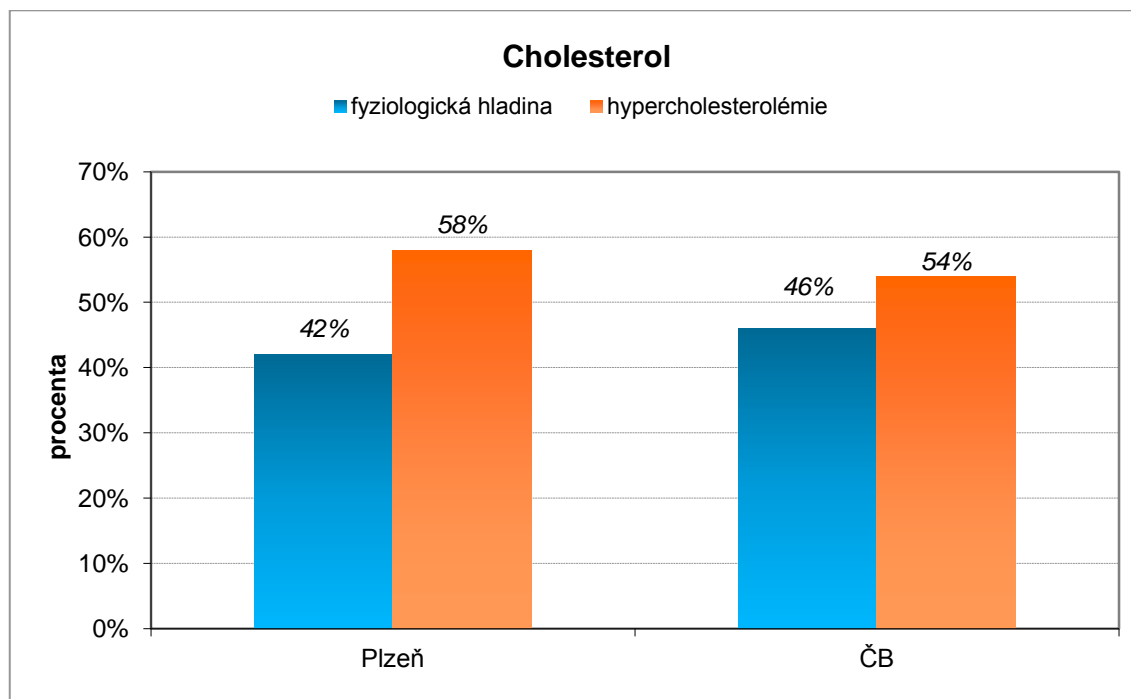
### 4.3 Porovnání hodnot celkového cholesterolu u obyvatel z Plzně a Českých Budějovic

Tabulka č. 7 Porovnání hodnot v Plzni a Českých Budějovicích

	Fyziologická hladina	%	Hypercholesterolémie	%	Celkový počet lidí
Plzeň	21	42	29	58	50
České Budějovice	23	46	27	54	50

Z tabulky č. 7 můžeme vyčíst, že normální hladinu cholesterolu mělo v Plzni 21 lidí a v Českých Budějovicích 23 lidí. Hypercholesterolémie byla prokázána u 29 lidí z Plzně a 27 lidí z Českých Budějovic.

Graf č. 6 Porovnání fyziologických hladin a hypercholesterolémie v Plzni a Českých Budějovicích



Na grafu č. 6 vidíme, že fyziologická hladina cholesterolu byla naměřena u 42 % lidí v Plzni a 46 % lidí v Českých Budějovicích. Zvýšená hladina cholesterolu byla prokazatelná u 58 % lidí z Plzně a 54 % lidí z Českých Budějovic.

## 5. Diskuse

Zvýšená hladina cholesterolu je jevem dosti běžným. Hladina cholesterolu v krvi se zvyšuje po dovršení 20. roku života. Nejvyšší hladina cholesterolu se nachází u lidí kolem 40. roku věku a má tendenci se zvyšovat až do 60. roku. Čím vyšší je hladina cholesterolu v krvi naměřena, tím se člověk vystavuje vyššímu riziku onemocnění srdce (*Hoffman, 2000*).

Kardiovaskulární onemocnění postihuje stejně ženy i muže. V poslední době se více toto onemocnění objevuje u žen. U žen se stává dokonce hlavní příčinou úmrtí, čímž předstihlo i rakovinu. I když úmrtnost u žen na kardiovaskulární onemocnění vzrostlo, pozadu nezůstávají ani muži, u kterých bylo prokázáno zvýšené riziko srdečních onemocnění v nižším věku (*Ignarro, 2005*). Při mém výzkumu, došlo k potvrzení této informace. V Plzni i v Českých Budějovicích byla vyšší hladina cholesterolu naměřena u žen. V Českých Budějovicích byl rozdíl o 10 %, zatímco v Plzni byl rozdíl pouze o 1 %.

U hladin cholesterolu jsou patrné i geografické rozdíly. Nejnížší hodnoty byly zjištěny v Řecku a Itálii, zatímco hladiny nejvyšší byly zaznamenány ve Švédsku, Norsku a Finsku. Nalézt můžeme i rozdíly mezi socioekonomickými skupinami. U lidí v nižších socioekonomických třídách nalezneme častěji vyšší hladiny cholesterolu. Z velké části se na tom podílí způsob výživy. Česká Republika patří mezi země s vyššími hladinami cholesterolu. Vysoké hladiny cholesterolu jsou indikovány zhruba u 30 % osob (*Komárek et al., 1997*). Nepatrné geografické rozdíly se potvrdily i při porovnání naměřených hodnot u obyvatel v Plzni a Českých Budějovic. V Plzni jsem naměřila u 29 lidí hypercholesterolémii, zatímco v Českých Budějovicích byla zjištěna hypercholesterolémie u 27 lidí.

Hypercholesterolémie je považována za nejvýznamnější rizikový faktor ischemické choroby srdeční společně s kouřením a vysokým krevním tlakem. Studie

MRFIT (The Multiple Risk Factor Intervention Trial) došla k výsledku, že riziko ICHS kontinuálně stoupá se zvyšující se koncentrací cholesterolu již od 3,9 mmol/l (Češka et al., 2005).

Vznik aterosklerózy a tím i rozvoj dalších onemocnění může zapříčinit strava. Může to být způsobené nedostatečnou výživou, ve které chybí látky nezbytné k výrobě elastinu, nebo nadměrné požívání potravin s vysokým obsahem uhlohydrátů a tuků indukující zvýšenou hladinu cholesterolu. Větší část cholesterolu vzniká přímo v organismu, a tedy přebytek cholesterolu v krvi může být způsoben vyšší syntézou (Roux, 2010).

Důvodem onemocnění není celkové množství tuků v potravě, ale podíl množství „škodlivých“ tuků a jejich poměr k tukům „dobrým“. Nasycené tuky jsou velkou zásobou energie a podílí se na tvorbě buněčných membrán. Jejich přebytek v potravě, zvyšuje hladinu LDL cholesterolu v organismu a napomáhá shlukování krevních destiček, čímž zvyšuje riziko ucpání tepny vytvořením trombu. Kvůli vzájemnému vztahu mezi tučnou stravou s kardiovaskulárními chorobami začali vědci doporučovat omezení živočišných tuků, nasycených mastných kyselin a zvýšit příjem nenasycených mastných kyselin (Roux, 2010). Nejvýhodnějším zdrojem nenasycených mastných kyselin je slunečnicový olej. Ve skladbě potravy by tuky neměly krýt více než 25 – 30 % přijímané energie a pouze 10 % by měly být tuky živočišné (Petrásek et al., 2004).

Výzkumy posledních let nás utvrzují, že zdravé stravování vede ke snížení rizika srdečních onemocnění. Mezi základní pravidla patří: vyhnout se nasyceným tukům a cholesterolu, vyhnout se smaženým pokrmům, všimnout si nutričních hodnot uvedených na obalu potravin, které si kupujeme. V našem jídelníčku by neměla chybět zelenina, ovoce, obiloviny, které jsou bohaté na vlákninu (Hoffman, 2000).

## 6. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo porovnat hladiny celkového cholesterolu vzorků obyvatel Plzeňska a Českobudějovicka. Druhým cílem bylo zjistit rozdíly v hladině celkového cholesterolu v obou lokalitách.

Z Plzeňska bylo vybráno 50 zdravých jedinců, u kterých jsem provedla měření celkové hladiny cholesterolu. Fyziologická hladina cholesterolu byla naměřena u 21 lidí. Zvýšená hladina cholesterolu ( $> 5,0$  mmol/l) byla prokázána u 29 lidí.

Z Českých Budějovic bylo vybráno také 50 zdravých jedinců, u kterých bylo provedeno měření celkové hladiny cholesterolu. Zde byla u 23 lidí naměřena fyziologická hladina cholesterolu. Hypercholesterolémie ( $> 5,0$  mmol/l) byla prokázána u 27 lidí.

Z porovnaných výsledků lze konstatovat, že hypercholesterolémií trpí v Plzni o 4 % více lidí než v Českých Budějovicích.

Stanovila jsem si dvě hypotézy:

Hypotéza 1: Odchyly obou lokalit budou vzhledem k malé geografické vzdálenosti a podobným stravovacím návykům nevýznamné, se potvrdila. Jelikož se lokality nacházejí v blízkosti a životní styl je podobný, nedošlo k signifikantním rozdílům v naměřených hodnotách u sledovaných souborů.

Hypotéza 2: Předpokládám, že vzhledem k nepříliš dobrým stravovacím návykům obyvatel ČR, bude u více než poloviny analyzovaných vzorků obou lokalit hypercholesterolémie, se potvrdila.

Nadpoloviční hypercholesterolémie v obou lokalitách je alarmující. Myslím si, že z hlediska prevence obzvláště aterosklerózy a jejích komplikací je podstatná část veřejnosti málo informovaná především o správném způsobu stravování. Nebo může

být populace informovaná dobře, ale nehodlá změnit své zavedené návyky a tím podceňuje možná rizika

Velmi důležitou roli hraje zdravotní výchova, která by měla být poskytnuta již od mateřské školy. U starších dětí by měly být informace postupně doplňovány. Podle mého názoru by své klienty měli rozsáhleji informovat i praktičtí lékaři. Je-li možno osobně, nebo alespoň prostřednictvím letáků či brožurek. Nemalou roli v ovlivňování veřejnosti hrají v dnešní době především média. Informace o zdravém způsobu života se v nich objevuje poměrně často. Na druhou stranu reklama mnohdy propaguje přímo nezdravé výrobky, aniž by veřejnost cokoli tušila.



## 7. Seznam použitých zdrojů

1. BUDINSKÝ, V. Ať žije alkohol, aneb, Přítel a lék. 1. vydání. Vimperk: Agentura Lucie, 2010, 143 s. ISBN: 978-80-87138-24-3
2. BUNEŠOVÁ, M., SKALICKÁ, A. Pracovní postup – preanalytická fáze laboratorního vyšetření. 1. vydání. Praha: Galén, 2008, 44 s. ISBN: 978-80-7262-574-1
3. ČERMÁKOVÁ, M., ŠTĚPÁNOVÁ, I. Klinická biochemie 1.díl. 1. vydání. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2003, 120 s. ISBN: 80-7013-372-4
4. ČEŠKA, R. et al. Cholesterol a ateroskleróza: léčba hyperlipidemií. 1 vydání. Praha: Triton, 2005, 343 s. ISBN: 80-7254-738-0
5. ČEŠKA, R., ŠTOCHLOVÁ, J. Jak na zvýšený cholesterol. 1. vydání. Praha: Triton, 2002, 54 s. ISBN: 80-7254-286-9
6. ČEŠKA, R. et al. Interna. 1. vydání. Praha: Triton, 2010, 855 s. ISBN: 948-80-7387-423-0
7. DASTYCH, M., BREINEK, P. et al. Klinická biochemie: bakalářský obor Zdravotní laborant. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2008, 232 s. ISBN: 978-80-210-4572-9
8. FEIGIN, V. Cévní mozková příhoda: prevence a léčba mozkového iktu. 1. vydání. Praha: Galén, 2007, 207 s. ISBN: 978-80-7262-428-7

9. FERECŇNÍK, M. et al., Biochémia, 1. vydání. Bratislava: Slovak Academic Press, 2000, 924 s. ISBN: 80-88908-58-2
10. FERNANDES, J., SANDUBRAY, J. M., BERGHE, G., WALTER, J. Diagnostika a léčba dědičných metabolických poruch. 4. vydání. Praha: Triton, 2008, 607 s. ISBN: 978-80-7387-096-6
11. HOFFMAN, D. Zdravé srdce: posilněte svůj kardiovaskulární systém přirozeným způsobem, Hodkovičky: Pragma, 2006, 132 s. ISBN: 80-7205-980-7
12. IGNARRO, L. J. Program ANO NO. 1. vydání. Praha: Práh, 2005, 197 s. ISBN: 80-7252-113-6
13. JABOR, A., ZÁMEČNÍK, M. Preanalytická fáze 2005. 1. vydání. Praha: ČSKB a SEKK, 2005, 144 s. ISBN: 80-239-5198-X
14. KARGES, W., DAHOUK, S. A. Vnitřní lékařství: stručné repetitorium. 1. vydání. Praha: Grada, 2011, 426 s. ISBN: 978-80-247-3108-7
15. KLENER, P. et al. Vnitřní lékařství. 3. Vydání. Praha: Galén, 2006, 1158 s. ISBN: 80-7262-530-X
16. KOMÁREK, L. et al. Podpora zdraví a prevence v primární péči. 1. vydání. Praha: České centrum zdraví, 1997, 66 s. ISBN: 80-7071-071-3
17. KRONIKA, J. Obsluha a údržba analyzátoru Cobas Integra 800. 1. vydání. České budějovice: Laboma, 2010, 7 s.
18. KRONIKA, J. Obsluha centrifugy. 2. vydání. České Budějovice: Synlab czech s.r.o., 2011
19. LENNARZ, W. J., LANE, M. D. Encyclopedia of biological chemistry. Vol 1. 1. vydání. Amsterdam: Elsevier, 2004, 831 s. ISBN: 0-12-443710-9

20. MARHALL, W. J., BANGERT, K. S. Clinical chemistry. 6. vydání. Edinburgh – Mosby, 2008, 416 s. ISBN: 978-0-7234-3455-9
21. MASOPUST, J. Klinická biochemie: požadování a hodnocení biochemických vyšetření 1. část. 1. vydání. Praha: Karolinum, 1998, 429 s. ISBN: 80-7184-648-1
22. MÄURER, H. CH., MÄURER, R. Náhlá mozková příhoda. Praha: Victoria Publishing, 1995, 142 s. ISBN: 80-85605-65-1
23. MEIRER, R. Cholesterol: přirozená regulace hodnot krevního tuku. 1. vydání. Bratislava: NOXI, 2007, 160 s. ISBN: 978-80-89179-67-1
24. MIKŠOVÁ, Z., FRONKOVÁ, M., ZAJÍČKOVÁ, M. Kapitoly z ošetrovatelské péče II. 2. vydání. Praha: Grada Publishing, 2006, 171 s. ISBN: 80-247-1443-4
25. MOGHADASAIN, M. H., FROHLICH, J. J., SEUDAMORE, C. H. Specificity of the commonly used enzymatic assai for plasma cholesterol determinativ. Journal of Clinical Pathology, 2002, č. 55, s. 859 - 861
26. MYERS, G. L., KIMBERLY, M. M., WAYMACK, P. P., SMITH, S. J., COOPER, G. R., SAMPSON, E. J. A Reference Method Laboratory Network for Cholesterol: A Model for Standardization and Improvement of Clinical Laboratory Measurements. Clinical Chemistry, 2000, č. 46. s. 1762 - 1772
27. NOVÁK, F. Úvod do klinické biochemie. 1. vydání. Praha: Karolinum, 2002, 341 s. ISBN: 80-246-0366-7
28. ORSZÁGH, J., KÁŠ, S. Cévní příhody mozkové. 1. vydání. Praha: Brána, 1995, 142 s. ISBN: 80-901783-8-3

29. PÁNEK, J. et al. Základy výživy. 1. vydání. Praha: Svoboda Servis, 2002, 207 s. ISBN: 80-86320-23-5
30. PETRÁSEK, R. et al. Co dělat, abychom žili zdravě. 1. vydání. Praha: Vyšehrad, 2004, 128 s. ISBN: 80-7021-711-1
31. POLEDNE, R. Vražedný cholesterol. Praha: Grada: Avicenum, 1993, 90 s. ISBN: 80-7169-001-5
32. RACEK, J. Klinická biochemie. 2. vydání. Praha: Galén, 2006, 329 s. ISBN:80-7262-324-9
33. Roche Diagnostics [online]. 2009 [cit. 2013-03-05] Cholesterol Gen. 2  
Dostupné z: <http://www.roche-diagnostics.cz/objednavky/info/03039773pi.pdf>
34. ROUX, D. Revoluce v léčení obezity, cukrovky, vysokého tlaku a cholesterolu. 1. vydání. Olomouc: Fontána, 2010, 212 s. ISBN: 978-80-7336-598-1
35. ROZSYPALOVÁ, M., HALADOVÁ, E., ŠAFRÁNKOVÁ A. Ošetřovatelství II. 1. vydání. Praha: Informatorium, 2002, 239 s. ISBN: 80-86073-97-1
36. SCHNEIDERKA, P. et al. Kapitoly z klinické biochemie. 2. vydání. Praha: Karolinum, 2004, 365 s., ISBN: 80-246-0678-X
37. SOŠKA, V. Poruchy metabolismu lipidů: diagnostika a léčba. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2001, 166 s. ISBN: 80-247-0234-7
38. SPENCE, J. D. Mozková mrtvice: prevence, výživová doporučení, recepty. 1. vydání. Praha: Triton, 2008, 255 s. ISBN: 978-80-7387-058-4

39. ŠAMÁNKOVÁ, M. Základy ošetrovatelství. 1. vydání. Praha: Karolinum, 2006, 353 s. ISBN: 80-246-1091-4
40. ŠIMÁNEK, M., URBANOVÁ, Z. Prevence aterosklerózy v dětském věku. 1. vydání. Praha: Galén, 2003, 235 s. ISBN:80-7262-229-3
41. ŠIMON, J. a spolupracovníci Epidemiologie a prevence ischemické choroby srdeční. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2001, 264 s. ISBN:80-247-0085-9
42. ŠPINAR, J., VÍTKOVEC, J. a kolektiv Ischemická choroba srdeční. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2003, 361 a. ISBN: 80-247-0500-1
43. VOET, D., VOET, J. G., PRATT, CH. W. Principles of biochemistry. 3. vydání. Hoboken: Wiley, 2008, 1099 s. ISBN: 978-0-470-23396-2
44. ZAHRADNÍKOVÁ, H. Příručka pro odběr primárních vzorků. 1. vydání. České Budějovice: Laboma, 2010, 10 s.
45. ZIMA, T. Laboratorní diagnostika. 2. vydání. Praha: Galén, 2007, 906 s. ISBN: 80-7262-372-3
46. ZIMA, T. Zásady přípravy pacienta k odběru krve a preanalytická část laboratorního vyšetření. Medicína pro praxi [online]. 2008, roč. 5, č. 9, s.337–340[cit.2013-03-01].  
Dostupné z: <http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2008/09/14.pdf>

## **8. Klíčová slova**

Ateroskleróza

Biochemické vyšetření

Cévní mozkové příhody

Cholesterol

Ischemická choroba srdeční

Stravovací návyky

### **Key words**

Atherosclerosis

Biochemical examination

Stroke

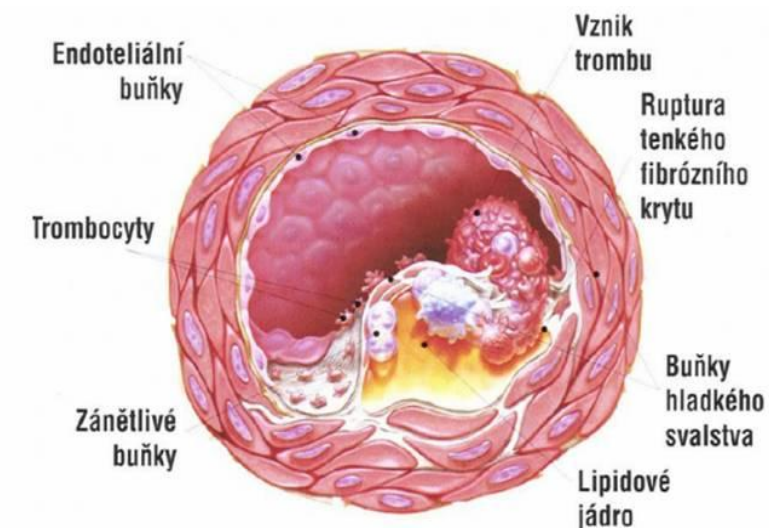
Cholesterol

Ischemic heart disease

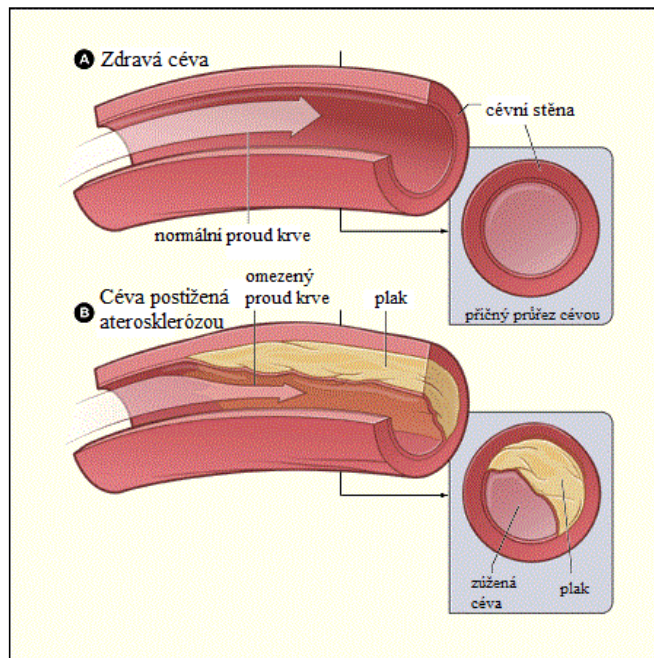
Eating habits

## 9. Přílohy

### Příloha č. 1 Aterosklerotická tepna



(Zdroj: <http://int2.lf1.cuni.cz/>)



(Zdroj: <http://int2.lf1.cuni.cz/>)

**Příloha č. 2** Zásady dietních opatření (*Šimon et al., 2001*)

<b>Doporučené potraviny</b>	<b>Potraviny v omezeném množství</b>	<b>Nevhodné potraviny</b>
<b>Tuky:</b> spotřebu všech tuků je nutno snížit	řepkový, olivový, sójový, slunečnicový olej, rostlinné tuky s vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin	máslo, sádlo, lůj, vypečený tuk, olej palmový a kokosový (nevhodný poměr mastných kyselin), margaríny, oleje neznámého složení
<b>Ryby:</b> všechny mořské i sladkovodní, rybičky v tomatě, rybičky v oleji		kaviár, úhoř, ryby v majonéze, rybí vnitřnosti
<b>Maso:</b> kuře, krůta, králík, zvěřina, telecí, sójové	zcela očištěné hovězí, vepřové (očištěná kýta), drůbeží šunka	viditelný tuk na mase, husa, kachna, slepice, tučná masa (vepřové, skopové), uzené maso, mletá masa, vnitřnosti, klobásy
<b>Mléčné výrobky:</b> netučné podmáslí, tvaroh tvrdý, obyčejný jogurt, nízkotučný kefir	mléko, mléčné výrobky do 2 % tuku v sušině, středně tučné sýry do 30 % tuku v sušině	plnotučné mléko, tučný tvaroh, smetana do kávy, šlehačka, smetanové jogurty, sýry smetanové a sýry s obsahem tuku větším než 30 %
<b>Vejce:</b> vaječné bílky v libovolném množství	1 – 2 celá vejce týdně pouze na přípravu pokrmů	vaječné žloutky, majonézové saláty



<p><b>Zelenina:</b> všechna čerstvá, mražená i sušená zelenina v libovolném množství, jako součást každého denního jídla, brambory</p>		<p>Smažená zelenina, smažené hranolky, smažené bramborové lupínky - chipsy</p>
<p><b>Ovoce:</b> ovoce nejlépe v syrovém stavu</p>	<p>kompoty připravené za pomoci umělého nekalorického sladidla</p>	<p>kandované ovoce (fíky, datle), kompoty a marmelády s cukrem</p>
<p><b>Luštěniny a obiloviny:</b> hrách, fazole, čočka, sójové boby, krupky, pohanka, jáhly, celozrnná pšenice, rýže, ovesné vločky a otruby, müsli výrobky, vlákninové krupky, nízkovaječné těstoviny</p>		
<p><b>Pečivo:</b> tmavý chléb, celozrnné výrobky, dalaťmáňky, pečivo z tmavé mouky</p>	<p>Netučné rohlíky, netučné pečivo slazené umělým nekalorickým sladidlem</p>	<p>cukroviny, sladké pečivo, tučné krémové pečivo, čokoláda, máslové výrobky, smažené pečivo, moučníky z listového těsta</p>
<p><b>Různé:</b> koření všeho druhu, bylinné čaje, neslazené minerály, light nápoje, přírodní ovocné šťávy, minerální a stolní vody</p>	<p>ořechy, sezamová, slunečnicová a lněná semínka do salátů</p>	<p>pozor na kupované hamburgery, párek v rohlíku, smažené bramboráky, smažené langoše</p>

# Příloha č. 3 Laboratorní žádanka

**synlab**  
laboratorní služby

RČ: /

Přijmení: \_\_\_\_\_  
Jméno: \_\_\_\_\_  
DG: \_\_\_\_\_  
Pojišťovna: \_\_\_\_\_ Samoplátce: \_\_\_\_\_  
IČP odbornost: \_\_\_\_\_  
Razítko a podpis lékaře: \_\_\_\_\_

Datum a čas odběru: . 20 : \_\_\_\_\_  
Jak vyplňovat: **Správně**  **Chybně**

**Odběrový materiál viz barevnost na štítku:**

žilní vzorek (včetně levně)	ledový vzorek (kůř plazma)
močový vzorek (ústejné měřky 1:5)	ledový vzorek (EDTA)
ledový vzorek (ústejné měřky 1:4)	nádobový vzorek (EDTA)
zelený vzorek (heparin)	žilný vzorek (moč)

1) pro upřesnění odběru volejte callcentrum  
2) o schématu vyšetření rozhoduje laborator  
3) pro jakekoliv z těchto vyšetření nebo pro všechny vyšetření nutno dodat 2 žumavky 2,7 ml. Počet štítek.  
4) nutno informovat souhlas pacienta s vyšetřením lidské DNA

BIO-PLUS  
CHAMBRON  
NUMMED  
Klinické laboratorie Chomutov  
KLINLAB  
LUNOMA  
Mediservice  
www.synlab.cz

**Členové skupiny SYNLAB CZECH**

## OBJEDNÁVKA LABORATORNÍCH VYŠETŘENÍ

Zelená linka: 800 137 522, tel: 386 350 063  
CallCenter: 800 800 234



Hematologie - min. 3 ml	Základní biochemie	Lipidový metabolismus	Moč ranní
KO - základní	Na	Cholesterol celkový	Moč chem. + sed.
KO + 5 populační dif.	K	Triglyceridy	Glukóza
Mikroskopicky dif.	Cl	HDL cholesterol	Amyláza v moči
Retikulocyty	Ca celkový	LDL cholesterol	U-albumin (nitrobarbitar)
FW - sedimentace	Ca ionizovaný	Apolipoprotein A1	Osmolalita
	P	Apolipoprotein B	Imunofix. moče monoklon. (B)
Imunohematologie - min. 4 ml	Mg	Urea	
KS + Rh faktor	Cu	Homocystein 1)	Moč sbraná
Screen Anti-Ery. protilátěk	Zn	ELFO lipidů	Objem: ml
Coombs přímý	Osmolalita	Imunoglobuliny	Doba sbranu: hod.
Coombs nepřímý	Urea	Imunoglobulin A, G, M	Výška: cm
	Kreatinin	Imunoglobulin E	Hmotnost: kg
	Kyselina močová		
	Cystatin C		
	Bilirubin celkový	Hormony a vitaminy	ELFO moče (typizace proteinů)
	Bilirubin konjugovaný	TSH	Hamburgerův sediment
	ALT	fT4 - volný T4	Celková bilirubin
	AST	T4 celkový	Clearance kreatininu
	GMT	fT3 - volný T3	Glukóza
	ALP	T3 celkový	Na, K, Cl
	Izoenzymy ALP	Ca	P
	Kostní ALP	Anti TPO	Mg
	CK	HCG	Cu
	LD	LH	Urea
	Izoenzymy LD	FSH	Kreatinin
	α-amyláza	Prolaktin	Kyselina močová
	Amyláza pankreatická	Estadiol	Kortizol
	Lipáza	Progesteron	Metabol. vys. - urolitiáza
	Cholinesteráza	Testosteron	Kys. vanilmandlová 1)
	ACP	SH-BG	Kys. hydroxyindolctová 1)
	CRP	DHEAS	
	Transferrin	Vitamin B12	Onkogenní markery
	Feritin	Seroový amyloid A	CEA
	ASLO	Folský - kys. listová	AFP
	Solubilní TTF receptor	Revmatoidní faktor	CA 125
		ACE (SACE)	CA 15-3
		Prokalcitonin	CA 19-9
		Celková bilirubin	CA 72-4
		Albumin	PSA - při pozitivě f-PSA (volný)
		ELFO	PSA
		Imunofix. pentaivalentní	f-PSA (volný)
		Imunofix. monovalentní	Stolice na OK
		Fruktosamin	CYFRA 21-1

Onkogenní markery	Vyšetření komplementu	Revmatologický blok	Buněčná imunita, subpopulace lymfocytů	Hepatitidy
NISE	CH 50	Revmatoidní faktor	KO + dif. (v absolut. počtu subpopulací)	Hepatitida A (IgM + total)
β2 mikroglobulin	C2	Revmatoidní faktor (IgA, IgG, IgM)	CD3, CD4, CD8, CD19, NK	Hepatitida B: celý panel
Protein S100b	C3	Anti flagenin (IFA)	CD3, CD4, CD8	HBSAg
TG- thyroglobulin	C4	Anti citrulin (CIP)	CD3+HLA-Dr+	anti HBe total
	C5	COMP (pat. dugavy)	Bly (CD20)	anti HBe: IgM
	C1 inhibitor	Endokrinní blok	NKT buňky (CD3+CD16+36+)	HBeAg/anti Hbe
	C1 inhibitor - funkční test	Anti TSH receptor (TRAb)	CD4/CD45RA/CD45RO	anti Hbs
Léky	AH100	Anti nadledvina (AMA)	CD22	
Digoxin	MBP (možné vz. praž.)	Anti fosfolipidový syndrom	CD8/CD38	
Teofylin	Autoimunita - základní vyšetření	Anti fosfolipidy screen (IgG, IgM)	HLA B 27 (př. pozitivě HLA-B*27)	
Karbamazepin	ANA IF	Anti kardiolipin (IgG, IgM)	HLA B 27 (př. pozitivě HLA-B*27)	
Kys. valproát	ANA IF (IgA, IgG, IgM)	Anti b-2-glykoprotein (IgG, IgM)	HLA B 27 konfirmace PCR 4)	
Fenytoin	ENA (ANA) screen - při pozitivě typizace (13 Ag)	Anti fosfolipidy profil (7 Ag)		
Fenobarbital	ENA (ANA) screen	Anti protrombin (IgA, IgG, IgM)		
Lithium	ENA - typizace (8 Ag)	Anti aneixin (IgG, IgM)		
Gentamicin	ANA - blot	Reprodukční blok		
Amikacin	dsDNA	Anti ovarium		
Vankomicin	Nukleosomy	Anti testes (Leydig c.)		
	History	Anti spermie		
Kostní metabolismus	Gastroenterologický blok	Anti zraza pellucida		
Parathormon	Screening celiakie	Anti laminin		
Osteokalcin	(anti IgA+anti gliadin BA IgG)	AMH (anti-Müllerian hormon)		
β-Crosslaps	Anti gliadin (IgA, IgG)	Anti desmozomy		
P1NP	Anti gliadin (IgA, IgG)	Anti BM epidermis		
Vitamin D total (25-OH)	Anti gliadin deaminovaný (IgA, IgG)	Anti desmozomy		
	Anti EMA (IgA)	Neurologický blok		
	Anti Tlg (IgG) 1)	Screen		
Imunoglobuliny	Anti restikulin (IgA)	Lymfoproliferace		
IgA	Anti kr. mléko (IgA, IgG)	Leukémie		
IgA sekreční (sliny)	Frakce mléka (IgA, IgG)	Myeloproliferace		
IgG	Anti soja (IgA, IgG)	Prostředky proti trombocytům (PAC)		
IgG podtypy	Anti laktóza (IgA, IgG)	Detekce PNH erytrocytů (PAC)		
IgM	ASCA (IgA, IgG)	Očkování (IgG)		
IgD	ALCA, ACCA	Hepatitis A (Anti HAV otk.)		
IgE	ACG (peňkové buňky)	Hepatitis B (Anti HBe)		
Kryoglobuliny 1)	APA (nekr. výsly pankreatu)	Křivková encefalitis (EBV)		
Volné lehké řetězce (κ, λ)	Anti parietální buňky (AGP)	Tetanus		
Ostatní proteiny	Anti vnitřní faktor (IF)	Předoperační vyšetření		
ECP (reak. bar. pěstění) 1)	Gastro blot (IgA, IgG, VI, AGP, ASCA)	Syfilis (nepeg. + bepeg. test)		
CIK PEG	Calprotectin (materiál stolice)	HBSAg		
CIK vazbou C1q	Autoimunitní hepatopatie	Hepatitida C		
o1 antihtypsin	Anti hladký sval (ASMA)	HIV (anti-HIV1+2, p24)		
Ceruloplasmín	AMA IF	Odběry		
Oxosukcinal	AMA - M2	Odběr ze žly		
o2 makroglobulin	Anti LKM (mitózy)	Odběr z prstu		
Haptoglobin	Anti SLA (slab. jaterní antigen)			
Prealbumin	Anti LC1			
Anti DNAsa B	Anti ASGPR (sialoglykoprotein, rec.)			
CDT	Jaterní blot (SLA, FcγRI, LKM1, M2, LC1)			

**Příloha č. 4** Tabulka naměřených výsledků (mmol/l) v Plzni

Vzorek č.	mmol/l
1	3,1
2	3,9
3	3,9
4	4,2
5	4,3
6	4,4
7	4,5
8	4,5
9	4,6
10	4,6
11	4,6
12	4,6
13	4,7
14	4,8
15	4,8
16	4,8
17	4,9
18	4,9
19	4,9
20	5,0
21	5,0
22	5,1
23	5,2
24	5,3
25	5,4
26	5,4
27	5,5

28	5,6
29	5,6
30	5,7
31	5,7
32	5,7
33	5,7
34	5,8
35	5,8
36	5,9
37	5,9
38	5,9
39	6,1
40	6,2
41	6,2
42	6,2
43	6,4
44	6,5
45	6,5
46	6,5
47	6,6
48	6,6
49	6,7
50	7,1

**Příloha č. 5** Tabulka naměřených výsledků (mmol/l) v Českých Budějovicích

Vzorek č.	mmol/l
1	3,3
2	3,6
3	3,9
4	3,9
5	4,1
6	4,2
7	4,2
8	4,3
9	4,4
10	4,4
11	4,5
12	4,6
13	4,6
14	4,6
15	4,7
16	4,7
17	4,8
18	4,8
19	4,8
20	4,8
21	4,8
22	4,9
23	5,0
24	5,1
25	5,1
26	5,3
27	5,3

28	5,3
29	5,3
30	5,4
31	5,4
32	5,5
33	5,5
34	5,6
35	5,6
36	5,6
37	5,7
38	5,7
39	5,7
40	5,7
41	5,8
42	5,9
43	6,1
44	6,1
45	6,5
46	6,6
47	6,6
48	6,9
49	7,6
50	8,5

