



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

**Porovnání hodnot sedimentace erytrocytů s
hodnotami lipidového souboru**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program:

SPECIALIZACE VE ZDRAVOTNICTVÍ

Autor: Bc. Michaela Štefková

Vedoucí práce: Mgr. Pavla Moudrá

České Budějovice 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „Porovnání hodnot sedimentace erytrocytů s hodnotami lipidového souboru“ jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích dne 3.5. 2018

.....

Michaela Štefková

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní Mgr. Pavle Moudré za její trpělivost, cenné rady a čas, který mi věnovala při vedení této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat společnosti synlab czech, s.r.o., za umožnění realizace mých pokusů. V neposlední řadě patří obrovské děkuji mé rodině a příteli za neustálou podporu a dodávání pozitivní energie po celou dobu mého studia.

Porovnání hodnot sedimentace erytrocytů s hodnotami lipidového souboru

Abstrakt

Rychlost sedimentace erytrocytů (ESR) je jednoduchá laboratorní metoda, pomocí které získáme informace o průběhu onemocnění, účinnosti léčby a napomáhá nám při správném stanovení diagnózy. Stanovuje se z nesrážlivé krve. V laboratořích synlab czech, s.r.o. se ESR měří na automatickém analyzátoru Alifax Test 1 BCL metodou SF (stop flow). Tato metoda umožňuje kalibraci a standardizaci, oproti FW (Fåhræus-Westergren) metodě, jejíž výsledky mohou být ovlivněny otřesy, teplotou vzduchu či sklonem pipety. Princip metody SF spočívá ve sledování agregační kapacity erytrocytů pomocí optické denzity. Výhodou vyšetření je lepší korelace se zánětlivými proteiny a rychlost stanovení. Mezi základní lipidy, které se stanovují v laboratořích patří triacylglyceroly (TAG), celkový cholesterol (TC), HDL-cholesterol a LDL-cholesterol. Poruchy metabolismu lipidů jsou charakteristické zvýšenými koncentracemi lipidů v séru, či plazmě a souvisí se zvýšením syntézy nebo sníženým odbouráváním. Mezi jednu z možných poruch metabolismu patří hyperlipoproteinémie (HLP), která je hlavním rizikovým faktorem ischemické choroby srdeční (ICHS) spolu s kouřením a hypertenzí. Rozvoj kardiovaskulárních chorob je jednou z nejčastějších příčin úmrtí ve vyspělých zemích. V laboratořích synlab czech, s.r.o. se koncentrace lipidových složek měří na analyzátoru Beckman Coulter AU 680. Princip spočívá v kvantitativním stanovení množství jednotlivých lipidových frakcí ve vzorku pomocí reakce antigen-protilátka a následném vytvoření chromogenů. Výsledná reakce je měřena fotometricky. Cílem této práce je porovnat hodnoty ESR získané metodou SF a zjistit, zda jsou ovlivněny HLP. ESR, TAG, HDL, LDL a TC jsou naměřeny u 800 pacientů, následně je ke každému z nich vypočtena hodnota ratia. Pomocí Pearsonova korelačního koeficientu jsou získány korelační koeficienty a sestaveny grafy korelačních závislostí. Hodnoty jednotlivých složek lipidového souboru jsou porovnávány s hodnotami ESR.

Klíčová slova

ESR; Fåhræus-Westergren; Alifax Test 1; lipoproteiny; hyperlipoproteinémie

Comparing values of sedimentation of erythrocytes of lipid complex

Abstract

An erythrocytes sedimentation rate (ESR) test is a simple laboratory method, which allows us to gain information about the progression of an illness, the efficiency of a treatment and it also helps us establish a correct diagnosis. ESR is determined from anti-coagulated blood. In laboratories of synlab Czech, s.r.o., an automated analyser Alifax Test 1BCL is used to measure ESR by using SF (stop flow) method. This method allows for calibration and standardization, unlike the FW (Fåhræus-Westergren) method, whose results can be affected by tremors, air temperature or by incline of a pipette. The principle of SF method is based on observation of the aggregation capacity of erythrocytes using optical density. The advantage of this test is its speed and a better correlation with inflammatory proteins. The standard lipid profile, carried out in laboratories, includes determination of triacylglycerides (TAG), total cholesterol (TC), high-density lipoprotein-associated cholesterol and LDL-cholesterol. Increased concentration of lipids in serum or plasma is a characteristic marker of lipid metabolism disorders and it's linked either to increased synthesis or decreased degradation of lipids. Hyperlipoproteinemia (HLP) is one out of possible metabolism disorders, which are main risk factors for ischemic heart disease (IHD), together with smoking and hypertension. Development of cardiovascular diseases is one of the most common causes of death in developed countries. In laboratories of synlab Czech, s.r.o., Beckman Coulter AU 680 analyzer is used to measure the concentration of lipids. The principle of this method is based on quantitative determination of possible lipid fractions in sample by using antigen-antibody reaction, which is followed by formation of chromogenes. Resulting reaction is photometrically measured. The objective of this thesis is to compare values of ERS gained by using SF method and determine, if they are affected by HLP. ESR, TAG, HDL, LDL and TC of 800 patients were measured and ratio was calculated. Using Pearson's correlation coefficient, we gained correlation coefficients and created a graphs with correlation dependence. The values of individual components of the lipid panel are compared with ESR values.

Key words

ESR; Fåhræuse-Westergren; Alifax Test 1; lipoproteins; hyperlipoproteinemia

OBSAH

ÚVOD.....	8
CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY.....	10
TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 Červené krvinky (erythrocyty).....	11
1.1 Rychlost sedimentace erythrocytů.....	12
1.1.1 Stanovení rychlosti sedimentace erythrocytů dle Fähræus-Westergrena.	13
1.1.2 Stanovení rychlosti sedimentace erythrocytů pomocí analyzátoru.....	13
1.1.3 Faktory ovlivňující rychlost sedimentace erythrocytů.....	14
1.1.4 Referenční meze pro stanovení rychlosti sedimentace erythrocytů.....	15
2 Triacylglyceroly.....	17
2.1 Stanovení triacylglycerolů.....	17
2.2 Vyhodnocení triacylglycerolů.....	18
3 Cholesterol.....	19
3.1 Stanovení cholesterolu.....	19
3.2 Úloha cholesterolu v aterogenezi.....	20
4 Lipoproteiny.....	21
4.1 Chylomikrony.....	22
4.2 Lipoproteiny o velmi nízké hustotě.....	23
4.3 Lipoproteiny o nízké hustotě.....	24
4.3.1 Familiární hypercholesterolémie.....	24
4.3.2 Modifikace lipoproteinů o nízké hustotě.....	25
4.3.3 Úloha lipoproteinů o nízké hustotě v aterogenezi.....	25
4.3.4 Stanovení LDL cholesterolu.....	25
4.3.5 Vyhodnocení LDL cholesterolu.....	27
4.4 Lipoproteiny o vysoké hustotě.....	27
4.4.1 Úloha lipoproteinů o vysoké hustotě v aterogenezi.....	28
4.4.2 Stanovení HDL cholesterolu.....	28
4.4.3 Vyhodnocení HDL cholesterolu.....	29
5 Apolipoproteiny.....	30
6 Hyperlipoproteinémie.....	31

6.1 Klasifikace hyperlipoproteinémií	31
6.2 Referenční hodnoty hyperlipoproteinémií.....	31
6.3 Léčba hyperlipoproteinémií.....	32
METODIKA.....	33
VÝSLEDKY A DISKUZE.....	35
Závislost hodnot rychlosti sedimentace erytrocytů a hodnot lipidového souboru ..	42
Skupina muži	43
Skupina ženy.....	45
ZÁVĚR.....	49
ZDROJE.....	50
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	57
SEZNAM TABULEK.....	58
PŘÍLOHY.....	59
SEZNAM ZKRATEK.....	72

ÚVOD

Hematologie je vědní obor, který zkoumá vlastnosti a složení krve, včetně všech jejích buněčných komponent. K základním a nejčastěji prováděným hematologickým vyšetřením patří mimo jiné vyšetření rychlosti sedimentace erytrocytů.

Vyšetření rychlosti sedimentace erytrocytů (ESR) je jedním z nejběžnějších a nejčastějších diagnostických testů, které se rutinně provádí ve všech hematologických laboratořích. Vyšetření je nespecifické pro konkrétní onemocnění, ale můžeme díky němu sledovat účinnost terapie, nebo jej využít při diagnostice nemoci.

Vyšetřením ESR se zabývali dva lékaři (Fåhræus a Westergren), podle kterých byl pojmenován základní postup (FW). Odebraná pacientova krev se smísí s protisrážlivým roztokem (1 díl 3,8% citrátu sodného + 4 díly krve), a poté se nasaje do skleněné pipety, která se umístí svisle do stojanu. Krvinky začnou vlivem gravitace samovolně klesat ke dnu (sedimentovat). Po 60 minutách se na rysce odečte hranice mezi krvinkami a plazmou. ESR se zvyšuje za chorobných stavů (např. zánět, nádor). Fyziologicky je ESR zvýšená v těhotenství, při menstruaci a s rostoucím věkem. Vyšší hodnoty ESR jsou pozorovány u pacientů s hyperlipoproteinémií.

Metoda podle FW má značné nevýhody, proto vznikla snaha o automatizaci a normalizaci celého vyšetření. V současné době existuje několik typů analyzátorů pro měření ESR, které výrazně zkracují dobu testování. Jedním z nich je analyzátor Alifax Test 1, který pracuje s metodou stop flow (SF). Principem je sledování agregační kapacity erytrocytů pomocí optické hustoty.

Klinická biochemie studuje funkci, strukturu a hladiny sacharidů, lipidů a proteinů, především v lidské krvi. Lipidy jsou přírodní organické látky, které mají hydrofobní charakter. Mohou být rostlinného, živočišného nebo mikrobiálního původu. V organismu mají termoregulační, zásobní a ochrannou funkci, jsou součástí biomembrán, jsou hlavním zdrojem energie a fungují jako rozpouštědlo lipofilních vitamínů A, D, E a K.

Lipidy jsou v krevní plazmě a lymfě transportovány pomocí hydrofilních lipoproteinů. Lipoproteiny jsou tvořeny komplexem triacylglycerolů, cholesterolu a jeho esterů spolu

s fosfolipidy a bílkovinami. Pomocí ultracentrifugace se lipoproteiny dělí na základě rozdílného zastoupení lipidové a bílkovinné složky do pěti tříd: chylomikrony, lipoproteiny o velmi nízké hustotě (VLDL), lipoproteiny o střední hustotě (IDL), lipoproteiny o nízké hustotě (LDL) a lipoproteiny o vysoké hustotě (HDL).

Problémy s metabolismem lipidů jsou spojeny zejména s rozvojem kardiovaskulárních chorob, které jsou jednou z nejčastějších příčin úmrtí ve všech vyspělých státech. Mezi základní laboratorní vyšetření lipidů patří stanovení TAG, TC, HDL a LDL. Hodnoty koncentrace lipidů jsou do značné míry ovlivněny faktory, mezi které patří například životní styl, užívání léků nebo probíhající onemocnění.

Hyperlipoproteinémie (HLP) je souhrnný název pro skupinu metabolických onemocnění. Vyznačují se zvýšenou koncentrací lipidů nebo lipoproteinů v plazmě či séru způsobenou zvýšením syntézy nebo sníženým odbouráváním. HLP je jedním z nejvýznamnějších rizikových faktorů rozvoje aterosklerózy, proto patří vyšetření lipidového souboru mezi nejčastější biochemická vyšetření.

Tato práce zkoumá, zda jsou hodnoty ESR získané metodou stop flow (SF) ovlivněny hyperlipoproteinémií.

CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem práce je porovnat hodnoty ESR získané metodou stop flow (SF) s jednotlivými hodnotami lipidového souboru získané v laboratoři synlab czech. s.r.o., České Budějovice pomocí automatických analyzátorů Alifax Test 1 BCL a Beckman Coulter AU. Podle některých vědců hodnoty ESR získané manuální metodou Fähræus-Westergren (FW) jsou ovlivněny hyperlipoproteinémií (HLP). Předmětem zkoumání je ověřit, zda jsou hodnoty ESR získané metodou SF také ovlivněny HLP.

Hypotéza 1: Hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšení hodnot TAG.

Hypotéza 2: Hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšení hodnot TC.

Hypotéza 3: Hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšení hodnot HDL.

Hypotéza 4: Hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšení hodnot LDL.

Pro potvrzení nebo vyvrácení těchto hypotéz jsou vypočteny korelační koeficienty a sestaveny grafy korelačních závislostí mezi hodnotami ESR a parametry lipidového souboru – TAG, TC, HDL a LDL.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Červené krvinky (erythrocyty)

Název erythrocyt pochází z řeckého slova *erythrós* = červený a *kýtos* = dutina. Erythrocyty jsou bezjaderné elementy krve o velikosti kolem 7,4 μm (Langmeier a kol., 2009). Jejich počet je u mužů 4,3 – 5,3.10¹²/l a u žen 3,8 – 4,8.10¹²/l erythrocytů, čímž se řadí mezi nejvíce zastoupené buňky v krvi. Buněčná membrána erythrocytů je tvořena dvojitou vrstvou lipidů. Je pevná a zároveň elastická, tím zajišťuje snadný průchod krvinek v kapilárním řečišti. Dává krvinec typický bikonkávní tvar, kontroluje a řídí výměnu látek mezi intracelulárním prostředím a okolím (Trojan, 2003).

U zdravého dospělého člověka se erythrocyty vyvíjejí v kostní dřeni z myeloidních progenitorových buněk (hematopoetických kmenových buněk), procesem zvaným erythropoéza (Foller, Leng, 2012). Z jedné hematopoetické kmenové buňky vznikne jejím dělením 2¹¹ erythrocytů. Za minutu jich vznikne 2.10⁶ a celý jejich vývoj trvá asi 7 dní (Balko, Tonar, 2016). Vývojová řada erythrocytu začíná kmenovou buňkou, která se diferencuje v proerythroblast, dále pak normoblast, který je nejprve bazofilní, poté polychromní a nakonec oxyfilní. Předposledním stádiem je již bezjaderný retikulocyt, ze kterého vznikne zralý erythrocyt, který nemá jádro ani většinu organel a není schopen proteosyntézy (Penka a kol., 2011).

Ke správnému fungování erythropoézy je důležitá přítomnost živin, vitaminů B₆, B₁₂, kyseliny listové a hlavně železa. Železo je důležitou složkou hemu, na kterou se váže kyslík, a to ovlivňuje správnou funkci hemoglobinu, myoglobinu a zejména mitochondriálních enzymů. Tvorba erythrocytů je stimulovaná hormonem erythropoetinem, který je vylučován do krve ledvinami a v malém množství i játry (Rokyta a kol., 2015). Pokud dojde k hypoxii tkáně, jeho tvorba v ledvinách vzroste. Velký vliv na řízení erythropoézy mají také pohlavní hormony. Mužské pohlavní hormony (testosteron) erythropoézu stimulují a ženské (estrogeny) ji tlumí. Výsledkem je vyšší počet erythrocytů u mužů a menší u žen (Kittnar, Mlček, 2009).

Hlavní funkcí erythrocytů je přenos dýchacích plynů, tj. kyslíku z plic do tkání a oxidu uhličitého z tkání do plic. Kyslík je v krevním řečišti přenášen navázáním na centrální atom hemoglobinu. Oxid uhličitý se váže na hemoglobin nebo je v erythrocytech přeměněn

na HCO_3^- . Díky přítomnosti hemoglobinu slouží erytrocyty též jako pufrý pro vodíkové kationty. Ve tkáních se H^+ váže na Hb a v plicích se naopak H^+ z Hb uvolňuje. Další funkcí erytrocytů je udržování viskozity krve a ochrana před volnými radikály tím, že vychytávají a neutralizují reaktivní formy kyslíku a dusíku (Despopoulos, Kittnar, 2011).

Erytrocyty cirkulují v krevním řečišti a po 110 – 120 dnech ztrácejí schopnost změny tvaru a stárnou. Takové erytrocyty jsou označeny protilátkami a makrofágy je vychytávají v játrech, slezině a kostní dřeni, kde jsou zničeny (Trojan, 2003).

1.1 Rychlost sedimentace erytrocytů

Vyšetření rychlosti sedimentace neboli usazování erytrocytů (ESR - erythrocyte sedimentation rate) patří k nejrozšířenějším diagnostickým testům, pomocí kterého se zjišťuje rychlost poklesu erytrocytů v nesrážlivé krvi (Assasi et al., 2015). Sedimentace nastává v momentě, kdy se erytrocyty navzájem shlukují a začnou tvořit uskupení, které má tvar sloupce (rouleaux formace). Za fyziologického stavu erytrocyty v nesrážlivé krvi samovolně sedimentují velice pomalu a s konstantní rychlostí. Důvodem je záporný elektrický náboj na membráně erytrocytu, díky němuž se krvinky navzájem odpuzují (Rosina a kol., 2013; Lukáš a kol., 2014).

Zánětlivé a nekrotické procesy vyvolávají změny na povrchu membrány erytrocytů a dochází i ke změně složení plazmatických bílkovin. Tyto změny vedou k agregaci erytrocytů a tím se rychlost sedimentace zvýší. To je velice důležitý ukazatel při hodnocení tohoto testu. Jelikož je životnost erytrocytů 120 dní, je toto zvýšení viditelné i po ústupu choroby. Díky tomu je ESR přesnější v diagnostice onemocnění, než při monitorování léčby (Fischbach a kol., 2009).

Vyšetření se vyznačuje vysokou senzitivitou a nízkou specifitou. Nejistíme díky němu, o jaké konkrétní onemocnění se jedná, ale poskytuje informace o průběhu patologických jevů v organismu. Umožňuje sledovat a posuzovat aktivitu onemocnění (Donovalová, 2014).

Pomocí vyšetření rychlosti sedimentace erytrocytů můžeme odhalit příčinu primární trombocytémie. Příčinou jsou právě chronické zánětlivé procesy, při kterých nacházíme

vysoké hodnoty ESR, zvýšené hodnoty C-reaktivního proteinu (CRP), zvýšený fibrinogen či nedostatek železa při hypochromní anémii (Adam a kol., 2007)

1.1.1 Stanovení rychlosti sedimentace erytrocytů dle Fähræus-Westergrena

První postup, jak vyšetřit krevní sedimentaci vytvořil v roce 1896 Polák Biernacki. Jako první se u nás klinickým významem sedimentace zabývali Hynek, Amerling a Prusík v roce 1917. Krevní sedimentace je často označována písmeny FW, a to podle dvou lékařů (R. Fähræus a A. Westergren), kteří sjednotili dříve odlišné metodiky. Postup, který doporučili, se dodnes považuje za standardní (Šipr, 2010).

K měření ESR podle FW metody se využívají zkumavky s přesnou dávkou antikoagulačního roztoku (1 díl 3,8% citrátu sodného + 4 díly krve). Díky vakuovému systému je krev nasávána přímo do zkumavky. Po odběru se zkumavka několikrát lehce překlopí, aby se krev s antikoagulantem dobře smísila. Poté se krev nasaje do skleněných pipet po rysku „0“. Pipety se připevní svisle do stojanů tak, aby svíraly s vodorovnou rovinou pravý úhel. Sedimentační rychlost erytrocytů zjistíme odečtením, o kolik mm poklesnou krvinky za 60 a 120 minut (Lukáš a kol., 2014). V poslední době se již hodnota za 2 hodiny nestanovuje, protože neposkytuje další informace (Bořil, 2014).

Stanovení ESR metodou FW patří k hodnotným vyšetřovacím metodám. Jedná se však o manuální metodu, která s sebou přináší řadu rizik. Jedním z nich je použití antikoagulantu citrátu sodného. Při nedodržení správného poměru s odebíranou krví, způsobuje nepřesnost celého vyšetření (Turgeon, 2005; Šipr, 2010). Dále patří mezi hlavní nevýhody této metody vliv okolní teploty, sklon pipety, možné otřesy, subjektivita personálu při odečítání výsledků a časová náročnost přípravy vzorků (Venneapusa et al., 2011).

1.1.2 Stanovení rychlosti sedimentace erytrocytů pomocí analyzátoru

V dnešní době se pomalu upouští od měření ESR pomocí FW a začínají se v laboratořích používat různé plně automatické přístroje, které výrazně zkracují dobu testování. Jedním z nich je automatický analyzátor Alifax Test 1 (Levitus et al., 2009), který měří ESR v malých objemech krve (150 µl) metodou mikroaglutinace. Pomocí této metody dokáže vyhodnotit agregaci erytrocytů se zánětlivými složkami plazmatických bílkovin. Pro vyšetření se

používají zkumavky s antikoagulačním roztokem K₃EDTA, do kterých se odebere pacientova krev (Choong-Hwan et al., 2009).

Mezi velké výhody tohoto analyzátoru patří především rychlost analýzy (20 sekund), absence potřeby speciálních reagensů, vyšetření ze stejných zkumavek jako pro stanovení krevního obrazu, nízká spotřeba vzorku (150 µl), kapacita až 180 vzorků za hodinu. Dalším pozitivem je lepší korelace se zánětlivými proteiny oproti FW metodě a také vyšší reprodukovatelnost. Výsledky měření jsou vyjádřeny v mm/hod (Choong-Hwan et al., 2009; Biovendor, 2011).

1.1.3 Faktory ovlivňující rychlost sedimentace erytrocytů

Velice důležitými faktory, které ovlivňují ESR, jsou množství bílkovin v plazmě a velikost a tvar erytrocytů. Z toho vyplývá, že rychlost sedimentace je závislá na hodnotách hematokritu (Bořil, 2014).

Zvýšené hodnoty ESR

Faktory, které zvyšují ESR, jsou fyziologické i patologické. Řadíme k nim zejména zvýšenou hladinu fibrinogenu a snížení albuminu a globulinu, které nastávají, pokud pacient trpí infekčními onemocněními, maligními nádory, či zánětem. Obecně je sedimentace vyšší v případě zmnožení plazmatických globulinů (Rosina a kol., 2013).

Hodnoty ESR jsou závislé na pohlaví, ženy mají hodnoty ESR vyšší než muži (Lukáš a kol., 2014). Dále nacházíme vyšší hodnoty během menstruace a při graviditě (Bořil, 2014). Zvyšují se i s věkem (Rosina a kol., 2013), pacienti nad 70 let mají hodnoty výrazně vyšší v porovnání s mladšími pacienty (Piva et al., 2005). Kromě věku a pohlaví jsou hodnoty ovlivněny např. hyperlipoproteinémií. Při anémiích dochází ke snížení hematokritu, a proto erytrocyty sedimentují rychleji (Adam a kol., 2007; Bořil, 2014). V případě, že pacient trpí horečkou nebo před odběrem krve vykonával fyzicky namáhavou práci jsou, hodnoty ESR také zvýšené (Lukáš a kol., 2014). Některé léky také zvyšují sedimentaci. Jsou to například: vitamín A, theofylin, dextran nebo antikoncepce (Cheesbrough, 2006; Bořil, 2014).

Snížené hodnoty ESR

Některé stavy na druhou stranu rychlost sedimentace snižují. Patří mezi ně alkalóza, žíznění, diseminovaná intravaskulární koagulopatie, hypotermie, městnavé srdeční slabosti, cholestáza nebo alergické stavy. Snížené hodnoty ESR jsou spojeny i s nepravidelným či abnormálním tvarem erytrocytů vyskytujícím se při onemocnění krve (Cheesbrough, 2006). Nižší hodnoty se nacházejí též u lidí trpících hyperbilirubinemií (Rosina a kol., 2013; Lukáš a kol., 2014). Nižší hodnoty ESR jsou způsobeny také léčbou léky, jako je například kortison, steroidy, aspirin (Cheesbrough, 2006; Bořil, 2014). Rychlost sedimentace je snížena i při myeloproliferativních onemocněních, zejména při polycytemia vera (Cheesbrough, 2006; Rosina a kol., 2013; Lukáš a kol., 2014).

1.1.4 Referenční meze pro stanovení rychlosti sedimentace erytrocytů

Obecně nejsou jednotně stanovené referenční meze pro sedimentaci erytrocytů (Bořil, 2014). Každá laboratoř by si měla stanovit vlastní rozsah referenčních mezí (Cheesbrough, 2006).

Referenční hodnoty pro stanovení ESR založené na metodě Fåhræus-Westergrena, která měří sedimentaci ve svisle postavené pipetě definované délky a velikosti vnitřního otvoru a používá jako antikoagulant citrát sodný, jsou dle Rosiny a kol. (2013) zobrazeny v tabulce číslo 1.

Tab. I: Fyziologické hodnoty sedimentace erytrocytů u mužů a žen

FW	Muži	Ženy
po 1. hodině	2-8 mm	7-12 mm
po 2. hodině	12 mm	15 mm

Rychlost sedimentace je vyšší u žen, protože mají menší počet erytrocytů a vyšší koncentraci fibrinogenu než muži (Lukáš a kol., 2014).

Referenční meze pro měření rychlosti sedimentace erytrocytů metodou stop flow na analyzátoru Alifax Test 1 BCL jsou následovně rozděleny podle věku a pohlaví:

děti 0-14 let 2-34 mm/hod

ženy 15-50 let 2-37 mm/hod

muži 15-50 let 2-28 mm/hod

ženy 51-70 let	2-39 mm/hod
muži 51-70 let	2-37 mm/hod
dospělí > 70 let	3-47 mm/hod

(Choong-Hwan et al., 2009; Biovendor, 2011; Kronika, 2016).

Podle Rosiny a kol. (2013) a Lukáše a kol. (2014) byl stanoven vzorec pro výpočet referenčních mezí, který zohledňuje věk a pohlaví pacienta. Podle tohoto vzorce se horní hranice sedimentace vypočítá jako hodnota $(\text{věk}+10)/2$ u žen a hodnota $\text{věk}/2$ u mužů.

Chyby při měření ESR na analyzátorech

Při vyhodnocování výsledků z hematologických analyzátorů, ke kterým patří i analyzátor Alifax Test 1, je důležité znát a dodržovat určité zásady. Díky tomu je mnoha chybám v analytické fázi možno předejít. V první řadě je důležité znát princip měření a referenční hodnoty jednotlivých měřených parametrů pro daný analyzátor. Dále je nezbytné dohlížet na správnost odběru, správnou interpretaci specifických hlášení přístroje a sledování výsledků kontrolních měření (Penka a kol., 2011).

2 Triacylglyceroly

Triacylglyceroly (TAG) jsou estery mastných kyselin a glycerolu. Nachází se ve formě tuků v potravě i v lidském těle. Jsou přítomny v krevní plazmě a ve spojení s cholesterolem tvoří plazmatické lipidy (Bruss, 2008). Jejich syntéza probíhá z velké části v játrech, tenkém střevě a tukové tkáni. Triacylglyceroly nacházející se v plazmě pocházejí z tuků obsažených v potravinách, nebo si je tělo tvoří z jiných zdrojů energie, jako například z karbohydrátů. Pokud je příjem kalorií v jídle větší než v danou chvíli tělo potřebuje, přemění se na triacylglyceroly, které se ukládají ve formě tukových buněk (Welson, 2006).

Za fyziologických podmínek je jejich koncentrace v plazmě zvýšená jen několik hodin, asi po 12 hodinách jsou triacylglyceroly obsažené v chylomikronech z potravy odbourány. Triacylglyceroly hrají důležitou roli v metabolismu jako zdroj energie. I přesto, že nejsou součástí biomembrán, jsou nejvíce zastoupenou třídou lipidů v organismu (Češka a kol., 2005).

Triacylglyceroly se dělí na:

- jednoduché – na všechny uhlíky glycerolu mají navázanou stejnou mastnou kyselinu
- složené – častější, mají náhodně navázané dvě nebo tři mastné kyseliny na glycerolu (Zima a kol., 2013).

2.1 Stanovení triacylglycerolů

Triacylglyceroly se stanovují pomocí chemických nebo enzymatických metod. Chemická metoda je založena na extrakci lipidů, sorpci plazmatických lipoproteinů na pevnou fázi a konečné analýze uvolněného glycerolu po zmýdelnění TAG (Zima a kol., 2013). Pro klinické účely se používá kvantitativní stanovení TAG k hodnocení různých genetických a metabolických lipoproteinových poruch, při stanovení rizika aterosklerózy a onemocnění koronárních tepen (Beckman Coulter, 2014).

Pomocí analyzátoru Beckman Coulter AU se množství TAG v lidském séru a plazmě stanovuje enzymaticko-kolorimetrickou metodou. Ta se skládá z několika enzymatických reakcí.

Nejprve jsou triacylglyceroly v důsledku působení lipoproteinových lipáz hydrolyzovány na mastné kyseliny a glycerol. Glycerol je následně fosforylován adenosin trifosfátem (ATP) za vzniku glycerol-3-fosfátu. Celou reakci katalyzuje glycerolkináza (GK). Glycerol-3-fosfát je za přítomnosti glycerol-3-fosfát oxidázy (GPO) oxidován molekulárním kyslíkem za vzniku peroxidu vodíku (H_2O_2) a dihydroxyaceton-fosfátu. Uvolněný H_2O_2 reaguje se sodnou solí a 4-aminofenazonem za přítomnosti peroxidázy (POD). Touto reakcí vzniká modré barvivo, jehož absorbance se měří fotometricky při 660/800 nm. Absorbance je přímo úměrná obsahu TAG ve vzorku (Štern, 2011; Zima a kol., 2013; Beckman Coulter, 2014).

2.2 Vyhodnocení triacylglycerolů

Výsledky mohou být ovlivněny mnoha faktory. Záleží zejména na pohlaví a věku pacienta, způsobu jeho stravování nebo typu vzorku. Pro diagnostické účely je třeba brát v úvahu mimo jiné anamnézu pacienta či klinická vyšetření (NCEP, 2002).

Dle NCEP (National Cholesterol Education Program) by za fyziologických podmínek měla být koncentrace TAG v rozmezí 1,70 – 2,25 mmol/l. Za velmi vysokou koncentrací TAG jsou považovány hodnoty vyšší než 5,65 mmol/l (NCEP, 2002; Zima a kol., 2013).

V případě stanovení vzorků, které mají vysokou hladinu TAG a jsou na první pohled velice lipemické, mohou být výsledky falešně pozitivní (Zima a kol., 2013). Takové vzorky musí být před samotným stanovením zředěny v poměru 1 díl vzorku + 4 díly solného roztoku. Celkové výsledky je poté nutno vynásobit pěti (Beckman Coulter, 2014).

3 Cholesterol

Cholesterol se svou chemickou strukturou řadí mezi steroidy. Základ molekuly tvoří čtyři benzenová jádra a k nim se připojují hydroxylové skupiny (Myant, 1981). Nachází se ve všech živočišných tkáních. Je důležitou součástí buněčných membrán, protože reguluje jejich fluiditu. Dále se účastní tvorby vitamínu D a je prekurzorem steroidních hormonů (glukokortikoidy, mineralokortikoidy, pohlavní hormony) a žlučových kyselin. Tvoří základní stavební jednotku nervové soustavy. Je také velkým pomocníkem při odbourávání tuků v těle (Koolman, 2012). K syntéze cholesterolu dochází v hepatocytech, enterocytech a v nervové tkáni. Velkou část cholesterolu si organismus vytvoří sám, syntézou z acetyl CoA (endogenní). Menší část se do organismu dostává z potravy, kdy je vstřebáván ze zažívacího traktu (exogenní) (Šimon a kol., 2001).

Cholesterol se vyskytuje pouze v živočišné potravě, jako jsou například játra, vejce a mléko. V organismu se nachází jako volný (neesterifikovaný) nebo ve formě esterů s mastnými kyselinami. Esterifikovaný cholesterol je hydrofóbní, a proto se nachází uvnitř lipoproteinových částic. Neesterifikovaný se nachází na jejich povrchu (Holeček, 2006).

Cholesterol je pro organismus velice důležitý. Vysoká, nebo naopak nízká hladina nepřispívá ke zdraví. Hladina cholesterolu v séru u osob středního věku by měla být v rozmezí 3,8 – 5,2 mmol/l (Meiner, 2007).

3.1 Stanovení cholesterolu

Pomocí analyzátoru Beckman Coulter AU se celkový cholesterol (TC) obsažený v lidském séru a plazmě kvantitativně stanovuje enzymaticko-kolorimetrickou metodou (CHOD-PAP).

Většina cholesterolu se nachází v esterifikované formě. Prvním krokem je proto jeho hydrolýza na volný cholesterol a mastné kyseliny. Tuto reakci katalyzuje enzym cholesterolesteráza (CHE). V další fázi je volný cholesterol oxidován cholesteroxidázou (CHO) na cholesten-3-on a peroxid vodíku (H_2O_2). Posledním krokem je reakce 4-aminoantipyridinu (4-APP) s fenolem za přítomnosti H_2O_2 . Reakci katalyzuje peroxidáza (POD). Vzniká červeně zbarvený chinoniminový komplex. V konečné fázi se tento komplex měří fotometricky při vlnové délce 540/600 nm.

Intenzita zabarvení je přímo úměrná koncentraci cholesterolu obsaženého ve vzorku (Štern a kol., 2005; Zima a kol., 2013; Beckman Coulter, 2014).

3.2 Úloha cholesterolu v aterogenezi

Aterogeneze je proces tvorby aterosklerózy, při kterém vznikají proměnlivé změny v cévních stěnách. Změny jsou způsobeny nahromaděním lipidů, krevních buněk, sacharidů, vaziva a vápníku. V poslední fázi dochází k ztvárnutí aterosklerotického plátu, cévy ztrácí nadobro svou pružnost a vznikají z nich tvrdé trubičky (Šafránková, Nejedlá, 2011).

Celkový cholesterol patří mezi nejzávažnější rizikové faktory rozvoje aterosklerózy. Je základní součástí aterosklerotického ložiska. Ateroskleróza s sebou nese i řadu komplikací, jako například ischemickou chorobu srdeční nebo cévní mozkovou příhodu (Soška, 2001; Češka, 2002).

S rostoucí koncentrací cholesterolu v krvi, roste riziko rozvoje aterosklerózy, a to již od koncentrace TC 3,9 mmol/l. Za fyziologickou horní hranici pro obecnou populaci je považována hodnota koncentrace TC do 5,0 mmol/l (Soška, 2001).

Byly provedeny studie, které potvrzují, že riziko onemocnění i mortalita na ischemické choroby srdeční roste exponenciálně s rostoucí hladinou TC v séru. Například pokud má jedinec hladinu cholesterolu 5,2 mmol/l, pak jedinec s hladinou 5,5 mmol/l bude mít riziko rozvoje aterosklerózy dvojnásobné a při hladině 7,4 mmol/l dokonce čtyřnásobné. Musíme však brát v úvahu, že příčin kardiovaskulárních onemocnění je mnoho, a proto nám koncentrace celkového cholesterolu slouží pouze orientačně (Schneiderka a kol., 2004).

Snížením hladiny cholesterolu v krvi o 1 % dochází k poklesu výskytu ischemické choroby srdeční asi o 2 %. Při rapidním snížení koncentrace cholesterolu může dojít i k regresi aterosklerózy (Soška, 2001).

4 Lipoproteiny

Obecně platí, že vyšší mastné kyseliny, triacylglyceroly a estery cholesterolu jsou ve vodě nerozpustné. V krevní plazmě a lymfě jsou proto transportovány pomocí hydrofilních lipoproteinových částic – lipoproteinů (Holeček, 2006).

Lipoproteiny jsou částice kulovitého tvaru. Jádro částice tvoří nepolární triacylglyceroly a esterifikovaný cholesterol, zatímco na povrchu se nachází polární lipidy: v první řadě fosfolipidy, volný cholesterol a bílkovinná složka, nazývaná apoproteiny (apolipoproteiny). Lipoproteiny obsahují i další látky rozpustné v tucích, jako například hormony a některé vitamíny (Vokurka, 2012).

Podle Šterna a kol. (2005) lze lipoproteiny rozdělit na základě odlišného zastoupení lipidové složky nebo různé velikosti bílkovinného náboje následovně:

- Podle poměrného zastoupení lipidové a bílkovinné složky se lipoproteiny dělí ultracentrifugací na základě rozdílné hmotnosti do pěti hlavních skupin:
 - chylomikrony
 - lipoproteiny o velmi nízké hustotě (very low density lipoprotein – VLDL)
 - lipoproteiny o střední hustotě (intermediate density lipoprotein – IDL)
 - lipoproteiny o nízké hustotě (low density lipoprotein – LDL)
 - lipoproteiny o vysoké hustotě (high density lipoprotein – HDL).

- Druhým starším způsobem rozdělení lipoproteinů je elektroforéza. Ta využívá odlišnou velikost náboje na bílkovinách. Dle elektroforetické pohyblivosti rozlišujeme tyto čtyři třídy lipoproteinů:
 - chylomikrony
 - α -lipoproteiny (odpovídají HDL)
 - pre- β -lipoproteiny (odpovídají VLDL)
 - β -lipoproteiny (odpovídají LDL).

V následující tabulce jsou v přehledu uvedeny jednotlivé lipoproteiny krevní plazmy, jejich velikost, složení, původ a funkce.

Tab. II: Složení a funkce lipoproteinů

Částice	Průměr (nm)	Hustota (g/ml)	Obsah lipidů (%)	Původ	Hlavní funkce
Chylomikrony	90-100	<0,95	98-99	střevo	transport triacylglycerolů
VLDL	30-90	0,95-1,06	90-93	játra (střevo)	transport triacylglycerolů
IDL	25-30	1,02-1,06	89	VLDL	transport triacylglycerolů
LDL	20-25	1,02-1,06	79	VLDL	transport cholesterolu do tkání
HDL	10-20	1,06-1,21	67	VLDL, chylomikrony, játra a střevo	transport cholesterolu z tkání
Albumin-FFA		>1,28	1	tuková tkáň	transport mastných kyselin

FFA – volné mastné kyseliny

zdroj: Holeček (2006)

Z tabulky je patrné, že největšími lipoproteiny z hlediska velikosti jsou v krevním oběhu chylomikrony. Obsahují ze všech lipoproteinů největší podíl lipidové složky. Naopak kromě albuminu a volných mastných kyselin jsou nejmenšími částicemi HDL, obsahují nejmenší procento lipidové složky. Jejich hlavní funkcí je transport cholesterolu z tkání.

4.1 Chylomikrony

Chylomikrony patří mezi největší lipoproteinové částice, mají velmi nízkou hustotu a jsou bohaté na triacylglyceroly. Ze všech lipoproteinových částic obsahují největší podíl lipidové a nejmenší podíl proteinové složky (Murray, 2001). Vznikají v buňkách sliznice tenkého střeva vstřebáváním tuku v potravě. Nově vytvořené chylomikrony se dostávají ze střeva přes lymfatický systém do krve (Masopust, Průša, 2004). V krevním oběhu se setkávají s lipoproteinovou lipázou, která štěpí triacylglyceroly chylomikronů za vzniku mastných kyselin. Uvolněné mastné kyseliny dodávají energii svalům a jiným tkáním,

ukládají se v tukové tkáni ve formě zásobních triacylglycerolů nebo jsou vychytány játry a metabolizovány či znovu využity k resyntéze triacylglycerolů (Racek a kol., 2006).

Součástí cholymikronů je i exogenní cholesterol, nazývaný remnants, který se tvoří po hydrolýze triacylglycerolů. Tento cholesterol je játry okamžitě z oběhu odstraněn (Racek a kol., 2006).

Chylomikronový test

Stanovení koncentrace chylomikronů se provádí pouze v případě, pokud je sérum silně chylózní. Chylomikronový test je vizuální test, který se provádí za účelem diagnózy hyperlipoproteinémie typu I. a V. Po odběru je sérum skladováno při 4 °C po dobu 12 hodin. Během této doby chylomikrony přítomné v séru vystoupají k hladině vzorku a vytvoří mléčně zakalený chylózní prstenc. Pokud je sérum pod prstencem čiré, jedná se o hyperlipoproteinemii I. typu. V případě, že se jedná o hyperlipoproteinemii fenotypu V, je plazma pod prstencem mléčně zakalená (Kramer, 2005).

Přítomnost chylomikronů v krvi lze odhadnout i orientačně z koncentrace triacylglycerolů nebo provedením elektroforézy lipoproteinů na agarózovém gelu. V tomto případě zůstávají chylomikrony na startu (Zima a kol., 2013).

4.2 Lipoproteiny o velmi nízké hustotě

Lipoproteiny o velmi nízké hustotě (VLDL - very low-density lipoprotein) vznikají v játrech. Důležitou bílkovinnou komponentou VLDL částic je apoB-100, který se tvoří v drsném endoplazmatickém retikulu hepatocytu, a který je zodpovědný za jejich stabilizaci. Další součástí VLDL-částic jsou triacylglyceroly a malé množství esterů cholesterolu, které vznikají v hladkém endoplazmatickém retikulu. Pomocí Golgiho aparátu se částice VLDL dostávají do krevního oběhu (Racek a kol., 2006).

Pomocí lipoproteinové lipázy jsou triacylglyceroly nesené VLDL hydrolyzovány na mastné kyseliny. Ty slouží v buňkách jako zdroj energie nebo se ukládají ve formě zásobních triacylglycerolů. Při hydrolýze se některé složky z VLDL přenáší do HDL- částic. Z lipoproteinů VLDL vznikají částice nazývané VLDL remnants, neboli lipoproteiny o střední hustotě (IDL). IDL částice jsou vychytávány játry a metabolizovány. V konečné fázi, absolutním přenosem esterů cholesterolu z HDL a

odstraněním dalších triacylglycerolů z lipoproteinů IDL, vznikají částice LDL (lipoproteiny o nízké hustotě) (Masopust, Průša, 2004).

Syntéza VLDL-částic je komplexní a kontrolovaný proces, který je regulován z části hormony a dietou. Je to důležitý proces v celkové lipidové homeostáze. Zvýšená produkce VLDL-částic a jejich eventuální sekrece do oběhového systému představují jeden z hlavních rizikových faktorů rozvoje aterosklerózy. Tvorba VLDL-částic musí být synchronizována s jejich vylučováním, aby se předešlo nežádoucím následkům, jako je například steatóza jater (Siddiqi, Tiwari, 2012).

4.3 Lipoproteiny o nízké hustotě

Lipoproteiny o nízké hustotě (LDL - low density lipoprotein) jsou částice, jejichž jádro obsahuje pouze estery cholesterolu. Povrch je tvořen fosfolipidy, volným cholesterolem a zejména apoB-100. Jejich hlavní funkcí je zásobování buněk cholesterolem. Vznikají z VLDL-částic činností lipoproteinové lipázy. Odstranění LDL-částic z plazmy se uskutečňuje prostřednictvím LDL receptorů. Ty jsou lokalizovány na všech buňkách, nejvíce na povrchu hepatocytů (Racek a kol., 2006).

Na základě mnoha klinických a epidemiologických studií bylo prokázáno, že zvýšené hodnoty LDL a lipoprotein(a) jsou závažnými rizikovými faktory koronárního onemocnění srdce, rozvoje aterosklerózy a dědičné hyperlipoproteinémie. Obzvláště vysoké riziko nastává ve spojení vysokých hladin HDL a TAG (Fischer et al., 2013). Předčasný vznik koronárního onemocnění srdce je spojen zejména s familiární hypercholesterolémií a modifikací LDL-částic.

4.3.1 Familiární hypercholesterolémie

Jedná se o autozomálně dominantní onemocnění, jehož příčinou je porucha funkce genu pro LDL-receptor. Existuje několik typů poruch. Buď se LDL-receptory netvoří vůbec, nebo se tvoří normálně, ale nejsou transportovány na povrch buňky (nemohou se funkčně uplatnit). Dále může být familiární hypercholesterolémie způsobena poruchou vazby LDL-receptoru na lipoproteinovou částici (Racek a kol., 2006). Frekvence heterozygotů u tohoto onemocnění je v populaci asi 1:500 a frekvence homozygotů jen 1:1 000 000 (Josef a kol., 2010). Ukazatelem onemocnění je izolované zvýšení hladiny LDL (6-12 mmol/l) v plazmě při normální koncentraci TAG. Mezi nejzávažnější projevy patří ICHS,

kteřá postihuje pacienty ve věku 30 až 50 let. Léčba je složitá. Pacientům je po celý život předeřpsána farmakoterapie (statiny, často v kombinaci s pryskyřicí). Pro včasou diagnostiku a léčbu je nezbytné vyšetření celé rodiny. V případě velmi vzácné homozygotní formy se pacienti léčí pomocí LDL-aferézy. V některých případech je alternativou transplantace jater, anebo genová terapie (Šteřfa, 2007).

4.3.2 Modifikace lipoproteinů o nízké hustotě

Působením volných radikálů, které oxidují dvojné vazby v mastných kyselinách, vznikají velice nebezpečné oxidované LDL-částice, které jsou zodpovědné za usazování cholesterolu v subendoteliálním prostoru cév, a tedy i za rozvoj aterosklerózy (Racek a kol., 2006). Nejvíce aterogenní jsou malé LDL-částice, které lehce pronikají endotelem cév a snadno podléhají různým transformacím. Oxidované LDL-částice mají sníženou afinitu k LDL-receptorům, jsou vychytávány receptory tzv. zametacích buněk. Za jejich výskyt je zodpovědná vysoká hladina TAG (Fischer et al., 2013).

4.3.3 Úloha lipoproteinů o nízké hustotě v aterogenezi

Tvorba aterosklerotických plátů se skládá ze čtyř kroků. Nejprve dochází k zachycování LDL, poté k aktivaci endotelových buněk, aktivaci leukocytů a v posledním kroku se vytvoří pěnové buňky (Rafjeian-Kopaei et al., 2014). Spouštěcím mechanismem, který vede k hromadění LDL ve stěně cév, je jeho oxidativní modifikace (Vojáček, 2004). Modifikované LDL-částice uvolňují tkáňový faktor a stimulují trombocyty k agregaci. Pokud se modifikované LDL-částice naváží na CRP, aktivují komplement. Tvoří se nové epitopy, které aktivují buněčnou i humorální imunitu. Na druhé straně aktivované makrofágy fagocytují oxidované částice LDL, které pronikly do subendotelového prostoru intimy, a nakonec z nich vznikají pěnové buňky (Masopust, 2004).

4.3.4 Stanovení LDL cholesterolu

Stanovení koncentrace LDL se provádí za účelem včasného rozpoznání rizika rozvoje kardiovaskulárních chorob. Vycházíme z naměřených hodnot TC, LDL, HDL a TAG, které jsou důležitým ukazatelem při rozhodování o vhodném způsobu a kontrole léčby (Scott et al., 2002; Racek a kol., 2006; Zima a kol., 2013).

Koncentraci LDL můžeme stanovit buď nepřímou výpočtem, nebo přímo pomocí laboratorní analýzy (Zima a kol., 2013).

Nepřímé stanovení LDL cholesterolu

Nepřímé stanovení LDL se provádělo dříve, a to zejména pro jeho finanční, časovou a přístrojovou nenáročnost. Tato metoda má však své zastoupení v laboratořích dodnes. Koncentrace LDL se stanoví výpočtem pomocí tzv. Friedewaldova vzorce (viz. níže). Pro tento výpočet, musíme znát údaje o měření tří různých analytů: HDL, TC a TAG (Novotný a kol., 2005).

$$\text{LDL cholesterol} = \text{TC} - \frac{\text{TAG}}{2,2} - \text{HDL cholesterol} \quad (\text{Soška, 2001}).$$

Hodnota konstanty závisí na jednotkách, ve kterých se počítá. Hodnota 2,2 se používá v případě, že se počítá v mmol/l, pokud se ale počítá v mg/dl, je konstanta 5,0 (Sniderman et al., 2003).

Tento výpočet lze použít pouze v případě, že hodnota TAG nepřekročí hranici 4,5 mmol/l (tedy nejsou-li přítomny chylomikrony a plazmatické lipoproteiny) (Marniemi et al., 1995; Sniderman et al., 2003). I přesto, že u celé řady chorobných stavů (chronické renální poškození, jaterní poškození) je tato hranice překročena, všechna mezinárodní doporučení pro stanovení rizika i terapie kardiovaskulárních onemocnění jsou založena právě na použití Friedewaldova vzorce (Tremblay, 2004; Novotný a kol., 2005).

Přímé stanovení LDL cholesterolu

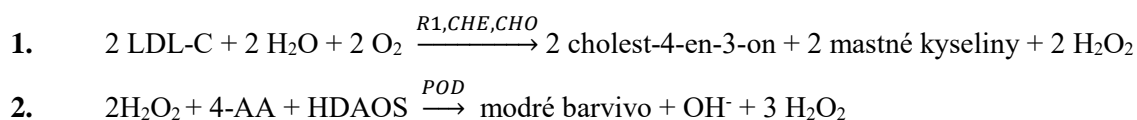
Stanovení LDL se provádí přímo z pacientova séra. Využívají se k tomu plně automatizované analyzátory. Používají se speciální reagensie a detergenty, které separují v krvi jednotlivé LDL-částice od ostatních lipoproteinových částic. V závěru se stanoví koncentrace cholesterolu. Celková analýza probíhá vždy ve dvou krocích (Soška, 2001; Zima a kol., 2013). V porovnání se stanovením LDL pomocí výpočtu z Friedewaldovy rovnice, dává tato metoda často o něco vyšší výsledky (Soška, 2001).

V laboratořích synlab czech s.r.o., kde byl proveden výzkum pro tuto práci byly hodnoty LDL získány, pomocí analyzátoru Beckman Coulter AU, enzymaticko-kolorimetrickou metodou. Ta se skládá z několika enzymatických reakcí.

LDL cholesterol obsažený ve vzorku je chráněn před enzymatickými reakcemi pomocí ochranné reagensie R1. Lipoproteiny všech ostatních tříd (HDL, VLDL, chylomikrony) jsou rozloženy reakcí s cholesterolesterázou (CHE) a cholesteroxidázou (CHO). V této

reakci vzniká peroxid vodíku, který je rozložen katalázou obsaženou v R1 (Štern a kol., 2007; Beckman Coulter, 2009).

Ve druhé fázi proběhne vlastní stanovení cholesterolu v LDL, kdy po přidání specifické reagensie R2 dojde k uvolnění ochranné reagensie z LDL a následně je kataláza z R1 inaktivována prostřednictvím azidu sodného. Poté LDL podléhá enzymatickým reakcím s CHE a CHO. Za přítomnosti peroxidázy se stanoví peroxid vodíku, který touto reakcí vznikl (Štern a kol., 2007; Beckman Coulter, 2009).



4.3.5 Vyhodnocení LDL cholesterolu

Při hodnocení výsledků je potřeba brát v úvahu, že jednotlivé hodnoty jsou ovlivněny faktory, jako je například věk, pohlaví, zeměpisná poloha a typ séra (NCEP, 2001). Referenční hodnoty LDL dané laboratoří synlab czech s.r.o. v séru jsou stanoveny v rozmezí 1,2 – 3 mmol/l bez rozlišení pohlaví a věku (Kronika, 2016). Zvýšené hodnoty LDL jsou indikátorem rozvoje aterosklerózy, cévních chorob, onemocnění ledvin, diabetu mellitu, hypertenze, ischemické choroby srdeční nebo jsou vyšší po podání určitých léčiv (Zima a kol., 2013).

Podle programu NCEP (2001) by optimálně měla být koncentrace LDL menší než 2,6 mmol/l. Za hraniční je považována koncentrace 3,4 – 4,1 mmol/l a za velmi vysokou koncentraci se udává hodnota vyšší než 4,9 mmol/l.

4.4 Lipoproteiny o vysoké hustotě

Lipoproteiny o vysoké hustotě (HDL - high density lipoprotein) mají ze všech lipoproteinů nejmenší velikost. Vznikají zejména biosyntézou v játrech a tenkém střevě. Mají tvar disku a jsou tvořeny pouze dvojrstvou fosfolipidů a apoproteiny (apoA-I, apoA-II, apoC- I, apoC-II, apoD a apoE) (Koolman a kol., 2012). Jejich hlavním úkolem je přijímat volný cholesterol z buněčných membrán různých tkání nebo povrchových struktur jiných krevních lipoproteinů, a následně ho na svém povrchu esterifikovat. Celý děj je katalyzován enzymem lecitin-cholesterolacyltransferázou (LCAT). Hromaděním

esterů cholesterolu v jádře získává částice HDL sférický tvar (Masopust a kol., 2004). Hlavním úkolem HDL-částic je sběr přebytečného cholesterolu v tkáních a jeho transport do jater. Tento transport je zprostředkován pomocí cholesterol-ester-transferového proteinu (CETP), díky němuž dochází k výměně cholesterolu z HDL na VLDL. Tímto způsobem jsou estery cholesterolu odváděny do jater před IDL nebo LDL-částice. Tento proces se označuje jako reverzní transport cholesterolu, tedy transport z periferních tkání do jater. V játrech poté dochází k přeměně cholesterolu na žlučové kyseliny, nebo je přímo vylučován do žluče. Tím HDL významně přispívá ke snižování hladiny cholesterolu v krvi (Racek a kol., 2006; Koolman a kol., 2012).

4.4.1 Úloha lipoproteinů o vysoké hustotě v aterogenezi

Hlavní význam HDL spočívá v reverzním transportu nadbytečného cholesterolu z buněk do jater. Pokud se zvýší koncentrace HDL, zejména frakce HDL₂, riziko rozvoje aterosklerózy se sníží. Další důležitou funkcí HDL je, že brání oxidaci LDL-částic tím, že vyměňují oxidované složky LDL za vlastní, které nelze oxidovat. Ty jsou z organismu rychle odstraněny. HDL také zabraňuje vzniku toxických hydroxylových radikálů tím, že je na sebe naváže a následně vyloučí z organismu (Racek a kol., 2006).

4.4.2 Stanovení HDL cholesterolu

HDL cholesterol se stanovuje přímo z pacientova séra. Využívají se plně automatizované analyzátory. Stanovení hladiny HDL v séru slouží ke zjišťování počátečního rizika rozvoje aterosklerózy a ke sledování pacientů během léčby medikamenty, které snižují množství lipidů v těle (Štern a kol., 2005).

V laboratořích synlab czech s.r.o., kde byl proveden výzkum pro tuto práci se hodnoty HDL získaly pomocí analyzátoru Beckman Coulter AU, enzymaticko-kolorimetrickou metodou. Ta se skládá z několika enzymatických reakcí, obdobně jako je tomu u LDL.

V prvním kroku se protilátka proti lidskému β -lipoproteinu, která je součástí reagensie R1, naváže na všechny nonHDL částice (LDL, VLDL a chylomikrony). Po přidání reagensie R2 se vytvoří komplexy antigen-protilátka, které blokují enzymatické reakce pouze částic nonHDL. Dále je přidán detergent, který rozpustí HDL-částice, uvolní se cholesterol, který se poté fotometricky stanoví při 540/600 nm. Množství cholesterolu je přímo úměrné množství HDL ve vzorku (Štern a kol., 2005; Beckman Coulter, 2014).

4.4.3 Vyhodnocení HDL cholesterolu

Referenční hodnoty HDL stanovené laboratoří synlab czech, s.r.o. v séru jsou rozděleny podle pohlaví. Pro muže se hodnoty pohybují v rozmezí 1,00 – 2,10 mmol/l a pro ženy v rozmezí 1,20 – 2,70 mmol/l (Kronika, 2016).

Podle programu NCEP (2001) jsou za nízký HDL považovány hodnoty menší než 1,03 mmol/l, které jsou spojovány s vysokým rizikem rozvoje ICHS. Za vysoké HDL jsou považovány hodnoty vyšší než 1,55 mmol/l. Hodnoty se mohou lišit podle věku, typu vzorku nebo zeměpisné polohy.

Nízká hladina HDL provází metabolický syndrom, nízkou tělesnou aktivitu, diabetes mellitus (DM) 2.typu, kouření cigaret a konzumaci velkého množství sacharidů (Zima a kol., 2013).

Vysoká hladina HDL se v krvi vyskytuje při pravidelné fyzické zátěži nebo v důsledku pití malých dávek alkoholu. Fyziologicky mají ženy vyšší koncentraci HDL než muži (Racek a kol., 2006).

5 Apolipoproteiny

Apolipoproteiny (apo) jsou specializované bílkoviny, které se spolu s polárními lipidy vytvářejí obal lipoproteinové částice. Jednotlivé skupiny apo označujeme velkými písmeny (A-J) a římskými číslicemi. Písmeno určuje zařazení do společné apolipoproteinové rodiny a římská číslice udává pořadí, ve kterém byl apolipoprotein eluován z chromatografické kolony (Zima a kol., 2013). Kromě transportu hydrofobních lipidů v plazmě se uplatňují například při syntéze a sekreci specifických lipoproteinů. Navázáním na specifické receptory, nebo aktivací enzymů odstraňují lipoproteiny z krevního oběhu (Racek a kol., 2006).

Z klinického hlediska je významný zejména apoA-I a apoB. Již v roce 1979 bylo prokázáno, že snížená hladina apoA-I a zvýšená koncentrace apoB jsou přesnějšími ukazateli rizika předčasného rozvoje ischemické choroby srdeční (ICHS), než parametry tukového metabolismu, jako celkový cholesterol, HDL, LDL a TAG. Stanovením apo se odhad rizika předčasné manifestace aterosklerózy zpřesnil o 10 % (Česka a kol., 2012).

6 Hyperlipoproteinémie

Onemocnění kardiovaskulárního (KV) systému patří mezi nejčastější příčiny úmrtí, zejména v rozvojových zemích. Příčiny těchto onemocnění závisí na mnoha faktorech, z nichž některé ovlivnit nemůžeme (pohlaví, věk), ale jiné ovlivnit, či zcela eliminovat lze (stravovací návyky, nedostatek pohybu, kouření, krevní tlak, DM 2. typu, hyperlipoproteinémie). Součástí prevence KV onemocnění by mělo být vyhledávání a léčba hyperlipoproteinémií (Soška a kol., 2013).

6.1 Klasifikace hyperlipoproteinémií

Při poruchách transportu lipidů (hyperlipoproteinémie, hyperlipidémie, dyslipidémie) dochází ke změně funkce, nebo hladiny plazmatických proteinů v séru a následkem toho k rozvoji aterosklerózy. Z hlediska mechanismu vzniku rozlišujeme primární nebo sekundární hyperlipoproteinémie (HLP). Pro rozlišení jednotlivých HLP se používají elektroforetické metody (Masopust, Průša, 2004).

Primární HLP jsou geneticky podmíněné poruchy metabolismu lipoproteinů. Tvoří 60 - 70 % všech HLP. Patří sem např.: familiární hypercholesterolemie, familiární hypertriacylglycerolemie. Sekundární HLP vznikají jako důsledek působení jiných chorob nebo souvisí s hormonálními poruchami, či podáváním xenobiotik, které poškozují lipidový a lipoproteinový metabolismus (Žák a kol., 2011). Vyskytují se při DM, obezitě, chronickém alkoholismu nebo onemocnění jater. Projevy jsou po dlouhou dobu latentní. K manifestaci dochází až při ateroskleróze nebo akutní hemoragické pankreatitidě. Sekundárních HLP je zhruba 30-40 % (Češka a kol., 2005).

Na základě stanovení koncentrace cholesterolu a triacylglycerolů v séru rozlišujeme tři typy HLP: hypercholesterolemie (zvýšení TC, převážně LDL), hypertriacylglycerolemie (zvýšení TAG) a kombinované hyperlipoproteinémii (zvýšení TC i TAG) (Racek a kol., 2006).

6.2 Referenční hodnoty hyperlipoproteinémií

Posuzování celkového KV rizika je velice individuální. Jsou definovány 4 kategorie rizika: velmi vysoké, vysoké, střední a nízké. Preventivní vyšetření krevních lipidů (TAG, TC, HDL, LDL) je doporučováno mužům ve věku ≥ 40 let, u žen ve věku ≥ 50 let a dále u skupin populace se zvýšeným rizikem KV onemocnění (nemocní s chronickými

zánětlivými autoimunitními onemocněními, léčení antiretrovirovými léky a pacienti s chronickým renálním onemocněním).

Doporučení pro diagnostiku a léčbu hyperlipoproteinémií z roku 2011, které bylo stanoveno Českou společností pro aterosklerózu (ČSAT), udává pro pacienty s nulovým rizikem následující referenční hodnoty: TC < 5 mmol/l, LDL < 3 mmol/l, TAG < 1,7 mmol/l, HDL u mužů > 1 mmol/l a u žen > 1,2 mmol/l (Fisher et al., 2013; Soška a kol., 2013).

6.3 Léčba hyperlipoproteinémií

Primárním cílem léčby je snížit hladinu LDL. Snížením koncentrace LDL o 1 mmol/l se sníží riziko kardiovaskulárního onemocnění (KV) o 22 % (NCEP, 2001; Soška a kol., 2013). Kromě sledování hladiny LDL se může stanovovat také hladina apoB. Jeho stanovení je zatíženo menší chybou než stanovení LDL, zejména u osob se zvýšenými TAG. Je lepším ukazatelem účinku léčby KV chorob (Soška a kol., 2013). Při léčbě HLP je důležitá zejména dieta a redukce hmotnosti. Množství alkoholu by mělo být do 20–30 g denně pro muže a 10–20 g pro ženy. Všechny osoby s hyperlipoproteinémií by měly přestat kouřit. Důraz je kladen i na změnu životního stylu (zvýšená fyzická aktivita), prevenci nadměry stresu nebo léčbu medikamenty, které snižují množství tuků v těle (Fischer et al., 2013).

METODIKA

V této práci byly osmi stům pacientům současně vyšetřeny rychlost sedimentace erytrocytů a čtyři složky lipidového souboru (TAG, TC, HDL a LDL). Výsledky byly poté rozděleny do skupin podle věku a pohlaví pacientů. Bylo vyšetřeno 364 mužů a 436 žen v těchto věkových skupinách:

- muži 0 – 20 let: 6 pacientů
- ženy 0 – 20 let: 13 pacientů
- muži 21 – 30 let: 35 pacientů
- ženy 21 – 30 let: 40 pacientů
- muži 31 – 50 let: 129 pacientů
- ženy 31 – 50 let: 126 pacientů
- muži 51 – 70 let: 146 pacientů
- ženy 51 – 70 let: 170 pacientů
- muži nad 71 let: 48 pacientů
- ženy nad 71 let: 87 pacientů.

Pacienti nebyli vybíráni na základě diagnózy, ale jednalo se pouze o sběr dat tak, jak postupně přicházely žádanky od jednotlivých lékařů. Výzkum byl proveden v období od 31.10. do 30.11. 2017 v laboratoři synlab czech, s.r.o. v pobočce v Českých Budějovicích.

Pro vyšetření ESR byl použit uzavřený odběrový systém BD Vacutainer, zkumavky s fialovým uzávěrem a antikoagulantem K₃EDTA, do kterých se odebírá 2 ml žilní krve. Samotná analýza byla provedena na automatickém analyzátoru Alifax Test 1 BCL od výrobce SIRE Analytical Systems a dodavatele Bioverdor a.s., rok výroby 2007, rok zavedení přístroje do laboratoře synlab czech, s.r.o. 2013.

Pro vyšetření lipidů byl použit uzavřený odběrový systém BD Vacutainer, zkumavky se zlatým uzávěrem a oxidem křemičitým (pro aktivaci koagulace) a gelem, který oddělí sérum a koagulum. Pro analýzu byl použit analyzátor Beckman Coulter AU 680, výrobce a dodavatel Beckman Coulter, rok výroby 2007, rok zavedení přístroje do laboratoře synlab czech, s.r.o. 2015.

V průběhu odběru vzorků byly dodrženy správné operační postupy přesně tak, jak jsou popsány ve Směrnici pro odběr vzorků firmy synlab czech, s.r.o. Vzorky odebrané tímto

způsobem byly obratem dopraveny do laboratoře, kde byly nejdéle do čtyř hodin po odběru zpracovány podle standardních postupů při stabilní laboratorní teplotě 22°C.

V případě vyšetření ESR byly v laboratoři zkumavky s protisrážlivým roztokem K₃EDTA a s krví pacienta řádně promíchány. Následně byly umístěny po patnácti vzorcích do speciálního stojanu a vloženy do analyzátoru Alifax Test 1 BCL. Analyzátor vzorky promíchává po dobu 3 minut, a poté ve 20 vteřinových intervalech vydává výsledky. Přístroj Alifax měří kinetiku agregace erytrocytů při teplotě 37°C po dobu 20 vteřin, a z ní vypočítá agregaci erytrocytů v mm/h. Každý den před zahájením vyšetřování je prováděna interní kontrola kvality a jednou za rok je prováděna validace autorizovaným technikem. Vše je řádně dokumentováno a archivováno.

Pro měření hodnot lipidového souboru byly použity zkumavky se zlatým uzávěrem. Vyšetření bylo provedeno ze séra, které bylo získáno po odběru žilní krve uzavřeným systémem, samovolně koagulací krve a následně centrifugací. Pro správnost výsledků je nutné, aby byl odběr krve proveden ráno nalačno. Principem vyšetření je barevný enzymatický test, který kvantitativně stanoví množství jednotlivých lipidových frakcí ve vzorku. Smísením vzorku s reagensiemi dochází k tvorbě chromogenů, které se měří fotometricky. Pravidelně před začátkem zpracování vzorků od pacientů se provádí interní kontrola kvality. Dvakrát ročně je provedena externí kontrola kvality a jednou za rok je prováděna validace autorizovaným technikem. Kalibrační a kontrolní dokumenty jsou řádně archivovány.

Z odběru každého pacienta bylo získáno celkem pět hodnot: ESR, TAG, TC, HDL a LDL. Jednotlivé složky lipidového souboru byly pomocí statistických metod porovnávány s hodnotou ESR. Z horních hranic referenčních rozmezí užívaných v laboratořích synlab czech, s.r.o. byly všechny výsledky přepočteny na hodnoty ratia. Pomocí Pearsonova korelačního koeficientu byly vypočteny korelační koeficienty, které se pro svou jednoduchost používají ve vztahu dvou metrických proměnných, mezi nimiž je lineární vztah. Na základě korelačních koeficientů byly zhodnoceny korelace mezi ESR a jednotlivými složkami lipidového souboru (TAG, TC, HDL, LDL). Pro názornost byly vytvořeny příslušné grafy korelačních závislostí.

VÝSLEDKY A DISKUZE

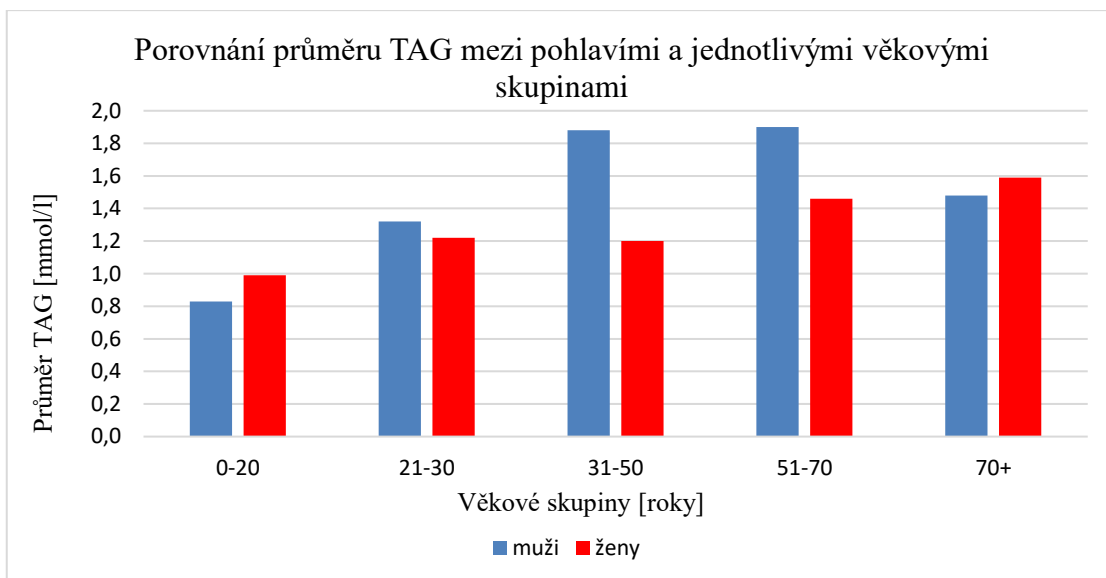
Do výzkumu bylo zařazeno 800 pacientů, z nichž nejmladšímu bylo v době měření 7 let a nejstaršímu 93 let. Pacienti byli rozděleni podle jednotlivých referenčních rozmezí, která byla stanovena laboratoří synlab czech. s.r.o., a na základě jejich horní hranice byla vypočtena hodnota ratia. K určení korelačních závislostí byl použit Pearsonův korelační koeficient.

Ke každému z naměřených parametrů byla vypočítána celková průměrná hodnota, bez ohledu na pohlaví a věk pacientů. Pro TC byla tato hodnota 5,38 mmol/l, pro HDL 1,49 mmol/l, pro LDL 3,37 mmol/l, pro TAG 1,55 mmol/l a pro ESR 25,06 mm/hod.

Tab. III: Celkový přehled naměřených hodnot

	muži					ženy				
	TC [mmol/l]	HDL [mmol/l]	LDL [mmol/l]	TAG [mmol/l]	ESR [mm/hod]	TC [mmol/l]	HDL [mmol/l]	LDL [mmol/l]	TAG [mmol/l]	ESR [mm/hod]
průměrná hodnota	5,34	1,35	3,41	1,77	21,41	5,42	1,61	3,34	1,37	28,11
modus	5,60	1,20	3,70	1,34	2,00	4,80	1,60	2,80	1,00	11,00
medián	5,30	1,30	3,40	1,40	19,00	5,20	1,60	3,20	1,20	24,00

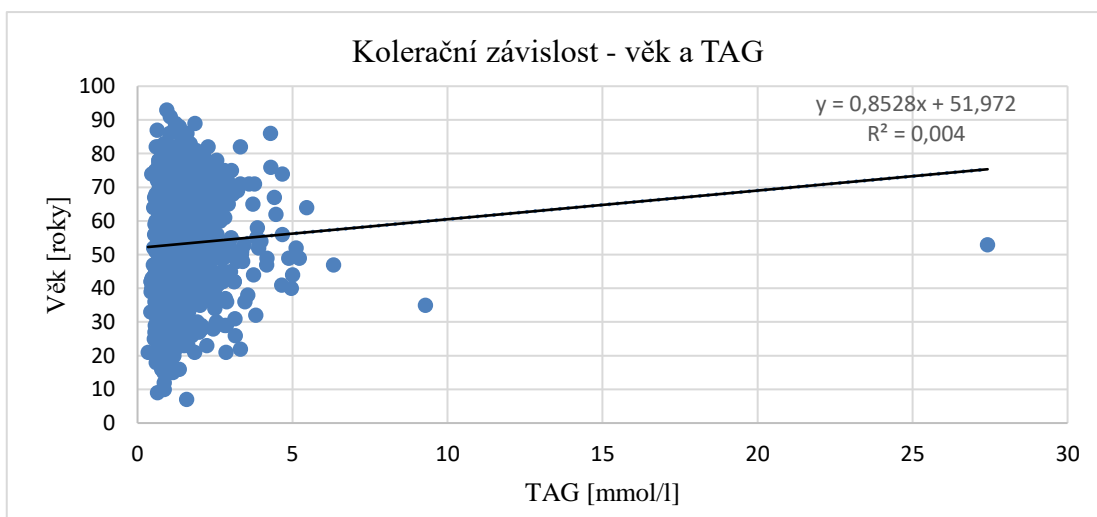
V předchozí tabulce jsou uvedené průměrné hodnoty, modus a medián ke každému ze sledovaných parametrů. Jednotlivé hodnoty ke každému parametru jsou vypočítané zvlášť pro ženy a zvlášť pro muže. Z tabulky je patrné, že ženy mají vyšší průměrné hodnoty ESR, což je v souladu s tvrzením Lukáše a kol. (2009). Dále je patrné, že ženy mají o něco vyšší průměrnou hodnotu HDL, to se shoduje s prohlášením Trojana (2003), Masopusta, Průši (2004) a Racka a kol. (2006).



Obr. 1: Porovnání průměru TAG mezi pohlavími a jednotlivými věkovými skupinami

Při hodnocení výsledků koncentrace TAG nerozlišujeme věk ani pohlaví pacientů (Zima a kol., 2013; Kronika, 2016). Z obrázku číslo 1 je patrné, že průměrné hodnoty TAG ve věkových skupinách skupiny 0-20 let a 70 let a více jsou vyšší u žen. Naopak v ostatních věkových skupinách mají vyšší průměrné hodnoty muži. Nejvyšší průměrné hodnoty TAG dosahují k 1,90 mmol/l, nacházejí se tedy v referenčním rozmezí.

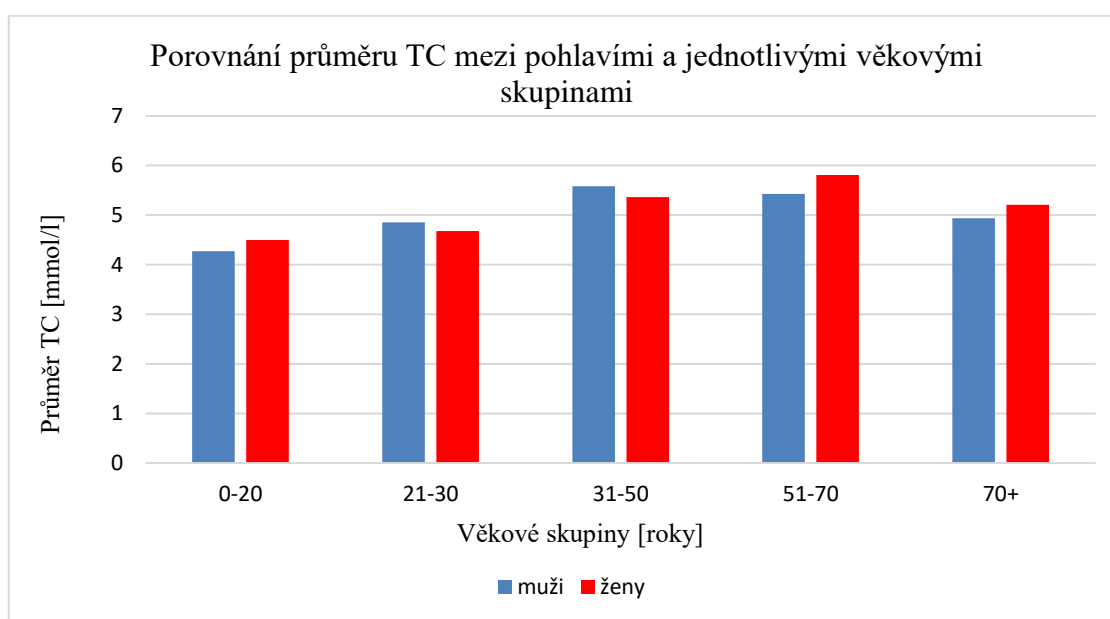
Dále byl sestaven graf (obr. 2) pro zjištění korelační závislosti mezi věkem a triacylglyceroly.



Obr. 2: Korelační závislost věk a TAG

Z věků pacientů a naměřených hodnot TAG byl v obr. 2 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,004$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který má hodnotu 0,0632. Tato

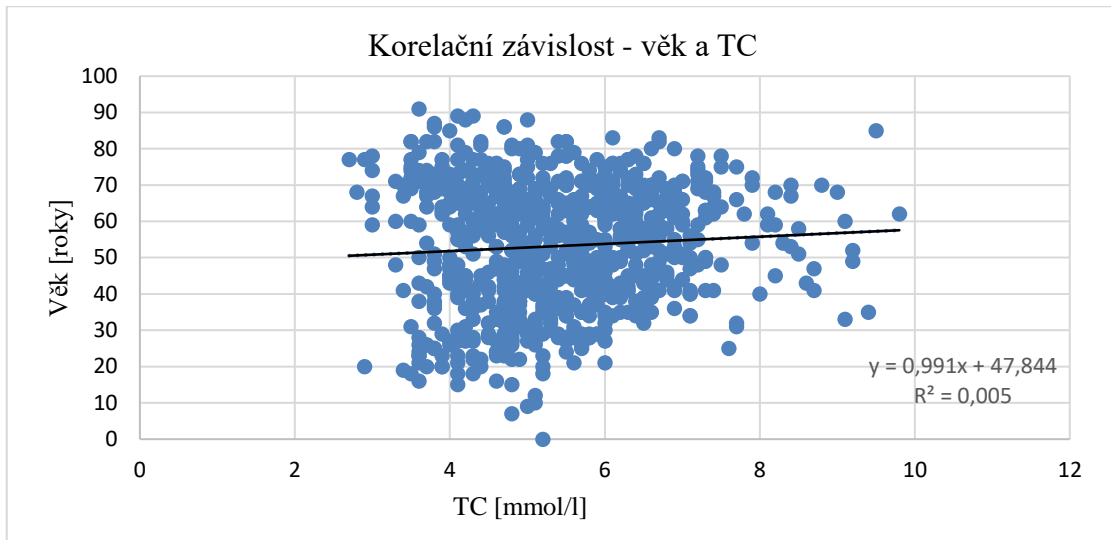
hodnota se blíží k nule, což znamená, že mezi sledovanými znaky není lineární závislost. Koncentrace TAG s pohlavím nekoreluje. Ve vyšetřované skupině se nachází jeden pacient s výrazně vysokou hladinou TAG (27,42 mmol/l). Pokud by se tato hodnota odstranila, korelační koeficient by se zvýšil na hodnotu 0,0924. Tato hodnota se blíží k nízkému stupni korelační závislosti, který je dán rozmezím 0,1-0,3. Závěr je však takový, že věk pacienta a TAG spolu nesouvisí. To se shoduje s tvrzením Šterna (2011), Zimy a kol. (2013) a Beckman Coulter (2014), kteří udávají referenční meze triacylglycerolů bez rozlišení věku a pohlaví.



Obr. 3: Porovnání průměru TC mezi pohlavími a jednotlivými věkovými skupinami

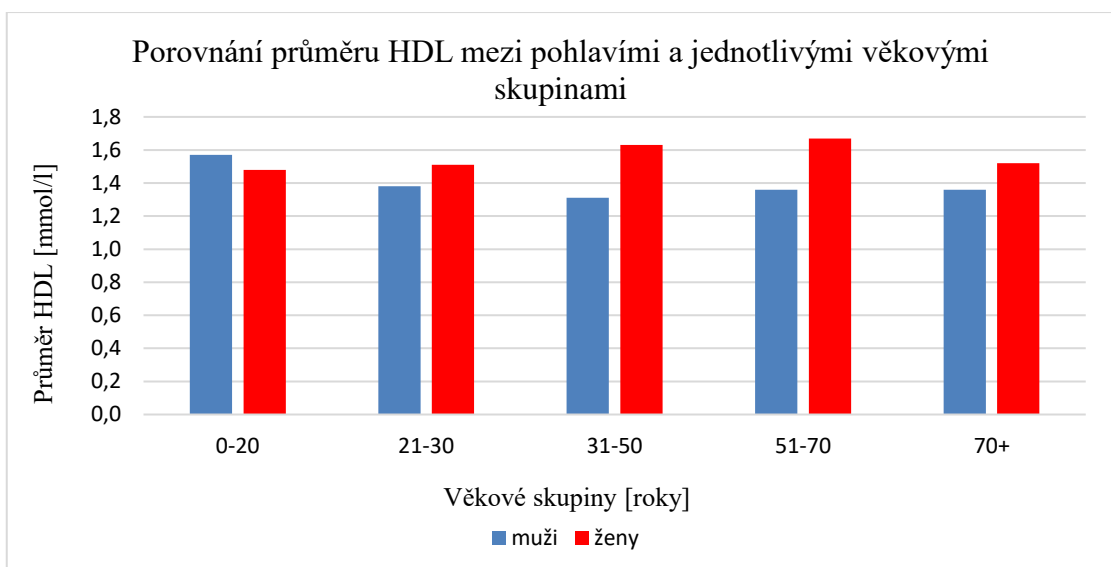
Pokud hodnotíme výsledky koncentrace TC, opět nerozlišujeme věk ani pohlaví pacientů (Soška, 2001; Kronika, 2016). Z obrázku číslo 3 je patrné, že vyšší průměrné hodnoty mají ženy ve věkových skupinách 0-20 let, 51-70 let a 70 let a více. Naopak, ve věkových skupinách 21-30 let a 31-50 let, mají vyšší průměrné hodnoty muži. Ve všech případech se však jedná jen o velmi drobná až zanedbatelná zvýšení. Ve věkových skupinách 31-50 let a 51-70 let u obou pohlaví průměrné hodnoty TC překračují hodnotu 5,00 mmol/l. Nacházejí se tedy nad horní hranicí referenčních rozmezí.

Pro zjištění korelační závislosti mezi věkem a celkovým cholesterolem byl sestaven graf (obr. 4).



Obr. 4: Korelační závislost věk a TC

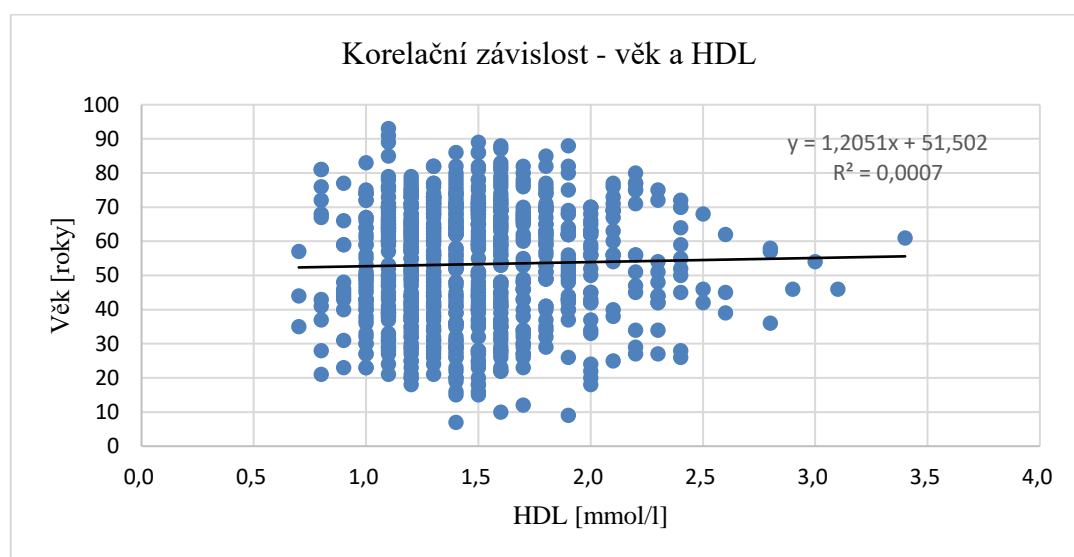
Z věků pacientů a naměřených hodnot TC byl v obr. 4 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,005$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu 0,0707. Tato hodnota se blíží k nule, což znamená, že mezi sledovanými znaky není lineární závislost. Věk pacienta a TC spolu nesouvisí. To se shoduje s tvrzením Schneiderky a kol. (2004); Meiner (2007); Zimy a kol. (2013) a Beckman Coulter (2014), kteří udávají referenční meze cholesterolu bez rozlišení věku i pohlaví.



Obr. 5: Porovnání průměru HDL mezi pohlavími a jednotlivými věkovými skupinami

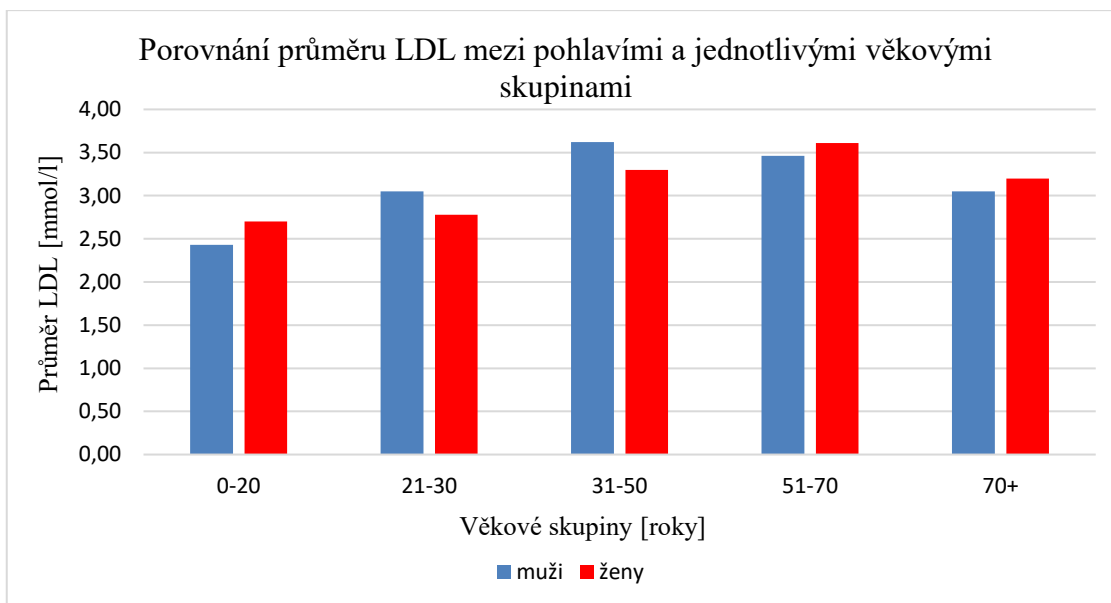
Při porovnávání výsledků průměrných hodnot HDL je nutné rozlišit pohlaví. Ženy mají nepatrně vyšší hodnoty referenčních mezí než muži (NCEP, 2001; Racek, 2006; Zima a kol., 2013; Kronika, 2016). Námi naměřené průměrné hodnoty HDL jsou vyšší u mužů ve věkové skupině 0-20 let. Ve všech ostatních věkových skupinách mají vyšší průměrné hodnoty ženy. Nejvyšší průměrné hodnoty HDL dosahují hranice 1,67 mmol/l, z čehož vyplývá, že se hodnoty nacházejí v referenčním rozmezí.

Pro zjištění korelační závislosti mezi věkem a HDL byl sestaven graf (obr. 6).



Obr. 6: Korelační závislost věk a HDL

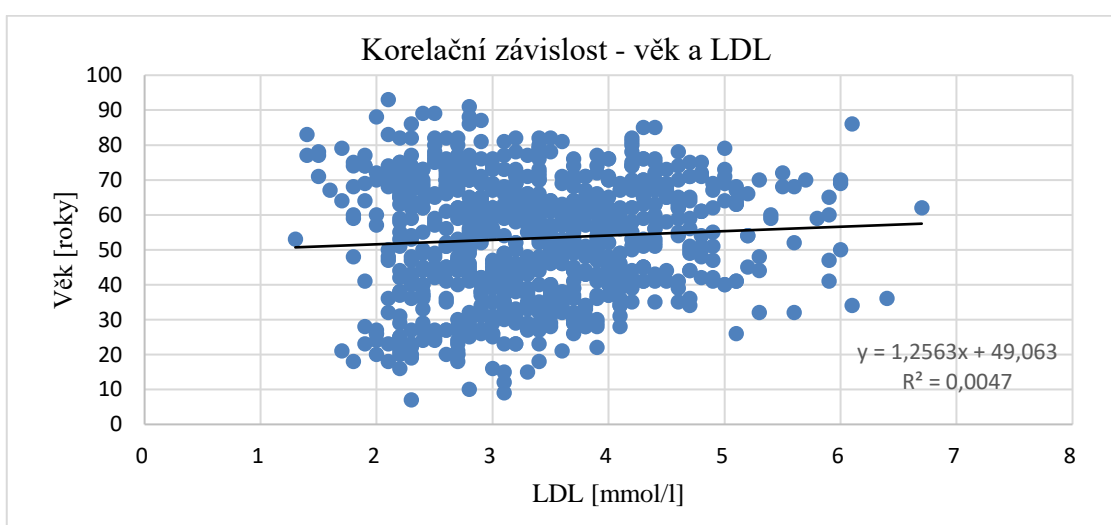
Z věků pacientů a naměřených hodnot HDL byl v obr. 6 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,0007$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu 0,0265. Tato hodnota se blíží k nule, z čehož vyplývá, že mezi sledovanými znaky není lineární závislost. Dá se tedy říci, že věk pacienta a HDL spolu nesouvisí. To souhlasí s tvrzením Zimy a kol. (2013) a Beckman Coulter (2014), kteří udávají referenční meze HDL bez rozlišení věku. Referenční meze se liší pouze podle pohlaví.



Obr. 7: Porovnání průměru LDL mezi pohlavími a jednotlivými věkovými skupinami

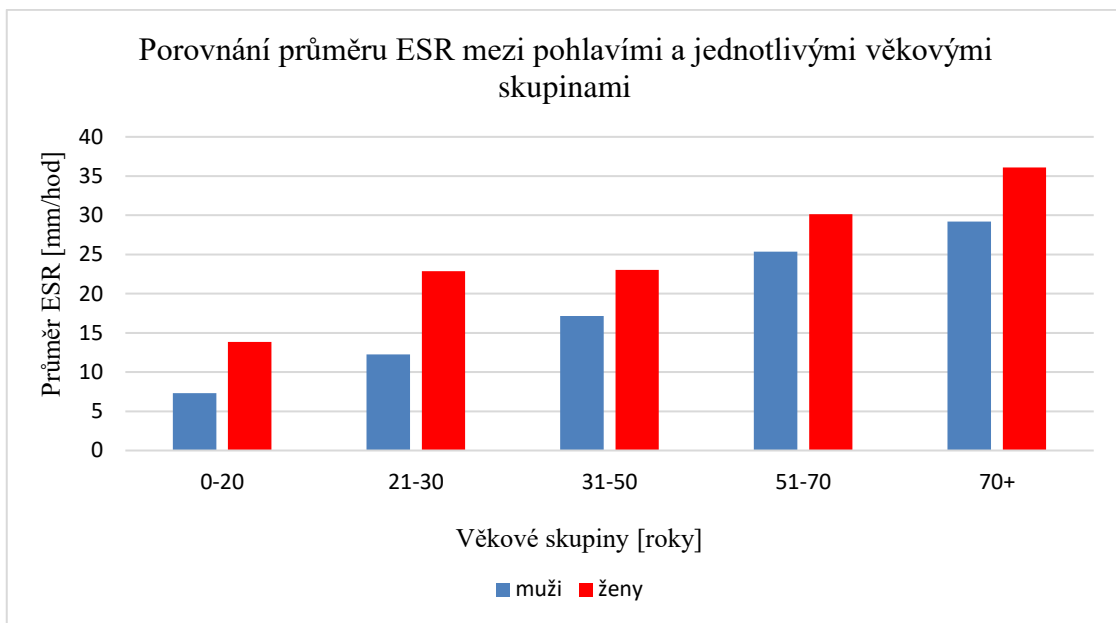
Podle NCEP (2001), Zimy a kol. (2013) a Kroniky (2016) při hodnocení výsledků koncentrace LDL opět nerozlišujeme věk ani pohlaví pacientů. Z obrázku číslo 7 je patrné, že vyšší průměrné hodnoty mají ženy ve věkových skupinách 0-20 let, 51-70 let a 70 let a více. Naopak ve věkových skupinách 21-30 let a 31-50 let mají vyšší průměrné hodnoty muži. Nejvyšší průměrné hodnoty LDL se pohybují okolo 3,50 mmol/l. Průměrné naměřené hodnoty jsou tedy oproti referenčním mezím mírně zvýšené.

Pro zjištění korelační závislosti mezi věkem a LDL byl sestaven graf (obr. 8).



Obr. 8: Korelační závislost věk a LDL

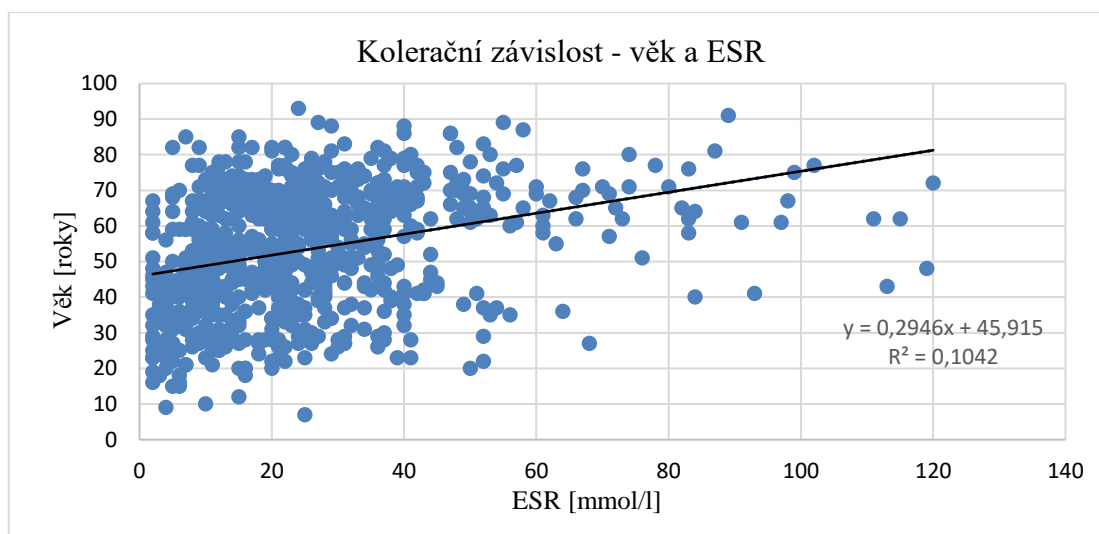
Z věků pacientů a naměřených hodnot LDL byl v obr. 8 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,0047$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu 0,0686. Tato hodnota se blíží k nule, což znamená, že mezi sledovanými znaky není lineární závislost. Dá se tedy říci, že věk pacienta a LDL spolu nesouvisí. To potvrzuje Novotný a kol. (2005), Zima a kol. (2013) a Beckman Coulter (2014), kteří udávají referenční meze LDL bez rozlišení věku a pohlaví.



Obr. 9: Porovnání průměru ESR mezi pohlavími a jednotlivými věkovými skupinami

Z obrázku číslo 9 je patrné, že ženy mají vyšší průměrné hodnoty ESR než muži, což odpovídá referenčním mezím. Námi zjištěné hodnoty se s věkem zvyšují. To se shoduje s tvrzením Choong-Hwana et al. (2009), Šipra (2010), Biovendor (2011) a Kroniky (2016), že výsledné hodnoty rychlosti sedimentace erytrocytů se rozdělují podle pohlaví (ženy mají vyšší hodnoty než muži) a zvyšují se s věkem.

Pro zjištění korelační závislosti mezi věkem a ESR byl sestaven graf (obr. 10).



Obr. 10: Korelační závislost věk a ESR

Z věků pacientů a naměřených hodnot ESR byl v obr. 10 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,1042$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu 0,3228. Tato hodnota ukazuje střední stupeň korelace, pro který je dáno rozmezí 0,3 – 0,5. Dá se tedy říci, že ESR a věk pacienta spolu do jisté míry souvisí. Můžeme tedy potvrdit tvrzení Choong-Hwan et al. (2009); Šipra (2010); Bioverdoru (2011); Rosiny (2013) a Kroniky (2017), kteří stanovují referenční rozmezí ESR podle věku, ale i pohlaví.

Závislost hodnot rychlosti sedimentace erytrocytů a hodnot lipidového souboru

Andresdottir et al. (2003) a Singh et al. (2014) uvádí, že hodnoty ESR vykazují vysokou korelaci s hladinou hemoglobinu, systolického krevního tlaku a zejména s cholesterolem a triacylglyceroly. Hodnoty ESR byly vyšší u žen než u mužů a zároveň se zvyšovaly s věkem. Vědci se shodují, že ESR je nezávislým dlouhodobým ukazatelem rizika rozvoje ICHS bez ohledu na pohlaví a věk.

Tvrzení, že zvýšené hodnoty ESR mohou predikovat vývoj a stav pacientů s mrtvicí, je uvedeno také ve studii Emsleyho et al. (2003).

Adam a kol. (2007) a Bořil (2014) ve svých pracích tvrdí, že zvýšené hodnoty ESR jsou ovlivněny mimo jiné hyperlipoproteinémií.

Hodnoty ESR použité v těchto studiích byly získané pomocí Fährus-Westergrenovy metody. Cílem této práce je ověřit, zda tyto souvislosti platí i při využití metody SF.

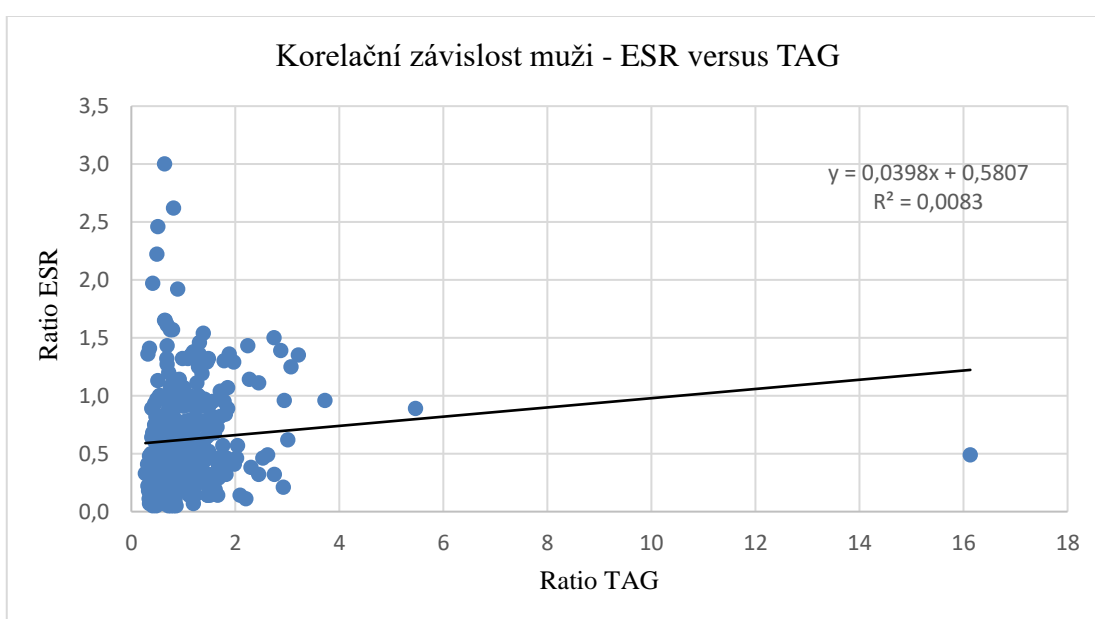
Skupina muži

V tabulce číslo 4 jsou vypočítané Pearsonovy korelační koeficienty mezi ESR a jednotlivými složkami lipidového souboru pro skupinu mužů

Tab. IV: Korelační koeficienty muži

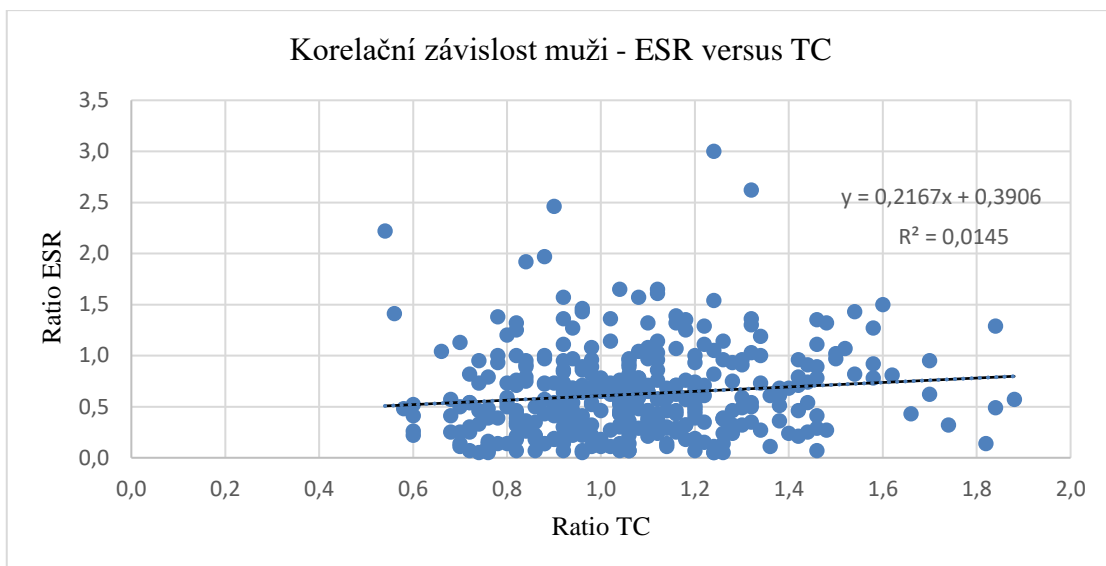
Korelace	Korelační koeficient
ESR a TAG	0,0909
ESR a TC	0,1206
ESR a HDL	-0,0621
ESR a LDL	0,1382

Tabulka ukazuje, že hodnoty korelačních koeficientů mezi ESR a TC a mezi ESR a LDL vykazují nízký stupeň korelace, který je dán rozmezím 0,1 – 0,3. V ostatních případech se hodnoty blíží k nule, což znamená, že mezi ESR a TAG a mezi ESR a HDL není žádná statisticky zjištělná lineární závislost.



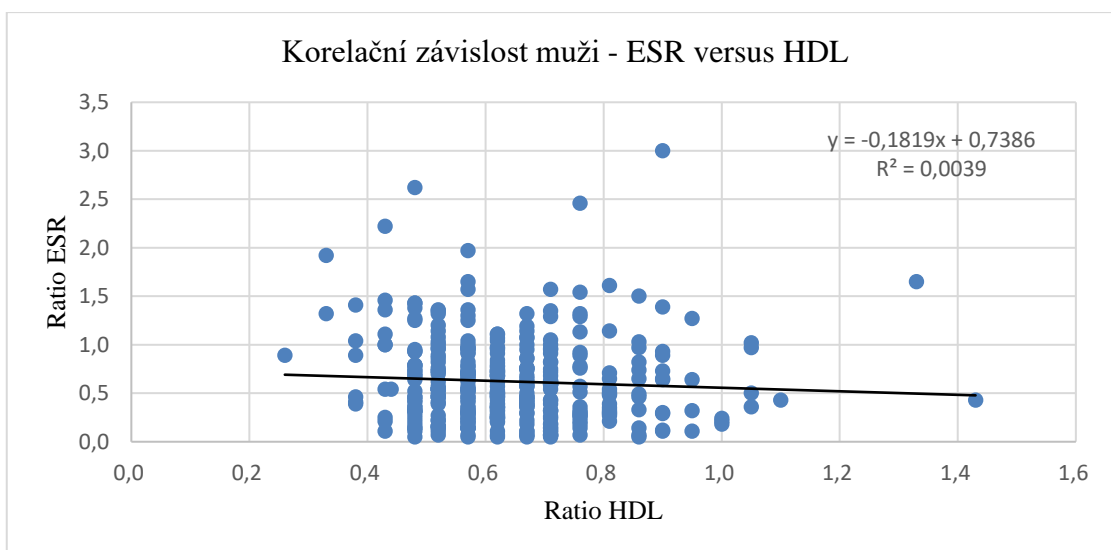
Obr. 11: Korelační závislost muži - ESR versus TAG

Z ratií pro ESR a TAG byl v obr. 11 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,0083$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu 0,0909. Z této hodnoty je patrné, že naměřené hodnoty ESR a TAG spolu nekorelují. Hypotézu, že hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšených hodnotách TAG tedy nelze potvrdit.



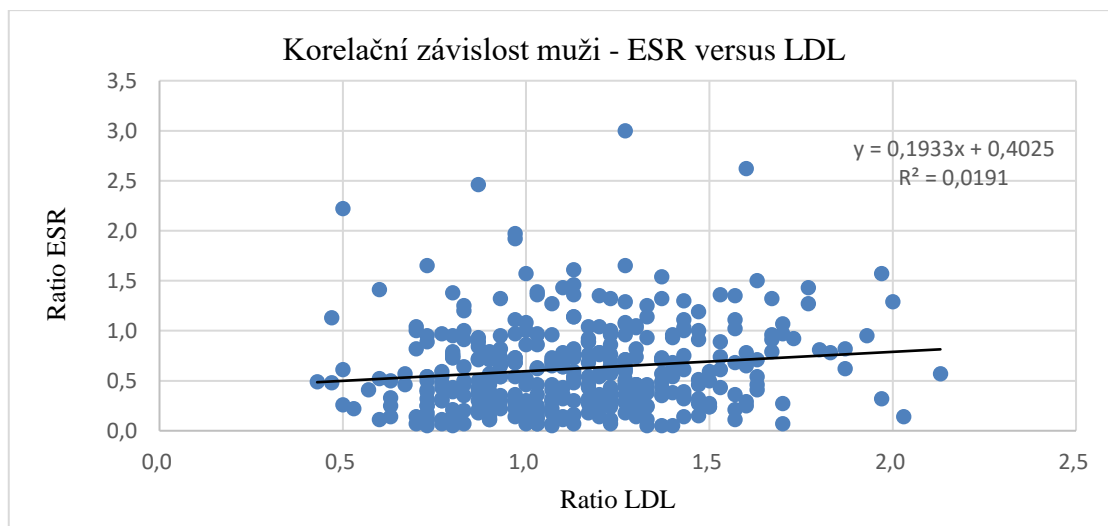
Obr. 12: Korelační závislost muži - ESR versus TC

Z ratií pro ESR a TC byl v obr. 12 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,0145$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu 0,1206. Tato hodnota ukazuje na nízký stupeň korelace. Hypotézu, že hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšených hodnotách TC, lze potvrdit.



Obr. 13: Korelační závislost muži - ESR versus HDL

Z ratií pro ESR a HDL byl v obr. 13 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,0039$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu -0,0621. Z této hodnoty je patrné, že naměřené hodnoty ESR a HDL spolu nekorelují. Hypotézu, že hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšených hodnotách HDL, lze vyvrátit.



Obr. 14: Korelační závislost muži - ESR versus LDL

Z ratií pro ESR a LDL byl v obr. 14 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,0191$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu 0,1382. tato hodnota odpovídá nízkému stupni korelační závislosti. Hypotézu, že hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšených hodnotách LDL, lze potvrdit.

Skupina ženy

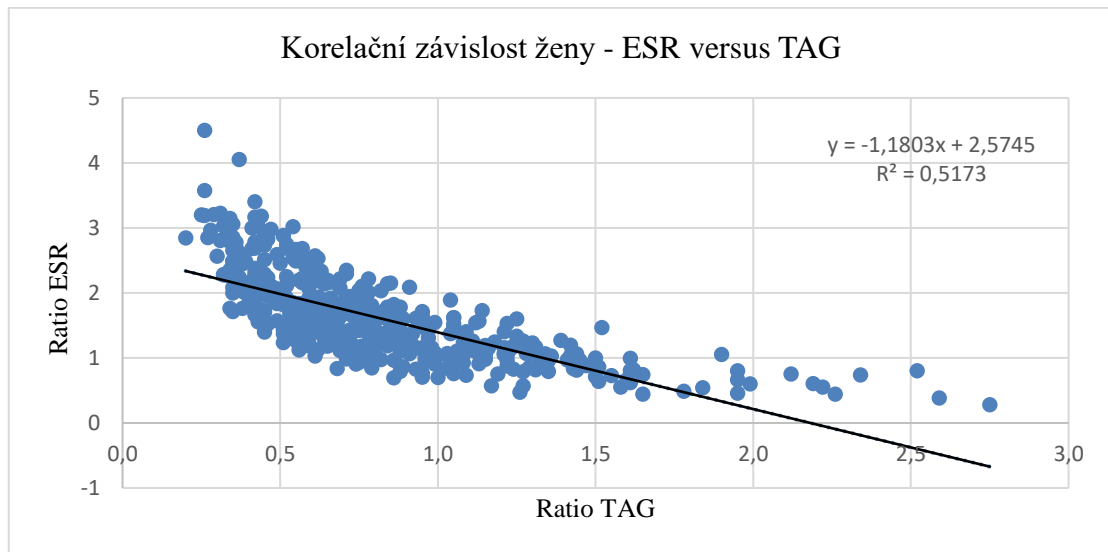
V tabulce číslo 5 jsou vypočítané Pearsonovy korelační koeficienty mezi ESR a jednotlivými složkami lipidového souboru pro skupinu ženy.

Tab. V: Korelační koeficienty ženy

Korelace	Korelační koeficient
ESR a TAG	-0,7193
ESR a TC	0,1813
ESR a HDL	0,3588
ESR a LDL	0,1531

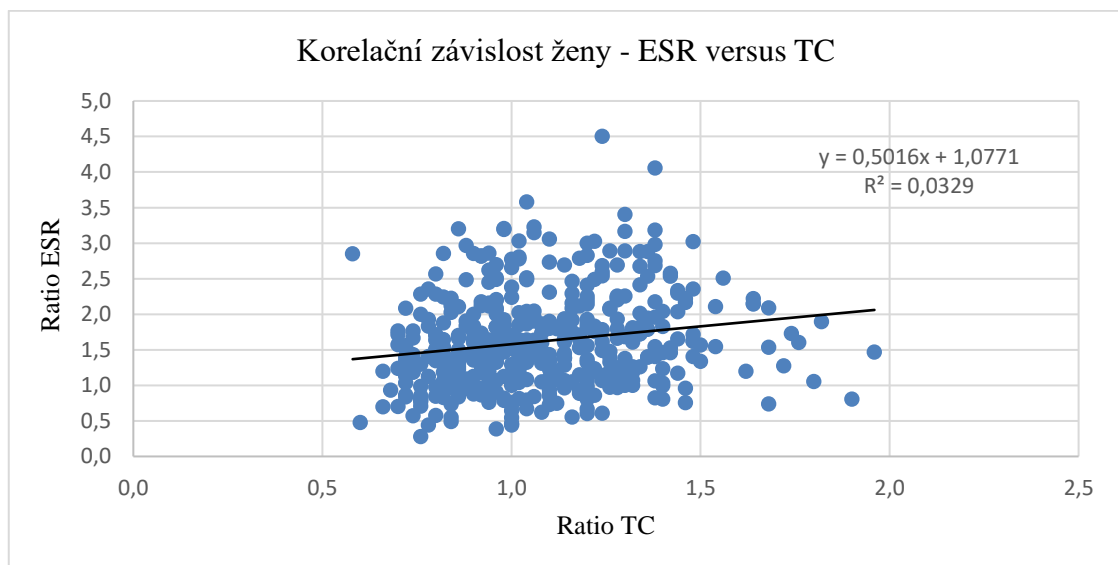
Z vypočítaných korelačních koeficientů je patrné, že mezi ESR a TAG je nepřímá korelační závislost. Hodnota -0,7193 odpovídá vysokému stupni korelační závislosti. Korelační koeficient mezi ESR a HDL odpovídá střednímu stupni korelační závislosti, který je dán rozmezím 0,3 – 0,5. Dále pak hodnoty korelačních koeficientů mezi ESR a TC a mezi ESR a LDL odpovídají nízkému stupni korelační závislosti, který je dán

rozmezím 0,1 – 0,3. Celkově lze říci, že pro skupinu ženy existuje mezi ESR a jednotlivými lipidovými složkami lineární závislost.



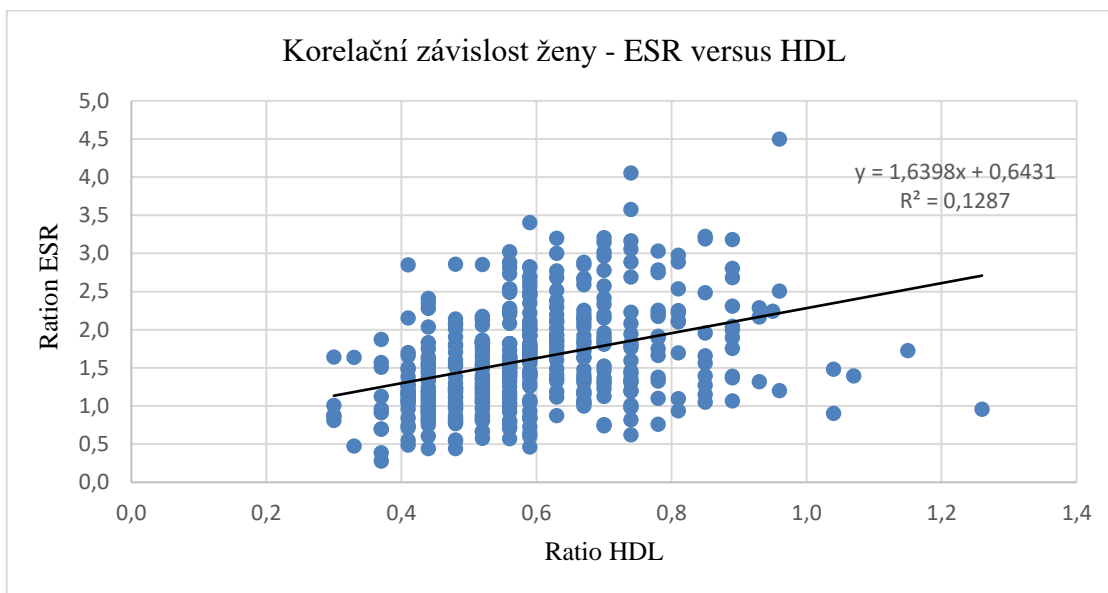
Obr. 15: Korelační závislost ženy - ESR versus TAG

Z ratií pro ESR a TAG byl v obr. 15 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,5173$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu $-0,7193$. Tato hodnota odpovídá vysokému stupni korelační závislosti. Jedná se o nepřímou korelační závislost, což znamená, že hodnoty ESR jsou zvýšené při nižších hodnotách TAG. V tomto případě lze vyvrátit hypotézu, že hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšených hodnotách TAG..



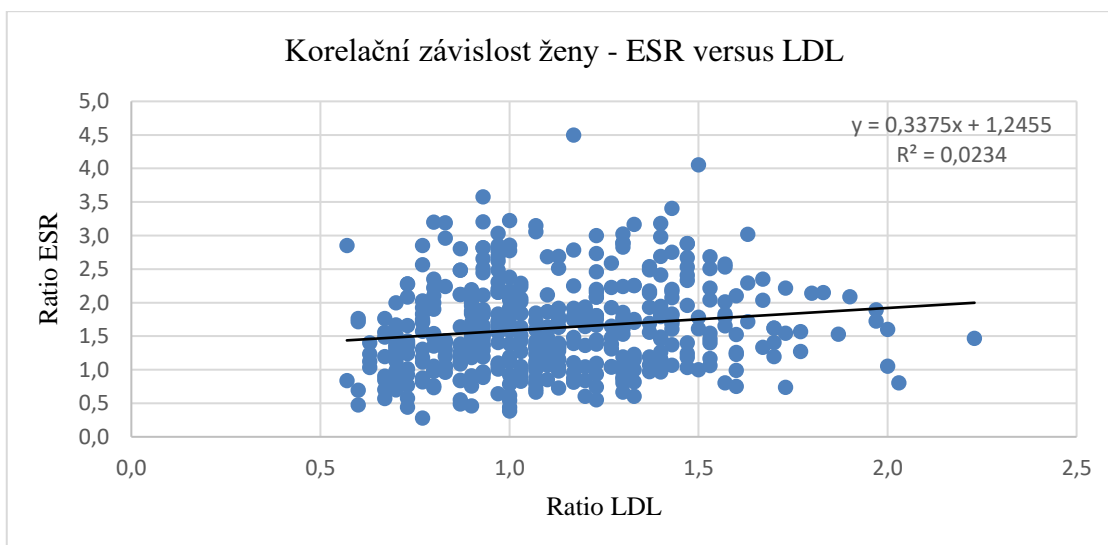
Obr. 16: Korelační závislost ženy - ESR versus TC

Z ratií pro ESR a TC byl v obr. 16 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,0329$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu 0,1813. Tato hodnota odpovídá nízkému stupni korelační závislosti. Lze potvrdit hypotézu, že hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšených hodnotách TC.



Obr. 17: Korelační závislost ženy - ESR versus HDL

Z ratií pro ESR a HDL byl v obr. 17 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,1287$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnotu 0,3588. tato hodnota odpovídá střednímu stupni korelační závislosti. Lze potvrdit hypotézu, že hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšených hodnotách HDL.



Obr. 18: Korelační závislost ženy - ESR versus LDL

Z ratií pro ESR a LDL byl v obr. 18 vypočítán regresivní koeficient $R^2 = 0,0234$, z něhož byl dopočítán korelační koeficient, který nabývá hodnoty 0,1531. Tato hodnota odpovídá nízkému stupni korelační závislosti. Hypotézu, že hodnoty ESR jsou zvýšené při zvýšených hodnotách LDL, lze potvrdit.

Andresdottir et al. (2003), Emsleyho et al. (2003), Adam a kol. (2007), Bořil (2014), Singh et al. (2014) ve svých pracích uvádějí, že hodnoty ESR jsou ovlivněny HLP. Hodnoty ESR použité v těchto studiích byly získány metodou FW.

Námi naměřené hodnoty ESR byly získány pomocí automatického analyzátoru Alifax Test 1 (tedy metodou SF). Výsledné korelační koeficienty dokazují, že hodnoty ESR s jednotlivými hodnotami lipidového souboru korelují. Pouze ve skupině muži nebyl mezi ESR a TAG a mezi ESR a HDL prokázán žádný stupeň korelační závislosti. Avšak mezi ESR a TC a mezi ESR a LDL byl zjištěn nízký stupeň korelační závislosti. Ve skupině ženy byl mezi ESR a TAG zjištěn vysoký stupeň nepřímé korelační závislosti, což znamená, že hodnoty ESR jsou vyšší při nižších hodnotách TAG. To je v rozporu s tvrzením Andresdottira et al. (2003), Emsleyho et al. (2003), Adama a kol. (2007), Bořila (2014) a Singha et al. (2014), kteří tvrdí, že hodnoty ESR rostou s rostoucími hodnotami TAG. Mezi ESR a HDL byl zjištěn střední stupeň korelace a nízký stupeň korelační závislosti byl zjištěn mezi ESR a TC a mezi ESR a LDL.

Obecně je měření na analyzátorech metodou SF spolehlivé, rychlé, jednoduché, standardizované a bezpečné, oproti metodě FW.

ZÁVĚR

V této práci se zabýváme porovnáváním hodnot ESR s hodnotami jednotlivých složek lipidového souboru. Zkoumáme, do jaké míry jsou hodnoty ESR ovlivněny hyperlipoproteinémií. HLP patří k základním rizikovým faktorům rozvoje KV chorob, které jsou spojeny a vysokým procentem úmrtnosti ve vyspělých zemích.

V rámci výzkumu byly porovnávány čtyři parametry lipidového souboru (TAG, TC, HDL a LDL) s hodnotami ESR. Do výzkumu bylo zařazeno celkem 800 pacientů, kteří byli následně rozděleni podle pohlaví a věku. Největší množství pacientů bylo ve věkové skupině 51-70 let (316 pacientů). Ve věkové skupině 31- 50 let bylo 129 mužů a 126 žen. Dále ve věkové skupině nad 71 let bylo 87 žen a 48 mužů. Ve věkové skupině 21-30 let bylo 40 žen a 35 mužů. Nejméně pacientů bylo ve věkové skupině 0-20 let, pouze 19, tyto výsledky proto nemusí být relevantní.

Porovnáváním jednotlivých složek lipidového souboru s hodnotami ESR byly na základě Pearsonova korelačního koeficientu vypočítány korelační koeficienty. Stejným způsobem byly porovnávány hodnoty ESR, TC, TAG, HDL a LDL s věkem pacientů.

Stanovené hypotézy lze potvrdit jen částečně, jelikož ve skupině muži mezi ESR a TAG a mezi ESR a HDL nebyla prokázána žádná korelace, a u žen mezi ESR a TAG byla prokázána nepřímá korelační závislost. To je přesný opak toho, co je uvedeno ve vědeckých studiích. Jedním z možných vysvětlení, proč hodnoty ESR korelují s jednotlivými hodnotami lipidového souboru u skupiny ženy a u skupiny mužů ne, mohou být ovlivňující faktory. Například: nezohledněné diagnózy pacientů a fakt, že hodnoty ESR v této práci byly měřené metodou SF, oproti závěrům vědeckých studií, které k vyšetření hodnot ESR používaly metodu FW.

Metoda SF je oproti metodě FW mnohem rychlejší, analyzátor umožňuje externí i interní kontrolu kvality a je propojen s laboratorním informačním systémem. Tudíž je zatížen méně chybami ze strany personálu i vlivy okolního prostředí.

Jelikož jsou jednotlivé parametry úzce spjaty s diagnózou, bylo by vhodné v řešení této problematiky pokračovat s větším validovaným souborem vzorků a zohlednit jednotlivé diagnózy pacientů.

ZDROJE

1. ADAM, Z., VORLÍČEK, J., BEDNAŘÍK, J., BOLČÁK, K., ČERMÁKOVÁ, Z., DOUBEK, M. a kol., 2007. Hematologie pro praktické lékaře. *Praha: Galén*. 314 s. ISBN 978-80-7262-453-9.
2. ANDRESDOTTIR, M. B., SIGFUSSON, N., SIGVALDASON, H., GUDNASON, V. 2003. Erythrocyte Sedimentation Rate, an Independent Predictor of Coronary Heart Disease in Men and Women: The Reykjavik Study. *American Journal of Epidemiology*. 158(9), 844-851 p. [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/aje/kwg222>.
3. ASSASI, N., BLACKHOUSE, G., CAMPBELL, K., HOPKINS, R.B., LEVINE, M., RICHTER, T., BUDDEN, A., 2015. Comparative Value of Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) and C-Reactive Protein (CRP) Testing in Combination Versus Individually for the Diagnosis of Undifferentiated Patients With Suspected Inflammatory Disease or Serious Infection: A Systematic Review and Economic Analysis. *Health Technology Assessment*. č.140, 65 s. ISSN 0000-0000.
4. BALKO, J., TONAR, Z., VARGA, I., 2016. Memorix histologie. Vyd. *Praha: Triton*. 530 s. ISBN 978-80-7553-009-7.
5. BIOVENDOR, 2011. *Analyzátor (kapilární mikrofotometr) pro měření rychlosti sedimentace erytrocytů* [online]. Brno: BioVendor – Laboratorní medicína a.s. [cit. 2017-12-27]. Dostupné z: <https://www.biovendor.cz/test-1-sdl/p91.CI%20195.220%20SDL/#tab=downloads>.
6. BOŘIL, P. 2014. Přehled laboratorních vyšetření, referenčních mezí a doporučení. [online]. Beroun: Medicentrum Beroun s.r.o., červen 2017. [cit. 2018-01-16]. Dostupné z: <https://www.medicentrum.cz/laborator/laboratorni-prirucka/>.
7. ČEŠKA, R., 2002. Diagnostika a léčba hyperlipoproteinemií. *Praha: Triton*. 95 s. ISBN 80-725-4328-8.
8. ČEŠKA, R., 2012. Cholesterol a ateroskleróza, léčba dyslipidemií. 4. vyd. *Praha: Triton*. 406 s. ISBN 978-80-7387-599-2.
9. DONOVALOVÁ, V., 2014. Vysoká sedimentace erytrocytů. In: LUKÁŠ, K., ŽÁK, A., Chorobné znaky a příznaky: diferenciální diagnostika. *Praha: Grada*, 683-684 s. ISBN 978-80-247-5067-5.

10. EMSLEY, H. C., SMITH, C. J., GAVIN, C. M., GEORGIU, R. F., VAIL, A., BARBERAN, E. M., et al. 2003. An early and sustained peripheral inflammatory response in acute ischaemic stroke: Relationships with infection and atherosclerosis. *Journal of Neuroimmunology*. 139(1-2), 93–101 p. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0165-5728\(03\)00134-6](https://doi.org/10.1016/S0165-5728(03)00134-6).
11. FISHER, S., SCHATZ, U., JULIUS, U., 2013. Current standards in diagnosis and therapy of hyperlipoproteinemia. *Atherosclerosis Supplements*. 14(1), 15-18 p. [cit. 2018-01-06]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosissup.2012.10.035>.
12. FISCHBACH, F.T., DUNNING, M. B., 2009. A Manual of Laboratory and Diagnostic Tests. 8. vyd. Philadelphia: *Lippincott Williams & Wilkins*. 1317 p. ISBN 978-0-7817-7194-8.
13. FISCHBACH, F.T., 2009. Manual of Laboratory and Diagnostic Tests. [online]. Philadelphia: *Lippincott Williams and Wilkins*. 755 p. [cit. 2017-08-16]. Dostupné z: <https://murdercube.com/files/Survival/Medical/Labs%20and%20Diagnostics/Manual%20Of%20Laboratory%20And%20Diagnostic%20Tests%207th%20-%20Fischbach.pdf>.
14. GLASS, C.K., WITZTUM, J.L., 2001. Atherosclerosis. The road ahead. *Cell*. 104(4). 503-516 p. [cit. 2017-11-24]. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1016/S0092-8674\(01\)00238-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0092-8674(01)00238-0).
15. HAFERLACH, T., BACHER, U., THEML, H., DIEM, H., ENGELS, M. 2014. Kapesní atlas hematologie. 6. vyd. *Praha: Grada*. 232 s. ISBN 978-80-247-4787-3.
16. HOLEČEK, M., 2006. Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin. *Praha: Grada*. 286 s. ISBN 80-247-1562-7.
17. CHEESBROUGH, M., 2006. Laboratory Practice in Tropical Countries – Second edition. *New York: Cambridge University Press*, 435 p. ISBN 978-0-521-67631-2.
18. CHOONG-HWAN, CH., CHAN-JEOUNG, P., YOUNG JOO, CH., HYUN KYUNG, K., DUCK HEE, K., HONGHOON, et al., 2009. Erythrocyte Sedimentation Rate Measurements by TEST 1 Better Reflect Inflammation Than Do Those by the Westergren Method in Patients With Malignancy, Autoimmune Disease, or Infection. *In American Journal of Clinical Pathology*. 131, 189 - 194 p. ISSN 0002-9173.

19. KITTNAR, O., MLČEK, M., 2009. Atlas fyziologických regulací. *Praha: Grada*. 320 s. ISBN 978-80-247-2722-6.
20. KITTNAR, O., JANDOVÁ, K., KURIŠČÁK, E., LANGMEIER, M., MAREŠOVÁ, D., MLČEK, M., MYSLIVEČEK, J., POKORNÝ, J., RILJAK, V., TROJAN, S. 2011. Lékařská fyziologie. *Praha: Grada*. 800 s. ISBN 978-80-247-3068-4.
21. KOOLMAN, J., RÖHM, K. H., 2012. Barevný atlas biochemie. 4. vyd. *Praha: Grada*. 512 s. ISBN 978-80-247-2977-0.
22. KRAMER, M. A. 2005. Trends in cholesterol research. New York: *Nova Biomedical Books*. 175 p. ISBN 978-159-4543-784.
23. KRONIKA, J., 2016. Seznam vyšetření. [online]. České Budějovice: synlab czech s.r.o., listopad 2016. [cit. 2018-01-17]. Dostupné z: <http://www.synlab.cz/laboratorni-prirucky>.
24. LANG, F., FOLLER, M., 2012. Erythrocytes: Physiology and Pathophysiology. London: *Imperia College Press*. 380 p. ISBN 10 1-84816-619-2.
25. LANGMEIER, M., KITTNAR, O., MAREŠOVÁ, D., POKORNÝ, J., 2009. Základy lékařské fyziologie. *Praha: Grada*. 320 s. ISBN 978-80-247-2526-0.
26. LENNARZ, W. J., LANE, M. D. 2004. Encyclopedia of biological chemistry. Amsterdam: *Elsevier*. 1, 831 p. ISBN: 0-12-443710-9.
27. LEVITUS, M., PELLICCIA, A., VAN DE STADT, R. J., VOSKUYL, A. E., BOUMAN, A. A., 2009. Is the Alifax Test-1TH Useful to Determine the Disease Activity Score (DAS28) in Rheumatoid Arthritis Patients. In *Clinical Rheumatology*., 28, 469-474 p. ISSN 0770-3198.
28. LUKÁŠ, K., ŽÁK, A., ALBRECHT, J., ARGALÁESOVÁ, S., BAGALIY, A., BARVÍŘOVÁ, P. a kol., 2014. Chorobné znaky a příznaky: diferenciální diagnostika. *Praha: Grada*. 927 s. ISBN 978-80-247-5067-5.
29. MAHLANGU, J. N., DAVIS, M. 2008. Three-way comparison of methods for the measurement of the erythrocyte sedimentation rate. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*. 22(5), 346-352 p. ISSN 0887-8013.

30. MAREK, J., BARTŮŇKOVÁ, J., DÍTĚ, P., HOLMEROVÁ, I., KALVACH, P., KVASNIČKA, J. a kol. 2010. Farmakoterapie vnitřních nemocí: 4., přeprac. a dopl. vyd. *Praha: Grada*. 759 s. ISBN 978-80-247-9524-9.
31. MARNIEMI, J., MÄKI, J., MAATELA, J., JÄRVISALO, J., IMPIVAARA, O. 1995. Poor applicability of the Friedewald formula in the assessment of serum LDL cholesterol for clinical purposes. *Clinical Biochemistry*. 28(3), 285-289 p. [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7554247>.
32. MASOPUST J., PRŮŠA R., 2004. Patobiochemie metabolických drah [online]. 2. vyd. Praha: 2. Lékařská fakulta University Karlovy v Praze Ústav klinické biochemie a patobiochemie [cit. 2017-10-18]. Dostupné z: <http://dotdiag.cz/img/prednasky/metdrahy.pdf>.
33. MEIRER, R., 2007. Cholesterol: přirozená regulace hodnot krevního tuku. *Bratislava: NOXI*. 160 s. ISBN: 978-80-89179-67-1.
34. MURRAY, R. K., 2001. Harperova biochemie. 3. vyd. Jinočany: H&H. *Lange medical book*. 872 s. ISBN 80-731-9003-6.
35. MYANT, N. B., 1981. The Biology of Cholesterol and Related Steroids. London: *William Heinemann Medical Books*. 910 s. ISBN 0433228806.
36. National Cholesterol Education Program. Expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III). 2001. *NIH Publication*. 3670(1), 28 p. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/guidelines/atp3xsum.pdf>.
37. NOVOTNÝ, D., BUDINA, M., FRIEDECKÝ, B., KRATOCHVÍLA, J., SCHNEIDERKA, P., 2005. Friedewaldův vztah a LDL cholesterol – studie dat z externího hodnocení kvality. *Klin. Biochem. Metab.* 13(34), 151-154 s. [cit. 2017-11-15]. Dostupné z: <http://nts.prolekare.cz/cls/odkazy/kbm0503-151.pdf>.
38. PECKA, M., 2006. Laboratorní hematologie v přehledu, 2. díl, Fyziologie a patofyziologie krevní buňky. Český Těšín: *Finidr*. 304 s. ISBN 80-86682-00-5.
39. PENKA, M., BLATNÝ, J., BOURKOVÁ, L., BULÍKOVÁ, A., ČECH, Z., JELÍNKOVÁ, M. a kol. 2011. Hematologie a transfuzní lékařství. *Praha: Grada*. 488 s. ISBN 978-80-247-3459-0.

40. PIVA, E., SANZARI, M.C., SERVIDIO, G., PLEBANI, M. 2005. Length of Sedimentation Reaction in Undiluted Blood (Erythrocyte Sedimentation Rate): Variation with Sex and Age and Reference Limits. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 39, 451-454 p. ISSN 1434-6621.
41. RACEK, J., 2006. Klinická biochemie. 2., přeprac. vyd. *Praha: Galén*. 329 s. ISBN 80-726-2324-9.
42. RAFJEIAN-KOPAEI, M., SETORKI, M., DOUDI, M., BARADARAN, A., NASRI, H., 2014. Atherosclerosis: Process, Indicators, Risk Factors and New Hopes. *Int J Prev Med*. 5(8), 927-946. [cit. 2018-02-08]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4258672/>.
43. ROKYTA, R., BERNÁŠKOVÁ, K., FRANĚK, M., KOZÁK, T., KŘÍŽ, N., MATĚJOVSKÁ, I. a kol. 2015. Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi. *Praha: Grada*. 712 s. ISBN 978-80-247-4867-2.
44. ROSINA, J., STANĚK, J., VRÁNOVÁ, J., 2013. Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory. *Praha: Grada*. 224 s. ISBN 978-80-247-4237-3.
45. SCOTT, M., GRUNDY, M.D., BECKER, D., CLARK, L.T., COOPER, R.S., DENKE, M.A. et al., 2002. National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *Circulation*. 106(25), 3145-3421 p. ISSN: 1524-4539.
46. SCHNEIDERKA, P., 2004. Kapitoly z klinické biochemie. 2., dopl. a přeprac. vyd. *Praha: Karolinum*. 365 s. ISBN 80-246-0678-X.
47. SNIDERMAN, A.D., BLANKB, D., ZAKARIANA, R., BERGERONC, J., FROHLICH, J. 2003. Triglycerides and small dense LDL: the twin Achilles heels of the Friedewald formula. *Clinical Biochemistry*. 36, 499–504 p. [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/1-s2.0-S0009912003001176/first-page-pdf>.
48. SILBERNAGL, S., LANG, F., 2012. Atlas patofyziologie. 2. české vyd. *Praha: Grada*. 416 s. ISBN 978-80-247-3555-9.

49. SINGH, A. S., ATAM, V., YATHISH, B. E., DAS, L., KOONWAR, S. 2014. Role of erythrocyte sedimentation rate in ischemic stroke as an inflammatory marker of carotid atherosclerosis. *Journal of Neurosciences in Rural Practise*. 5(1), 40-45 p. [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3985355/>.
50. SOŠKA, V., 2001. Poruchy metabolismu lipidů. Diagnostika a léčba. *Praha: Grada*. 180 s. ISBN 80-247-0234-7.
51. SOŠKA, V., VAVERKOVÁ, H., VRABLÍK, M., BLÁHA, V., CÍFKOVÁ, R., KRAML, P. a kol. 2013. Stanovisko výboru ČSAT k doporučením ESC/EAS pro diagnostiku a léčbu dyslipidemií z roku 2011. Doporučené postupy. *Vnitřní Lékařství*. 59(2), 120–126 s. [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: http://www.athero.cz/media/1094/vl_2013-02_vrablik_def.pdf.
52. ŠAFRÁNKOVÁ, A., NEJEDLÁ, M. 2006. Interní ošetřovatelství. *Praha: Grada*. 280 s. ISBN 80-247-1148-6.
53. ŠIMON, J., 2001. Epidemiologie a prevence ischemické choroby srdeční. *Praha: Grada*. 264 s. ISBN:80-247-0085-9.
54. ŠIPR, K., BÍMA, S., ŠTOLFA, J., IVANOVÁ, K., NAKLÁDALOVÁ, M., FOLTÝN, I. a kol., 2010. Aktuální otázky praktického lékařství: výuka primární péče a praktického lékařství: sborník přednášek a abstrakt. Olomouc: *Univerzita Palackého v Olomouci*. 26-32 s. ISBN 978-244-2528-3.
55. ŠTEJFA, M., 2007. Kardiologie. 3., přeprac. a dopl. vyd. *Praha: Grada*. 722 s. ISBN 978-802-4713-854.
56. ŠTERN, P., 2011. Obecná a klinická biochemie: pro bakalářské obory studia. 2., upr. vyd. *Praha: Karolinum*. 270 s. ISBN 978-80-246-1979-8.
57. ŠTERN, P., 2015. Stanovení triacylglycerolů. In: Encyklopedie laboratorní medicíny pro klinickou praxi [online]. [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <http://www.enclabmed.cz/encyklopedie/A/STADT.htm>.
58. TIWARI, S., SIDDIQI, S. A., 2012. Intracellular trafficking and secretion of VLDL. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 32(5), 1079-86 p. [cit. 2017-12-5]. Dostupné z: <http://atvb.ahajournals.org/content/atvbaha/32/5/1079.full.pdf>.

59. TREMBLAY, J.A., MORRISSETTE H, GANGÉ, J.M., BERGERON, J., GANGÉ, C., COUTURE, P. 2004. Validation of the Friedewald formula for the determination of low- density lipoprotein cholesterol compared with β -quantification in a large population. *Clinical Biochemistry*. 37(9), 785-790 p. [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15329317>.
60. TROJAN, S., 2003. Lékařská fyziologie. 4., přeprac. a dopl. vyd. *Praha: Grada*. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.
61. TURGEON, M.L., 2005. Clinical Hematology: Theory and Procedures – Fourth edition. Baltimore: *Lippincott Williams & Wilkins*. 587 p. ISBN 0-7817-5007-5.
62. VENNAPUSA, B., DE LA CRUZ, L., SHAH, H., MICHALSKI, V., ZHANG, Q.Y. 2011. Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) Measured by the Streck ESR-Auto Plus Is Higher Than With the Sediplast Westergren Method – A Validation Study. *American journal Of Clinical Pathology*. 135(3), 386-390 p. ISSN 0002-9173.
63. VOJÁČEK, J., MALÝ, M., 2004. Arteriální a žilní trombóza. *Praha: Grada*. 276 s. ISBN 80-247-0501-X.
64. VOKURKA, M., KOFRÍNEK, J., MARŠÁLEK, P., MARUNA, P., NEČAS, E., ŠULC, K., ŽIVNÝ, J., 2012. Patofyziologie pro nelékařské směry. 3., upr. vyd. *Praha: Karolinum*. 305 s. ISBN 978-80-246-2032-9.
65. WELSON, L. T., 2006. Triglycerides and cholesterol research. New York: *Nova Biomedical Books*. 283 p. ISBN 978-160-0211-096.
66. ZIMA, T., 2013. Laboratorní diagnostika. 3., dopl. a přeprac. vyd. *Praha: Galén*. 1146 s. ISBN 978-80-7492-062-2.
67. ŽÁK, A., MACÁŠEK, J., SLABÝ, A., STAŇKOVÁ, B., TVRZICKÁ, E., VAŘEKA, T., VECKA, M., VÍTEK, L., ZEMAN, M. 2011. Ateroskleróza, nové pohledy. *Praha: Grada*. 192 s. ISBN 987-80-247-3052-3.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Porovnání průměru TAG mezi pohlavími a věkovými skupinami	36
Obr. 2: Korelační závislost věk a TAG.....	36
Obr. 3: Porovnání průměru TC mezi pohlavími a věkovými skupinami.....	37
Obr. 4: Korelační závislost věk a TC.....	38
Obr. 5: Porovnání průměru HDL mezi pohlavími a věkovými skupinami	38
Obr. 6: Korelační závislost věk a HDL.....	39
Obr. 7: Porovnání průměru LDL mezi pohlavími a věkovými skupinami.....	40
Obr. 8: Korelační závislost věk a LDL	40
Obr. 9: Porovnání průměru ESR mezi pohlavími a věkovými skupinami	41
Obr. 10: Korelační závislost věk a ESR	42
Obr. 11: Korelační závislost muži - ESR versus TAG	43
Obr. 12: Korelační závislost muži - ESR versus TC	44
Obr. 13: Korelační závislost muži - ESR versus HDL	44
Obr. 14: Korelační závislost muži - ESR versus LDL.....	45
Obr. 15: Korelační závislost ženy - ESR versus TAG.....	46
Obr. 16: Korelační závislost ženy - ESR versus TC.....	46
Obr. 17: Korelační závislost ženy - ESR versus HDL.....	47
Obr. 18: Korelační závislost ženy - ESR versus LDL	47
Obr. 19: Analyzátor Alifax Test 1 BCL s vkládaným rackem s krvemi pacientů.....	59
Obr. 20: Rack pro měření vzorků v přístroji Alifax Test 1 BCL.....	59
Obr. 21: Výsledky měření přístroje Alifax Test 1 BCL	60
Obr. 22: Analyzátor Beckman Coulter AU 680	60
Obr. 23: Chemické reagenty v přístroji Beckman Coulter AU 680	61
Obr. 24: Vzorky sér pacientů pro měření lipidového souboru	61

SEZNAM TABULEK

Tab. I: Fyziologické hodnoty sedimentace erytrocytů u mužů a žen.....	15
Tab. II: Složení a funkce lipoproteinů.....	22
Tab. III: Celkový přehled naměřených hodnot.....	35
Tab. IV: Korelační koeficienty muži.....	43
Tab. V: Korelační koeficienty ženy.....	45
Tab. VI: Přehled naměřených hodnot – muži.....	62
Tab. VII: Přehled naměřených hodnot – ženy.....	66

PŘÍLOHY



Obr. 19: Analyzátor Alifax Test 1 BCL s vkládaným rackem s krvemi pacientů
Zdroj: Autor



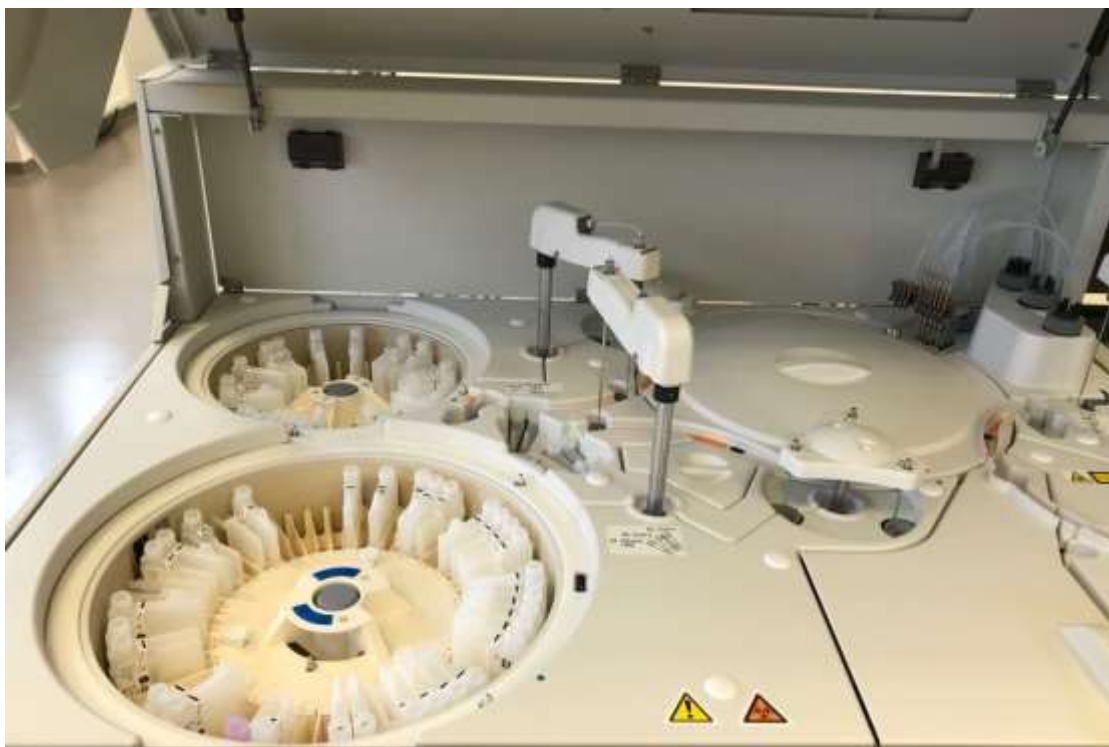
Obr. 20: Rack pro měření vzorků v přístroji Alifax Test 1 BCL
Zdroj: Autor



Obr. 21: Výsledky měření přístroje Alifax Test 1 BCL
Zdroj: Autor

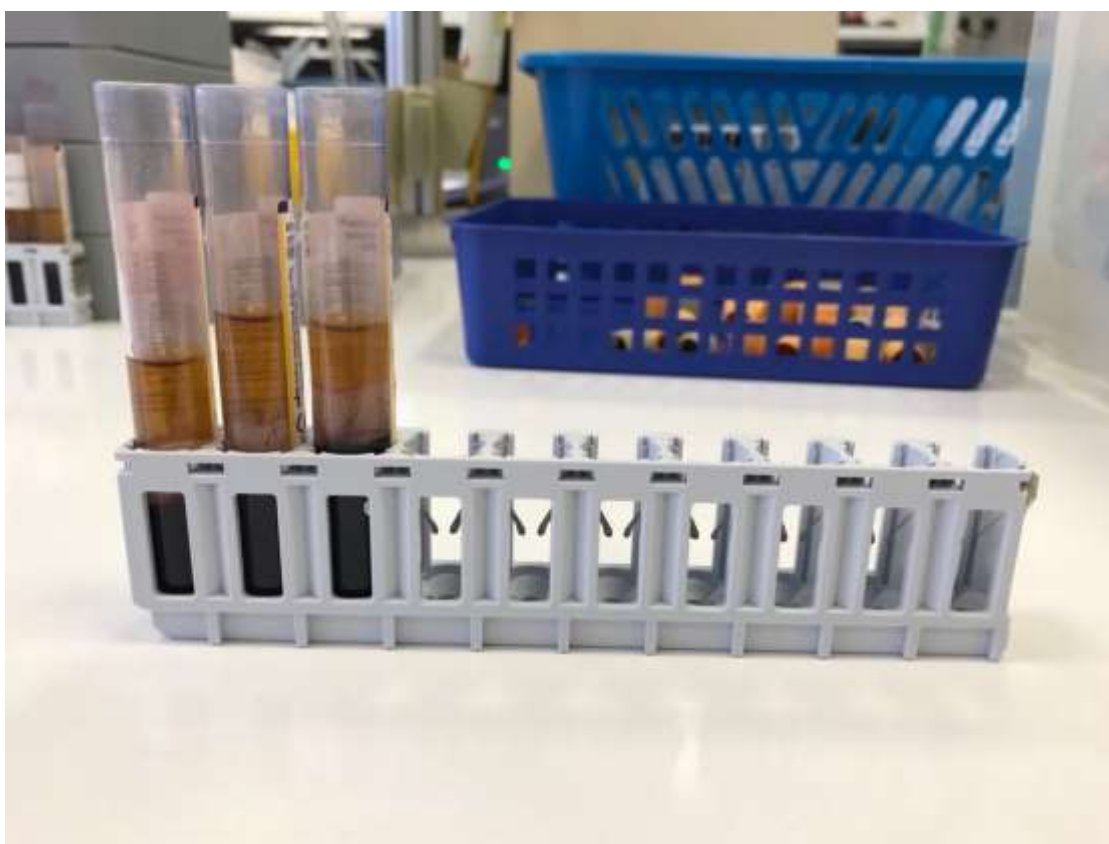


Obr. 22: Analyzátor Beckman Coulter AU 680
Zdroj: Autor



Obr. 23: Chemické reagentie v přístroji Beckman Coulter AU 680

Zdroj: Autor



Obr. 24: Vzorky sér pacientů pro měření lipidového souboru

Zdroj: Autor

Tab. VI: Přehled naměřených hodnot - muži

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
9	5,20	1,90	3,10	0,64	4
18	5,00	2,00	2,70	0,89	3
18	3,50	1,50	1,80	0,60	3
19	4,10	1,40	2,30	1,06	2
20	3,40	1,20	2,00	0,89	16
20	4,40	1,40	2,70	0,87	16
21	3,90	0,80	2,70	2,85	11
21	5,60	1,20	3,60	1,84	7
21	3,60	1,30	2,20	0,64	7
22	4,10	1,60	2,20	0,73	5
23	4,80	0,90	3,40	2,23	41
23	4,60	1,20	3,10	0,94	4
23	3,60	1,40	2,10	0,93	2
23	4,10	1,00	2,70	0,78	21
23	5,20	1,60	3,20	0,73	2
24	3,90	1,10	2,40	0,88	4
24	4,60	2,00	2,50	0,66	18
25	5,50	2,10	3,00	0,90	6
25	3,80	1,20	2,50	0,82	2
25	3,80	1,50	2,20	0,58	3
26	7,60	1,40	5,10	3,15	30
26	5,70	1,30	3,70	1,75	8
26	3,70	1,40	2,00	0,77	13
27	3,60	1,10	2,30	1,34	15
27	4,80	1,00	3,30	1,33	18
27	4,60	1,70	2,70	0,62	11
27	4,30	1,50	2,60	0,56	5
28	5,70	1,20	3,90	2,07	4
28	5,80	1,30	3,80	1,72	30
28	5,80	1,10	4,10	1,67	37
28	5,80	1,40	3,80	1,41	8
28	4,20	1,50	2,40	0,77	21
28	4,30	1,50	2,40	0,60	2
29	5,50	1,70	3,20	2,86	8
29	4,50	2,20	2,20	1,85	14
29	4,80	1,30	3,00	1,19	2
29	5,60	1,40	3,70	1,17	24
29	5,70	1,40	3,80	1,15	13
29	5,20	1,30	3,50	1,03	12
30	5,90	1,20	3,90	2,54	9

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
53	4,60	1,30	2,70	3,44	17
53	6,30	1,40	4,20	2,96	14
53	5,30	1,00	3,60	2,50	8
53	6,90	1,60	4,40	2,04	19
53	4,60	1,10	2,90	1,71	27
53	4,20	1,60	2,30	1,28	11
53	4,90	1,10	2,20	1,17	20
53	6,60	1,70	4,30	1,14	13
53	5,60	1,30	3,70	0,85	9
54	5,00	1,70	2,80	2,49	24
54	7,90	1,60	5,20	1,90	34
54	8,30	3,00	4,60	0,99	16
55	3,70	1,00	2,20	3,02	35
55	7,20	1,20	4,90	2,18	20
55	5,30	1,20	3,50	1,72	34
55	6,00	1,20	4,20	1,52	23
55	5,60	1,50	3,70	1,28	12
55	4,10	1,40	2,40	0,89	16
56	6,50	1,00	4,40	4,67	12
56	5,60	1,60	3,50	2,56	10
56	6,50	1,80	4,10	1,71	18
56	6,20	1,40	4,00	1,42	4
56	4,80	1,40	3,00	1,23	32
56	6,70	1,90	4,10	1,11	27
56	5,50	2,20	2,90	1,00	36
56	4,50	1,30	2,80	0,98	27
56	6,30	2,10	4,00	0,59	9
57	5,40	1,20	3,60	1,88	29
57	5,30	1,30	3,70	1,11	36
57	5,40	1,20	3,60	1,76	29
57	4,20	0,70	2,90	1,51	71
57	5,50	1,10	3,90	1,34	17
58	6,30	1,40	4,00	3,86	42
58	4,40	1,20	2,80	1,66	27
58	6,20	1,40	4,10	1,21	2
58	5,40	1,20	3,70	1,14	26
58	5,20	2,80	2,20	1,10	61
58	6,50	1,50	4,50	1,06	22
58	6,20	1,50	4,20	0,69	2
59	8,50	1,50	5,80	2,21	35

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
30	5,60	1,40	3,70	1,01	12
31	5,30	1,10	3,50	3,14	25
31	5,60	1,30	3,80	1,63	10
31	3,50	0,90	2,20	1,39	7
31	5,00	1,40	3,20	0,63	5
32	7,70	1,00	5,30	3,81	40
32	5,10	1,10	3,40	1,57	32
32	7,70	1,20	5,60	1,38	23
32	5,30	1,20	3,60	1,19	15
32	3,80	1,50	2,10	0,95	4
32	6,00	1,80	3,70	0,84	2
32	4,80	1,30	3,10	0,70	7
33	4,50	1,00	3,10	1,57	5
33	4,60	1,20	2,90	1,37	15
33	4,90	1,10	3,30	1,02	3
34	9,10	1,80	6,10	2,49	4
34	7,10	1,70	4,70	1,63	6
34	5,50	1,30	3,60	1,62	29
34	6,10	1,70	3,80	1,30	20
34	5,80	1,20	4,10	0,85	20
34	5,50	1,30	4,10	0,85	20
35	4,80	0,70	2,60	9,29	25
35	5,30	1,50	3,10	2,02	2
35	4,70	1,20	3,00	1,37	8
35	4,60	1,30	3,10	0,73	6
35	5,20	1,50	3,30	0,64	12
36	9,40	1,40	6,40	3,46	16
36	6,90	1,40	4,70	2,87	10
36	5,50	1,00	3,90	1,36	10
36	4,20	1,50	2,30	1,20	9
36	5,50	1,40	3,70	1,16	37
36	4,30	1,60	2,60	0,56	6
37	5,20	1,20	3,30	2,83	4
37	4,90	0,80	3,50	2,13	25
37	5,20	1,20	3,30	1,64	18
37	5,60	1,60	3,60	0,96	10
37	3,80	1,30	2,20	0,85	3
38	5,30	1,00	3,60	3,56	4
38	3,80	1,10	2,20	1,92	11
38	4,90	1,20	3,30	1,52	9
38	4,70	1,30	2,90	1,40	10

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
59	6,00	0,90	4,30	2,19	37
59	6,70	1,30	4,40	1,73	10
59	4,70	1,00	3,20	1,43	25
59	3,60	1,00	2,30	1,24	11
59	5,00	1,10	3,40	1,23	6
59	4,50	1,20	3,00	0,86	7
59	4,00	1,60	2,20	0,86	5
60	8,10	1,30	5,40	2,67	30
60	4,60	1,30	2,90	1,42	41
60	4,30	1,10	2,80	1,30	8
60	5,60	1,20	3,80	1,09	61
61	5,20	1,20	3,20	2,81	27
61	5,10	1,50	3,10	2,37	23
61	6,90	1,20	4,80	1,88	24
61	5,60	1,30	3,60	1,88	21
61	4,70	1,10	3,10	1,52	8
61	6,60	1,00	4,80	1,38	97
61	6,30	1,80	4,00	1,30	2
61	4,50	1,60	2,60	0,87	91
62	6,00	1,10	3,80	4,46	18
62	4,60	1,20	3,00	2,32	19
62	3,90	1,00	2,40	2,03	51
62	4,20	1,40	2,40	1,44	35
62	6,10	1,30	4,10	1,45	13
62	6,20	1,90	3,80	1,09	111
62	4,40	1,80	2,30	0,83	36
62	6,00	1,70	3,80	0,83	19
62	4,40	1,20	2,90	0,69	73
63	4,60	1,20	2,80	2,32	11
63	6,40	1,20	4,40	2,24	17
63	5,90	1,60	3,70	2,15	28
63	4,50	1,20	2,80	2,02	20
63	5,00	1,30	3,30	1,86	29
63	5,20	1,10	3,60	1,69	28
63	5,50	1,10	3,80	1,27	40
63	7,30	1,90	4,60	1,26	33
63	5,50	1,40	3,70	0,96	24
63	5,20	2,00	2,90	0,81	12
64	7,30	1,10	4,70	5,46	50
64	7,50	1,30	5,10	2,39	36
64	5,80	1,10	3,80	2,38	23

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
39	4,90	1,10	3,20	2,43	27
39	6,60	1,10	4,60	2,21	38
39	5,40	1,20	3,70	1,58	8
39	5,50	1,40	3,70	1,50	11
39	4,80	1,40	3,10	0,81	10
40	4,10	0,90	2,40	4,96	6
40	7,10	1,00	5,00	2,48	22
40	5,20	1,10	3,50	1,87	15
40	7,10	1,20	5,00	1,40	27
40	5,10	1,90	2,70	1,34	3
40	6,00	1,50	4,00	1,06	11
40	3,80	1,00	2,30	0,92	3
40	6,00	2,10	3,50	0,70	5
40	5,10	1,20	3,40	0,55	38
41	8,00	1,80	4,90	4,65	42
41	6,30	1,20	4,30	2,57	4
41	6,20	1,60	4,10	2,35	43
41	5,70	1,00	3,90	2,04	13
41	6,90	1,50	4,60	2,02	17
41	6,70	1,40	4,40	1,88	28
41	7,30	1,50	5,10	1,42	2
41	3,40	1,30	1,90	0,76	7
42	7,10	1,00	4,90	3,11	13
42	6,90	1,20	4,80	2,72	19
42	5,90	1,20	4,00	2,20	35
42	6,00	1,30	4,20	0,96	19
42	4,20	1,60	2,20	0,66	25
43	6,10	1,60	3,80	2,47	36
43	6,00	1,00	4,10	2,36	12
43	6,00	1,40	3,90	1,75	13
43	4,80	1,00	3,30	1,71	10
43	5,90	1,50	3,80	1,71	5
43	5,80	1,20	3,80	1,62	20
43	4,40	0,90	3,00	1,24	28
43	4,80	1,00	3,30	1,17	40
44	6,50	1,50	3,80	5,00	27
44	6,80	0,90	4,70	3,74	3
44	6,30	1,20	4,20	2,38	27
44	4,10	1,10	2,50	2,17	28
44	5,60	1,20	3,70	1,39	27
44	6,60	1,30	4,50	2,11	14

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
64	3,70	1,00	2,40	2,11	27
64	4,40	1,00	2,90	1,88	5
64	5,60	1,10	3,90	1,71	38
64	4,80	1,20	3,20	1,37	2
64	5,20	1,30	3,50	1,33	17
64	5,60	1,40	3,50	1,05	28
64	5,90	1,60	3,70	1,04	21
64	3,00	1,20	1,70	0,52	15
65	5,80	1,20	3,80	2,93	16
65	4,90	1,50	2,90	1,97	25
65	6,40	1,10	4,50	1,74	10
65	6,20	1,50	3,90	1,68	39
65	4,10	1,10	2,50	1,59	17
65	5,40	1,50	5,90	1,28	58
65	5,10	1,70	2,90	0,88	10
66	4,70	1,00	3,20	2,28	47
66	6,10	0,90	4,30	2,15	41
66	5,10	1,10	3,40	1,70	27
66	5,00	1,20	3,20	1,59	17
66	4,70	1,20	3,10	1,50	36
66	4,10	1,60	2,20	1,19	12
67	7,00	1,50	4,50	2,62	9
67	7,40	1,30	5,10	1,88	10
67	3,70	1,00	2,40	1,47	2
67	6,60	1,70	4,20	1,24	20
67	5,70	1,40	3,80	1,20	22
67	3,40	0,80	2,20	1,18	15
67	3,00	1,20	1,60	0,55	8
68	4,60	1,30	2,60	3,07	31
68	4,40	1,20	2,70	2,50	5
68	4,60	1,10	3,10	1,35	32
68	4,00	1,30	2,40	0,91	27
68	2,80	0,80	1,80	0,59	52
69	7,40	1,60	5,00	2,52	49
69	5,90	1,50	3,60	1,96	50
69	5,10	1,10	3,20	1,40	26
69	4,90	1,40	3,00	1,37	40
69	4,00	1,50	2,30	1,15	22
69	5,30	1,90	3,20	1,01	24
69	4,60	1,30	2,90	0,93	27
69	3,90	1,50	2,10	0,92	37

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
44	7,00	1,40	4,70	1,99	19
44	4,10	0,70	2,80	1,86	37
44	5,60	1,30	3,70	1,58	9
44	5,70	1,40	3,70	1,39	3
44	4,10	1,20	2,60	0,87	20
44	6,00	1,90	3,70	0,82	18
44	5,30	1,50	3,40	0,80	23
44	5,30	1,20	3,30	0,70	19
45	6,00	1,10	4,10	3,00	16
45	6,40	1,30	4,30	2,43	21
45	4,20	1,00	2,70	1,92	22
45	6,30	1,30	4,30	1,58	11
45	5,80	1,20	4,00	0,89	7
45	4,20	1,30	2,60	0,81	10
45	6,80	1,50	4,30	0,74	17
46	4,00	0,90	2,70	1,21	15
46	4,80	1,00	3,20	1,18	9
46	5,30	1,50	3,40	0,76	2
47	5,30	1,10	3,10	6,32	27
47	4,80	1,00	2,70	1,61	20
47	8,70	1,50	5,90	4,16	9
47	7,10	1,30	4,90	1,55	20
47	4,60	1,20	3,00	1,34	44
47	5,30	2,20	2,70	0,78	10
48	4,60	0,90	3,10	3,20	38
48	5,40	1,20	3,50	1,61	29
48	5,60	1,70	3,40	1,38	32
48	4,60	1,10	3,10	1,31	2
48	5,70	1,30	3,80	1,27	19
48	7,20	1,60	4,80	1,18	7
48	4,70	2,30	2,30	1,01	12
48	6,40	1,90	4,00	0,77	26
48	4,00	1,30	2,50	0,65	14
49	4,10	1,00	2,50	5,22	35
49	5,80	1,90	3,10	4,88	39
49	7,30	1,30	4,70	4,17	31
49	3,80	1,00	2,40	2,77	22
49	5,80	1,30	3,80	2,63	13
49	5,60	1,20	3,70	1,36	10
49	5,60	1,70	3,50	0,98	9
49	4,90	1,80	2,80	0,95	23

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
69	3,50	1,50	1,90	0,69	5
70	6,60	1,20	4,30	3,02	48
70	5,50	1,10	4,00	2,86	17
70	4,60	1,30	2,80	2,66	35
70	4,60	1,70	2,60	1,60	11
70	6,60	1,80	4,30	1,58	38
70	4,70	1,50	2,80	1,29	20
70	4,10	1,40	2,40	1,24	28
70	4,70	1,30	2,90	1,20	25
70	4,50	1,40	2,60	1,20	15
70	3,80	1,10	3,40	1,21	6
70	7,90	2,00	5,30	1,18	47
71	5,20	1,40	3,20	1,92	14
71	3,60	1,10	2,20	1,86	25
71	7,20	1,50	5,00	1,72	42
71	6,10	1,30	1,50	1,72	28
71	5,80	1,60	3,80	1,44	13
71	4,30	1,40	2,60	1,22	23
71	5,40	1,50	3,40	1,06	27
71	4,30	1,30	2,80	0,93	16
71	5,50	1,80	3,30	0,80	30
72	3,30	0,80	2,10	2,90	48
72	7,90	1,30	5,50	2,38	36
72	7,30	1,60	4,80	2,22	36
72	3,90	1,00	2,60	1,90	43
73	5,20	1,20	3,40	2,53	24
73	4,10	1,30	2,40	2,18	18
73	4,40	1,50	2,60	1,26	33
73	6,40	1,30	4,50	1,15	11
73	4,90	1,30	3,00	1,12	24
73	4,90	1,40	3,20	0,81	10
74	6,00	1,40	3,90	1,80	34
74	4,20	1,00	2,70	1,74	12
74	4,70	1,20	3,00	1,47	14
74	7,20	1,80	4,60	1,43	34
74	3,50	1,30	1,90	1,21	23
74	3,00	1,00	1,80	1,12	24
74	3,70	1,80	1,90	0,46	15
75	4,20	1,20	2,50	2,54	42
75	6,00	1,00	4,20	1,38	43
75	7,50	2,20	4,70	1,31	47

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)		Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
50	9,20	1,50	6,00	3,35	36		76	4,70	0,80	3,00	4,30	21
50	6,20	1,50	3,90	2,91	23		76	6,50	1,30	4,40	2,30	42
50	3,60	1,10	2,10	2,64	23		76	5,70	1,50	3,70	1,58	27
50	4,90	1,30	2,80	1,34	19		76	5,20	1,10	3,40	0,98	25
50	5,90	1,00	3,90	1,71	9		77	5,30	1,80	3,10	1,43	21
50	5,00	1,00	3,50	1,34	19		77	2,90	1,30	1,40	1,34	22
50	7,30	1,90	4,80	0,78	8		77	2,70	0,90	1,50	0,84	102
51	7,30	1,00	4,90	3,36	15		78	4,10	1,20	2,50	0,70	16
51	6,40	1,30	4,30	3,10	12		78	3,00	1,50	1,50	0,68	12
51	6,00	1,20	3,90	2,74	7		79	5,40	1,40	3,40	1,76	35
51	3,80	1,30	2,20	0,81	2		80	5,60	1,70	3,40	1,17	74
52	8,50	1,40	5,60	5,11	23		81	4,90	1,50	3,10	1,33	29
52	6,30	1,40	4,00	3,91	14		82	4,10	1,30	2,50	1,30	9
52	6,70	1,40	4,40	2,31	44		82	4,40	1,50	2,60	1,07	20
52	4,80	1,20	2,90	2,08	8		82	5,40	1,70	3,40	0,68	22
52	4,80	1,10	3,20	1,62	15		82	3,80	1,30	2,30	0,60	22
52	5,50	1,20	3,70	0,96	37		83	3,50	1,60	1,40	0,86	52
52	5,70	1,90	3,40	0,78	11		85	6,10	1,10	4,40	1,45	7
53	9,20	1,70	1,30	27,42	18		89	4,00	1,10	2,50	1,22	55

Tab. VII: Přehled naměřených hodnot - ženy

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)		Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
7	4,10	1,40	2,30	1,58	25		57	5,70	1,30	3,80	1,56	27
10	4,80	1,60	2,80	0,86	10		57	4,70	1,40	2,90	1,50	23
12	5,10	1,70	3,10	0,86	15		57	4,10	1,20	2,50	1,35	40
15	5,10	1,50	3,30	1,14	5		57	4,80	2,80	2,00	1,25	9
15	4,80	1,40	3,10	0,85	6		57	5,80	1,80	3,50	1,14	26
16	4,10	1,50	2,20	1,35	6		58	4,90	1,20	3,20	2,22	83
16	4,60	1,40	3,00	0,78	2		58	6,80	2,00	4,20	1,23	13
18	3,60	1,20	2,10	0,78	6		58	4,40	1,60	2,50	0,99	11
18	5,20	1,50	3,40	0,76	16		59	5,30	1,20	3,60	2,43	8
20	4,30	1,50	2,60	1,17	4		59	3,00	0,90	1,80	2,14	42
20	5,20	2,00	2,70	1,16	15		59	4,70	1,20	3,00	1,84	28
20	3,70	1,20	2,20	0,87	50		59	7,20	1,60	4,70	1,62	20
20	3,90	1,40	2,30	0,72	20		59	8,20	1,80	5,40	1,42	31
21	2,90	1,10	1,70	0,34	7		59	7,00	1,80	4,60	1,28	20
22	6,00	1,40	3,90	3,32	20		59	5,70	2,00	3,40	1,08	10
22	4,40	2,00	2,20	1,22	52		59	4,10	1,50	2,50	0,98	21

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
22	4,30	1,60	2,30	1,01	22
23	4,90	1,00	3,20	1,62	25
23	4,30	1,70	2,30	1,50	39
23	3,60	1,50	1,90	0,76	10
24	4,70	1,50	2,70	1,16	4
24	3,60	1,30	2,00	0,73	29
25	4,60	1,50	2,80	0,56	11
25	3,80	1,20	2,20	0,54	12
26	5,70	2,40	3,00	1,22	36
26	4,80	1,60	2,90	1,05	21
26	4,00	1,70	2,00	0,77	4
26	5,10	1,90	3,00	0,61	22
27	3,70	1,50	2,00	1,99	26
27	5,50	2,20	2,80	1,69	68
27	6,00	2,30	3,40	1,67	31
27	4,20	1,30	2,50	1,08	24
27	4,10	1,20	2,60	0,90	31
27	4,00	1,00	2,40	0,90	18
27	4,70	1,40	2,90	0,77	9
27	4,80	1,60	2,90	0,67	4
27	5,00	1,70	2,90	0,59	5
28	5,10	0,80	3,50	2,44	41
28	5,40	1,60	3,40	1,10	18
28	3,60	1,50	1,90	1,03	20
28	4,50	1,60	2,70	0,76	19
28	4,80	2,40	2,40	0,68	16
29	5,60	1,10	3,70	2,81	31
29	5,90	1,20	3,90	2,50	27
29	5,80	1,40	3,80	2,06	20
29	5,40	1,60	3,40	1,84	52
29	5,00	1,10	3,30	1,61	36
29	5,00	1,80	2,80	0,60	10
29	3,90	1,20	2,40	0,57	10
30	4,70	1,00	3,10	1,92	11
30	4,10	1,00	2,70	0,81	37
30	5,00	1,70	3,00	0,71	11
30	4,80	1,70	2,80	0,63	26
31	6,00	1,30	4,10	1,09	34
31	5,00	1,60	3,00	1,07	12
31	4,90	1,40	3,10	0,95	20
31	4,20	1,10	2,90	0,77	7
32	5,10	1,70	2,90	1,17	14

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
59	4,80	1,50	3,00	0,94	32
59	5,00	1,50	3,10	0,79	25
59	5,30	2,40	2,70	0,74	27
59	4,60	1,60	2,80	0,56	27
60	6,60	1,50	4,40	2,11	23
60	9,10	2,10	5,90	1,76	24
60	4,50	1,10	3,00	1,52	56
60	5,20	1,50	3,30	1,26	24
60	6,40	1,60	4,10	1,21	15
60	6,00	1,80	3,90	1,19	23
60	3,30	1,10	2,00	0,95	28
60	3,50	1,70	1,80	0,59	9
61	7,00	1,30	4,80	2,21	50
61	7,30	3,40	3,50	2,07	57
61	6,00	1,60	3,80	1,13	26
61	6,00	1,70	3,70	0,70	22
62	5,20	1,40	3,20	2,72	24
62	9,80	1,90	6,70	2,59	22
62	6,90	1,40	4,60	2,44	14
62	4,90	1,30	3,00	2,16	48
62	5,00	1,90	2,70	2,02	66
62	7,00	2,00	4,20	1,63	20
62	4,80	1,20	3,20	1,33	26
62	7,80	2,60	4,60	1,04	31
62	6,40	1,80	4,00	1,00	44
62	6,70	1,90	4,20	0,98	21
62	5,40	1,90	3,10	0,95	28
62	4,70	1,50	2,70	0,94	37
62	7,40	1,90	4,90	0,91	83
62	5,70	2,00	3,40	0,72	115
63	8,10	2,00	5,10	2,41	53
63	7,40	1,50	5,10	2,06	27
63	5,70	1,30	3,90	1,37	61
63	5,50	2,00	3,10	1,23	11
63	7,30	2,10	4,60	1,18	29
63	6,40	1,80	4,30	1,10	35
63	3,90	1,40	2,20	0,89	21
63	6,80	1,80	4,40	0,86	11
64	5,70	2,40	2,90	1,54	10
64	7,40	1,60	5,00	1,21	84
64	5,20	1,40	3,40	1,17	31
64	5,60	1,30	3,70	1,16	8

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
32	4,70	1,60	2,80	0,75	4
32	4,50	1,40	2,90	0,58	10
33	6,50	2,00	3,80	1,65	28
33	5,30	1,60	3,20	1,28	22
33	4,30	1,70	2,40	0,43	3
34	5,10	2,30	2,90	1,06	21
34	6,40	2,00	3,80	0,97	15
34	6,00	2,20	3,50	0,89	8
35	7,10	1,60	4,60	1,79	24
35	6,20	1,40	4,20	1,60	40
35	5,70	1,40	3,40	1,49	53
35	6,60	1,60	4,10	1,38	56
35	5,70	1,80	3,50	1,04	13
35	6,00	1,20	4,40	1,04	11
35	4,90	1,60	3,00	0,88	4
36	6,30	1,40	4,10	2,40	64
36	3,80	1,40	2,10	0,92	23
36	5,40	2,80	2,40	0,92	16
37	6,50	1,80	4,00	2,26	31
37	4,70	1,00	3,10	1,82	34
37	4,70	2,00	2,40	1,37	10
37	5,30	1,10	3,50	1,34	54
37	5,90	1,50	3,90	1,35	8
37	5,80	1,20	4,00	1,29	52
37	5,50	1,50	3,70	0,77	28
37	4,40	1,90	2,40	0,72	4
37	4,80	1,60	2,90	0,62	21
38	4,80	1,20	3,20	1,36	32
38	4,90	1,20	3,30	1,28	49
38	4,50	1,70	2,40	1,00	40
38	4,30	1,10	2,90	0,97	14
38	5,90	2,10	3,50	0,72	24
38	3,60	1,30	2,20	0,59	3
39	6,40	1,30	4,20	2,47	9
39	4,80	1,10	3,30	1,75	14
39	6,10	1,50	4,10	0,94	23
39	5,20	1,60	3,00	0,83	11
39	6,20	2,60	3,50	0,44	8
40	6,50	1,50	4,20	2,06	84
40	4,80	1,50	2,90	1,06	21
40	4,80	1,50	3,00	0,82	28
40	4,30	1,70	2,40	0,64	13

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
64	3,90	1,90	1,90	0,95	18
64	4,00	1,40	2,30	0,77	25
65	6,20	1,20	4,00	3,72	39
65	6,00	1,40	3,90	2,74	72
65	5,50	1,60	3,40	2,63	23
65	4,00	1,40	2,20	2,16	49
65	6,90	1,50	4,60	1,68	19
65	4,50	1,30	2,80	1,63	82
65	6,20	1,20	4,50	1,58	9
65	6,30	1,80	3,80	1,46	10
65	5,90	1,50	3,90	1,44	50
65	6,50	1,60	4,30	1,45	34
65	5,40	1,80	3,30	1,42	52
65	6,70	1,30	4,70	1,32	39
65	4,30	2,00	2,20	0,92	20
66	5,60	1,10	3,90	2,05	24
66	7,70	1,20	5,20	1,90	22
66	6,50	1,40	4,30	1,76	26
66	5,60	2,00	3,30	1,56	28
66	6,60	1,70	4,30	1,51	14
66	4,40	1,40	2,60	1,36	27
66	4,20	1,40	2,50	1,34	33
66	5,40	1,70	3,30	1,00	25
67	4,80	1,00	3,00	4,41	27
67	6,80	1,60	4,40	1,78	12
67	7,40	1,60	4,90	1,61	98
67	4,10	1,10	2,70	1,29	38
67	4,30	1,70	2,30	1,18	14
67	5,30	1,80	3,10	1,07	16
67	6,20	1,50	4,10	0,92	42
67	6,90	2,10	4,30	0,88	62
67	6,50	1,60	4,30	0,72	40
68	8,40	1,50	5,60	2,08	66
68	7,40	1,50	5,10	1,79	11
68	3,80	1,30	2,20	1,62	11
68	4,70	1,20	3,00	1,52	25
68	8,20	1,90	5,50	1,45	15
68	6,60	1,70	4,30	1,35	33
68	6,00	1,90	3,70	1,16	24
68	7,30	2,50	4,30	1,12	19
68	4,20	1,40	2,60	1,08	42
68	4,80	1,50	3,00	0,93	27

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
40	5,30	1,90	3,20	0,58	10
40	4,10	1,80	2,30	0,46	10
41	6,60	1,20	4,50	2,55	51
41	4,50	0,80	3,20	2,08	93
41	8,70	1,60	5,90	1,94	43
41	7,40	1,60	5,10	1,78	21
41	4,70	1,30	3,00	1,43	10
41	6,30	1,30	4,30	1,17	40
41	5,80	1,80	3,70	0,97	28
41	4,30	1,10	2,80	0,96	21
41	4,20	1,40	2,60	0,69	10
42	5,00	1,30	3,00	3,12	21
42	6,90	2,00	4,00	2,75	43
42	6,90	1,90	4,40	1,27	37
42	3,70	1,20	2,30	1,11	10
42	4,50	1,40	2,90	0,90	23
42	5,80	2,50	3,10	0,77	8
42	4,80	1,50	2,90	0,75	28
42	4,70	1,60	2,80	0,65	25
42	5,30	2,30	3,00	0,53	8
42	5,20	2,00	2,80	0,44	17
42	4,90	2,30	2,50	0,44	7
43	6,30	1,10	4,40	2,41	34
43	3,60	0,80	2,30	1,52	113
43	6,20	1,70	3,90	1,24	11
43	4,90	2,00	2,80	0,87	22
43	4,90	1,90	2,80	0,85	7
43	4,00	1,70	2,30	0,77	11
43	4,90	1,90	2,80	0,49	45
43	4,40	1,90	2,50	0,47	2
44	8,60	2,30	5,30	2,37	31
44	5,10	1,30	3,20	1,75	45
44	4,20	1,30	2,60	1,33	34
44	5,30	2,30	2,70	0,78	7
44	4,10	1,50	2,50	0,63	3
44	4,20	1,60	2,40	0,61	7
44	4,70	1,30	3,00	0,59	31
44	4,00	1,50	2,20	0,55	26
45	5,40	2,00	3,00	2,74	2
45	8,20	2,20	5,20	1,32	9
45	5,10	2,60	2,50	1,17	18
45	5,00	1,50	3,10	1,15	10

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
68	5,10	1,70	3,00	0,91	33
68	3,70	1,40	2,10	0,71	24
68	6,90	2,00	4,50	0,63	18
69	9,00	1,80	6,00	3,23	71
69	5,20	1,30	3,20	2,30	19
69	4,70	2,10	2,40	1,78	19
69	5,20	1,60	3,20	1,69	22
69	6,80	1,60	4,50	1,42	26
69	5,10	2,10	2,60	1,35	13
69	7,20	1,70	4,90	1,21	35
69	6,90	2,10	4,10	1,07	60
69	4,90	1,60	2,90	1,00	17
69	4,00	1,80	2,10	0,88	55
69	6,40	1,60	4,20	0,89	15
70	4,20	1,10	2,60	2,69	39
70	8,80	1,50	6,00	2,13	67
70	6,50	1,80	4,20	2,08	49
70	6,00	2,00	3,40	1,95	32
70	6,10	1,40	4,00	1,90	41
70	6,90	1,60	4,60	1,86	36
70	4,70	1,40	2,80	1,78	38
70	4,60	1,40	2,70	1,77	48
70	3,80	1,50	2,00	1,62	17
70	8,40	1,80	5,70	1,54	28
70	3,40	1,20	2,10	1,28	21
70	3,80	1,50	2,10	1,20	28
70	6,60	2,40	3,70	1,19	12
70	4,10	1,10	2,60	1,07	36
70	6,30	2,00	3,70	1,01	29
70	6,70	1,80	4,40	0,94	40
70	5,50	2,40	2,90	0,71	16
71	5,80	1,30	3,70	3,77	39
71	7,30	1,20	4,80	3,60	70
71	7,00	1,20	4,70	3,32	19
71	5,70	1,30	3,80	2,07	74
71	5,90	1,20	4,00	1,97	40
71	5,70	1,50	3,60	1,95	80
71	6,40	2,20	3,70	1,90	9
71	5,70	1,60	3,70	1,51	13
71	7,00	1,40	4,70	1,46	60
71	4,70	1,50	2,70	1,02	23
71	4,60	1,50	2,90	0,95	23

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
45	4,00	0,90	2,70	0,94	44
45	4,10	1,40	2,40	0,89	8
45	5,80	1,60	3,70	0,85	14
45	5,50	2,40	2,80	0,84	15
45	5,50	2,00	3,20	0,59	18
45	4,40	1,60	2,60	0,59	6
46	6,50	1,70	4,10	1,96	4
46	6,80	2,90	3,50	1,43	36
46	6,00	2,50	3,20	1,38	21
46	5,30	1,30	3,60	1,07	16
46	6,70	3,10	3,20	1,05	17
46	5,70	1,70	3,60	1,06	10
46	5,00	1,70	3,00	1,01	29
46	4,50	1,50	2,80	0,99	11
47	5,70	1,10	3,90	2,30	17
47	5,90	1,30	4,00	1,32	22
47	5,20	1,40	3,30	1,00	4
47	3,80	1,60	2,10	0,59	11
47	4,00	1,60	2,30	0,51	26
48	6,00	1,60	3,60	3,39	119
48	7,50	1,40	5,30	1,92	15
48	5,10	1,40	3,30	1,50	26
48	3,30	1,00	1,80	1,46	36
48	6,10	1,60	3,90	1,25	11
48	4,00	1,50	2,10	0,87	9
48	4,80	1,70	2,70	0,69	8
49	6,60	1,80	4,10	2,18	25
49	6,00	1,20	4,10	1,50	15
49	4,60	1,10	3,10	1,37	21
49	6,20	1,80	3,80	0,84	15
50	6,70	1,10	4,80	2,16	27
50	4,00	1,20	2,40	1,40	24
50	5,40	2,00	3,20	1,14	10
50	5,60	1,50	3,60	1,12	24
50	7,10	1,90	4,70	1,03	21
50	6,90	2,40	4,20	0,74	5
50	6,10	1,50	3,90	0,73	12
51	7,00	1,20	4,80	2,74	30
51	7,00	1,80	4,20	2,32	27
51	6,40	1,20	4,40	2,00	76
51	6,00	1,90	3,60	1,49	31
51	5,70	1,50	3,70	1,44	33

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
71	4,50	2,10	2,30	0,75	16
72	6,10	1,40	3,90	2,57	54
72	5,00	1,30	3,20	1,82	13
72	3,80	1,50	2,10	1,50	11
72	6,30	2,30	3,40	1,37	36
72	5,50	2,40	2,80	1,15	27
72	3,70	1,30	2,10	1,00	27
72	6,70	1,50	4,40	0,87	10
72	3,50	1,00	2,30	0,83	120
72	3,70	1,60	2,00	0,64	25
73	4,70	1,30	3,10	2,11	16
73	4,00	1,10	2,60	1,75	15
73	4,30	1,20	2,70	1,68	37
73	7,20	1,20	5,00	1,40	17
73	4,10	1,60	2,40	1,30	26
73	3,60	1,30	2,10	1,05	31
73	4,60	1,30	2,80	1,03	49
73	4,50	2,10	2,20	0,90	32
74	3,80	1,00	2,30	4,67	32
74	6,20	1,20	4,20	2,20	19
74	6,20	1,40	4,20	2,09	31
74	5,80	1,60	3,70	1,00	24
74	3,60	1,40	2,10	0,89	52
75	4,20	1,10	2,60	3,03	32
75	3,90	1,20	2,20	2,80	23
75	7,70	2,20	4,80	1,30	33
75	4,60	1,80	2,60	1,25	29
75	4,60	1,50	2,80	1,09	31
75	7,20	1,90	4,40	1,07	11
75	4,50	2,30	2,20	0,75	30
75	3,50	1,40	1,80	0,58	99
76	5,00	1,60	2,90	2,56	31
76	6,20	1,10	4,30	2,27	33
76	6,10	1,40	4,00	1,83	55
76	6,10	1,20	4,30	1,32	83
76	4,50	1,80	2,50	1,00	67
76	6,50	2,10	4,00	1,00	22
76	4,60	1,70	2,60	0,70	42
77	4,60	1,20	2,80	1,65	57
77	6,30	2,10	3,40	1,45	9
77	4,30	1,60	2,50	1,35	37
77	5,90	2,20	3,30	0,88	42

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
51	5,70	1,50	3,80	1,31	11
51	4,30	1,30	2,60	1,21	32
51	5,10	1,80	2,80	1,15	29
51	6,80	1,50	4,70	1,05	12
51	5,00	2,20	2,70	0,90	22
51	5,20	2,30	2,60	0,59	22
52	5,50	1,40	3,50	1,10	15
52	4,90	1,40	3,20	0,99	11
52	6,50	2,00	4,00	0,71	14
52	5,10	2,40	2,60	0,52	10
53	6,30	1,80	3,90	1,86	20
53	4,60	1,20	2,80	1,32	36
53	5,70	1,80	3,40	1,17	14
53	6,00	1,90	3,70	0,96	8
54	8,40	1,90	5,20	3,98	23
54	7,10	1,40	4,80	1,78	23
54	6,00	2,30	3,10	1,67	15
54	5,80	2,10	3,40	1,01	34
54	6,00	1,60	3,90	0,78	30
54	4,20	1,60	2,30	0,65	21
55	5,00	1,30	3,00	3,84	24
55	5,10	1,90	2,80	1,03	32
55	6,90	1,70	4,60	0,97	63
55	6,20	2,40	3,30	0,69	14
56	5,90	1,60	3,70	2,25	23
56	4,30	1,30	2,60	1,77	26
56	6,60	1,30	4,70	1,50	15
56	6,40	2,10	3,70	1,25	13
56	5,60	2,00	3,40	1,07	22
56	6,40	2,00	3,90	0,98	29
56	7,10	2,20	4,40	0,99	18
56	6,50	2,00	3,90	0,77	17
56	5,10	2,10	2,90	0,55	9
57	5,50	1,60	3,30	2,20	11

Věk [roky]	TC (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TAG (mmol/l)	ESR (mm/hod)
77	3,50	1,30	1,90	0,87	78
77	4,40	1,40	2,70	0,83	12
77	6,30	2,20	3,90	0,76	40
77	3,90	1,70	2,30	0,68	8
78	5,00	1,10	3,20	2,55	50
78	7,20	1,40	4,60	2,22	26
78	5,50	1,50	3,50	1,81	15
78	5,50	1,70	3,40	1,44	13
78	6,40	1,60	4,20	1,32	28
79	7,50	1,20	5,00	2,13	26
79	5,10	1,10	3,40	1,67	40
79	3,60	1,60	1,70	1,16	38
80	4,20	1,40	2,50	1,46	53
80	4,80	1,90	2,70	1,16	23
80	6,90	2,20	4,20	0,80	41
81	6,60	1,60	4,20	1,88	37
81	4,40	0,80	2,90	1,63	87
81	4,80	0,80	3,60	1,24	20
82	5,00	1,60	2,70	3,32	36
82	5,50	1,30	3,50	2,28	48
82	5,50	1,90	3,20	1,48	5
82	6,70	1,80	4,20	1,31	17
82	3,70	1,40	2,20	1,00	15
83	3,50	1,00	2,10	1,70	31
85	6,70	1,80	4,30	1,41	15
86	9,50	1,50	6,10	4,29	47
86	3,80	1,40	2,30	1,59	40
86	4,70	1,50	2,80	1,04	47
87	4,70	1,60	2,90	0,63	58
88	3,80	1,60	2,00	1,35	29
88	5,00	1,90	2,80	1,22	40
89	4,20	1,50	2,40	1,85	27
91	4,30	1,10	2,80	1,06	89
93	3,60	1,10	2,10	0,94	24

SEZNAM ZKRATEK

4-APP – 4-aminoantipyrin

ATP – adenosin trifosfát

CETP – cholesterol-ester transfer protein

CoA – koenzym A

CRP – C-reaktivní protein

ČSAT – Česká společnost pro aterosklerózu

DM – Diabetes mellitus

ESR – Erythrocyte Sedimentation Rate (rychlost sedimentace erytrocytů)

FW – metoda vyšetření rychlosti sedimentace podle Fährus-Westergrena

GK – glycerolkináza

GPO – glycerol-3-fosfát oxidáza

H⁺ – vodíkový kationt

H₂O₂ – peroxid vodíku

Hb – hemoglobin

HCO³⁻ – hydrogenuhličitanový iont

HDL – high density lipoprotein (lipoproteiny o vysoké hustotě)

HLP – hyperlipoproteinémie

CHE – cholesterolesteráza

CHO – cholesteroxidáza

IDL – intermediate density lipoprotein (lipoproteiny o střední hustotě)

IgM, IgG – imunoglobuliny (třídy M a G)

ICHS – ischemická choroba srdeční

IHD – ischemic heart disease

K₃EDTA – trojdraselná sůl EDTA

KV – kardiovaskulární

LCAT – lecitin-cholesterolacyltransferáza

LDL – low density lipoprotein (lipoproteiny o nízké hustotě)

NCEP-ATP - National cholesterol Education Program Adult Treatment Panel

POD – peroxidáza

R² – regresivní koeficient

R1, R2 – reagentie v biochemickém analyzátoru

SF – stop flow

TAG – triacylglyceroly

TC – celkový cholesterol

VLDL – very low-density lipoprotein (lipoproteiny o velmi nízké hustotě)