MASARYKOVA UNIVERZITA
LÉKAŘSKÁ FAKULTA
ÚSTAV OCHRANY A PODPORY ZDRAVÍ

NEDOSTATEK POHYBOVÉ AKTIVITY A JEHO VLIV NA ROZVOJ OBEZITY

Disertační práce v oboru Hygiena, preventivní lékařství a epidemiologie

Školitel:
Mgr. Martin Forejt, Ph.D.

Autor:
Mgr. Petra Mořkovská

Brno, 2014

Abstrakt

Úvod. Epidemiologické studie potvrzují vztah mezi nedostatkem pohybové aktivity a výskytem obezity. Cílem disertace bylo prozkoumat množství a typy pohybových aktivit a jejich možný vliv na ukazatele obezity.

Metody. Do průřezové studie se přihlásilo celkem 507 jedinců (380 žen a 127 mužů) ve věku 16 - 73 let (45 ± 12 let). Pomocí digitální váhy s antropometrem, pásového měřidla a Bodystatu bylo zjištěno tělesné složení jedinců včetně ukazatelů centrální obezity. Účastníci studie také vyplnili 7 denní záznam pohybové aktivity a pomocí krokoměru Omron byl zaznamenán počet běžných a aerobních kroků.

Výsledky. Účastníci studie strávili v průměru 7 hodin a 26 minut denně spánkem, hodinu cestováním dopravními prostředky, 4 hodiny a 26 minut v zaměstnání, 2 hodiny a 50 minut prací v domácnosti, 3 hodiny a 34 minut odpočinkem, 1 hodinu a 6 minut chůzí, 35 minut sportovní či jinou aktivní činností a 2 hodiny a 50 minut ostatními aktivitami (jídlo, hygiena atd.). Jedinci s rizikovými zdravotními parametry (na základě BMI, WHR a WHtR) ušli denně statisticky významně méně kroků ($p<0,05$) a aerobních kroků ($p<0,05$) v porovnání s jedinci, kteří měli normální tělesné parametry. Z výsledků disertace také vyplývá, že riziko WHtR> 0,50 je možné snížit téměř 6x zvýšením počtu kroků nad 8985 kroků denně.

Závěr. Disertace přinesla rozbor pohybové aktivity u velkého počtu jedinců, který je v této podobě v České republice unikátní. Výsledky podporují teorii existence vztahu mezi pohybovou aktivitou a obezitou. Z hlediska metodiky byla pro tvorbu pohybových doporučení navržena pedometrie. Disertace poskytla cenné zjištění, že počet aerobních kroků, měřený pomocí krokoměru Omron, má své opodstatnění pro hodnocení množství pohybové aktivity. Také indexy centrální obezity, obzvláště WHtR, jsou ekvivalentní, ne-li vhodnější tělesné parametry pro studium obezity, než velmi používané BMI.

Klíčová slova

antropometrie – aerobní kroky – obezita – krokoměr – pohybová aktivita – WHR – WHtR

Abstract

Background. Epidemiological studies confirm relationship between lack of physical activity and the incidence of obesity. The aim of the thesis was to investigate the amount and types of physical activities and their potential impact on obesity indicators.

Methods. A total of 507 individuals (380 females and 127 males) participated in this cross-sectional study. By using digital scale with anthropometer, strip gauges and Bodystat machine was estimated body composition of individuals including central obesity indicators. Study participants also completed a 7-day physical activity questionnaire and recorded a number of common and aerobic steps, which was detected by Omron pedometer.

Results. The study participants slept on average 7 hours and 26 minutes, they spent one hour using transport, 4 hours and 26 minutes working at workplace, 2 hours and 50 minutes working in the household, they had 3 hours and 34 minutes of rest, they spent 1 hour and 6 minutes by walking, 35 minutes doing active sports, and 2 hours and 50 minutes doing other activities (food, hygiene etc.). We found a statistically significant relationship between number of steps and obesity ($p<0,05$). Individuals classified as having risky healthy parameters (based on BMI, WHR and WHtR) performed significantly less steps ($p<0,05$) and aerobic steps per day ($p<0,05$) than those classified as having normal body parameters. Dissertation results also indicate that risk of having WHtR>0,50 can be reduced by almost 6x by increasing daily steps over 8985 steps per day.

Conclusions. This dissertation provides an analysis of physical activity in a large number of individuals, which is unique in this form in the Czech Republic. The results support the theory of interaction between physical activity and obesity. In terms of methodology, the pedometers should be preferably used for creation of physical activity recommendations. The dissertation also provides valuable findings that the number of aerobic steps, measured by Omron pedometer, is proper method for the evaluation of physical activity levels and that indexes of central obesity, particularly WHtR, are ultimately more appropriate parameters than widely used BMI.

Keywords

anthropometry – aerobic steps – obesity – pedometer – physical activity – WHR – WHtR

Prohlašuji, že jsem disertační práci s názvem „Nedostatek pohybové aktivity a jeho vliv na rozvoj obezity“ vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Martina Forejta, Ph.D. s využitím zdrojů uvedených v soupisu literatury.

V Brně, dne …… podpis autora ……

Děkuji Mgr. Martinu Forejtovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky a společně s ním děkuji také MUDr. Julii Bienertové-Vašků, Ph.D. za příležitost účastnit se na studii sledující genetické pozadí obezity, díky které jsem mohla realizovat praktickou část své práce. V neposlední řadě děkuji svým rodičům a manželovi za podporu v průběhu celého studia.

Obsah

1. Úvod…….....9

1.1. Obezita z pohledu evoluce…….....9

1.2. Obezita a její zdravotní důsledky……10

2. Pohybová aktivita …….....12

2.1. Fyziologické aspekty pohybové aktivity…….....12

2.1.1. Získání energie pro pohybovou aktivitu…….....12

2.1.2. Reakce organismu na akutní a dlouhodobou zátěž……..15

2.1.3. Pohlavně specifická odpověď na fyzickou zátěž……...23

2.1.4. Vliv věku a stárnutí na pohybovou aktivitu……..26

2.2. Dědičné predispozice k pohybové aktivitě jedinců……..28

2.3. Způsoby zjišťování pohybové aktivity……..……...30

2.3.1. Dotazníkové šetření……31

2.3.2. Pedometrie……31

2.3.3. Akcelerometrie……33

2.4. Pohybová doporučení……..……...34

2.4.1. Doporučený počet kroků……35

2.4.2. Doporučené množství a intenzita pohybu……36

2.4.3. Vztah mezi jednotlivými doporučeními……..…38

2.5. Předpokládaný účinek pohybových doporučení…….....39

2.5.1. Pohybová aktivita vs. dietní omezení……..…39

2.5.2. Vliv rozdílné intenzity pohybu na atributy zdraví……...42

2.6. Rizika spojená s pohybovou aktivitou……..43

3. Cíle práce……46

4. Materiál a metodika……47

4.1. Popis studie……47

4.2. Popis souboru……47

4.3. Metodika……48

4.3.1. Antropometrie……48

4.3.2. Zjištění pohybové aktivity a její intenzity……48

4.4. Statistické hodnocení výsledků……49

5. Výsledky ……50

5.1. Antropologická charakteristika souboru……50

5.1.1. Antropometrické souvislosti mezi pohlavími……52

5.1.2. Antropometrické souvislosti mezi věkovými kategoriemi……53

5.1.3. Korelace mezi jednotlivými antropometrickými ukazateli……55

5.2. 24 hodinový záznam činnosti jedinců v souboru……55

5.2.1. Zastoupení jednotlivých aktivit během dne u lidí s různým BMI……57

5.2.2. Zastoupení jednotlivých aktivit u lidí různých věkových kategorií……60

5.2.3. Zastoupení jednotlivých aktivit v závislosti na pohlaví jedinců……63

5.3. Hodnocení aktivních pohybových složek ve 24 hodinovém režimu jedinců……64

5.3.1. Vztah mezi aktivním pohybem a antropometrickými údaji……65

5.3.2. Aktivní pohyb u lidí v různých BMI kategoriích……66

5.3.3. Aktivní pohyb u lidí v různých věkových kategoriích……67

5.3.4. Mezipohlavní rozdíly v množství a intenzitě aktivního pohybu……69

5.3.5. Zastoupení intenzit u jednotlivých pohybových aktivit……69

5.3.6. Vyhodnocení pohybových aktivit s ohledem na pohybové doporučení z roku 2007……..……..71

5.4. Výsledky hodnocení počtu kroků……..….72

5.4.1. Korelace mezi počtem kroků a antropometrickými údaji……..….72

5.4.2. Průměrný počet kroků z hlediska pohlaví, věkových skupin a BMI kategorií……..….72

5.4.3. Počet kroků jako kategoriální proměnná……..….75

5.4.4. Posouzení rizika obezity v kategoriích pohybu…….……79

5.4.5. Počet kroků během pracovního týdne a víkendu…….82

6. Diskuse……...….83

7. Závěr……...……94

8. Soupis použité literatury……...98

9. Seznam zkratek……108

10. Seznam obrázků a grafů……...…..110

11. Seznam tabulek……...….111

12. Seznam příloh…….....112

13. Seznam odborných publikací autora…….113

14. Souhrn poznatků disertační práce…….114

1. Úvod

Lidský organismus je schopen dosáhnout výjimečných výkonů. Veškerá aktivita našeho organismu vyvolává systémovou odpověď, která nám umožňuje zvládnout zatížení. Při pravidelném cvičení či opakování určité činnosti se náš organismus na zátěž adaptuje a je schopen zlepšovat svou výkonnost. Nedostatek pohybu naopak vede ke snížení výkonnosti a je jednou z hlavních příčin vzniku obezity. Tradičně je přijímáno, že obezita vzniká z dlouhodobé nerovnováhy mezi příjmem a výdejem energie při pozitivní energetické bilanci, která způsobuje vytváření zásob tuků a podporuje adipogenezi. Obezita je však multifaktoriální onemocnění, které je ovlivněno především faktory genetickými, epigenetickými, environmentálními, sociálními a behaviorálními.[1-4] Vzhledem k rychlému nárůstu prevalence obezity je vysoce pravděpodobné, že důležitou roli v jejím rozšíření hrají environmentální faktory a životní styl. Člověkem vytvořené životní podmínky zahrnující oblast dopravy, industrializaci a mechanizaci výroby, sedavý způsob života a dostupnost fast-foodů, se staly ve svém důsledku obezogenními. Pro změnu těchto životních podmínek je zapotřebí změnit myšlení celé společnosti, aby motivovalo jedince k výběru zdravého životního stylu.[5]

1.1. Obezita z pohledu evoluce

Abychom pouze nekritizovali současnou společnost a její životní styl, je nutné zdůraznit, že svou roli ve sklonu k obezitě sehrála také naše evoluční minulost.[1,6] Genetické studie předpokládají, že je v našem genomu latentní predispozice uchovávat pozitivní energetickou bilanci.[1] U všech žijících živočichů je schopnost vytváření energetických zásob nezbytná pro přežití v obdobích nedostatku potravy, a stejně tak pro člověka bylo takovéto genetické naprogramování klíčové.[6] Schopnost ukládat tukové zásoby pravděpodobně vznikla během středního až pozdního miocénu (před 15,9 – 5,33 milióny let). V tomto období proběhla výrazná změna podnebí, která vyústila v nahrazení tropických lesů otevřenou krajinou. Předpokládá se, že místa obydlená hominidy byla vystavená většímu počtu suchých měsíců v roce, kdy byla menší dostupnost živin. Zásoby tuku se staly v tomto období výhodou a vlastnost jej ukládat univerzální charakteristikou našich předků.[7] Před 15000 – 10000 lety došlo v některých oblastech k vymírání velkých savců a lovci začali lovit menší zvířata, čímž se snížil podíl energie získaný z živočišných zdrojů. Tato skutečnost mohla být jedním z důvodů, které vedly k počátku neolitické

revoluce. Lov byl nahrazen pastevectvím a zemědělstvím. Největší problém s výživou v tomto období vyplýval z faktu, že zemědělství bylo často založeno pouze na pěstování jedné plodiny, což následně vedlo k nedostatku některých mastných kyselin, minerálů a vitamínů ve stravě. Wells[7] se domnívá, že vývoj zemědělství měl za následek hladomory, které byly mnohem horší než sezónní energetické nedostatky v období paleolitu a jsou tedy recentním a novým faktorem lidské evoluce. Zemědělství je proto považováno za nejsilnější selektivní vliv podporující „šetřivé geny" („thrifty genes"). Adaptace na místní ekologické podmínky potom měla za následek různé variety „šetřivých genů". Z tohoto důvodu mohou všichni současní lidé mít tyto geny a zároveň se lišit v jejich účinku, jak dokazují individuální rozdíly v predispozicích nabírat hmotnost.[7,8] Kagawa[8] také přepokládá, že „šetřivé geny" vznikly jako výsledek adaptace na místní přírodní podmínky. Vznik ale spojuje s příchodem anatomicky moderního člověka do Evropy, tedy s obdobím přibližně 40 tis. př. n. l.

1.2. Obezita a její zdravotní důsledky

Obezitou, příčinami jejího vzniku a jejími důsledky je třeba se zabývat, protože je považována podle Světové zdravotnické organizace WHO (World Health Organization) za celosvětovou epidemii a je jedním z nejzávažnějších zdravotních problémů na světě. Již Hippokrates si všiml, že náhlé úmrtí postihuje častěji obézní jedince, než osoby s přiměřenou hmotností.[9] Mezi nejrizikovější projevy obezity patří ateroskleróza, kardiovaskulární onemocnění CVD (Cardiovascular Deseases), hypertenze, cukrovka, nádorová onemocnění, artróza, gynekologické poruchy, žlučové kameny, zvýšená hladina cholesterolu a tuku v krvi, respirační problémy, kožní komplikace, zácpa, zažívací potíže, pálení žáhy a psychosociální komplikace.[2,10] Vztah mezi obezitou a úmrtími spojenými s těmito onemocněními je však složitější, neboť v mnoha studiích souvislost mezi obezitou a mortalitou nalezena nebyla. Vysvětlením této skutečnosti může být to, že distribuce tuku je mnohem důležitější, než jeho samotné množství.[2] Zvýšené riziko úmrtí u jedinců s centrálním uložením tuku je známo již od padesátých let. Řidiči autobusů, kteří měli obvod pasu nad hranicí rizikovosti, měli zvýšený počet srdečních úmrtí.[11] Androidní uložení tuku, tedy jeho uložení v centrální oblasti těla, je dále spojováno s cukrovkou a aterosklerózou[12], s mrtvicemi a ischemickou chorobou srdeční u mužů[13] a infarktem myokardu u žen[14], a hyperinzulinémií a inzulinovou resistencí.[15]

Ani vztah mezi viscerální tukovou tkání a rizikovými faktory nemusí jednoznačně tvořit příčinu a důsledek. Některé výzkumy předpokládají, že zvýšené množství abdominální viscerální tukové tkáně a poruchy metabolismu mohou být samy závislé na jiných faktorech. V tomto ohledu se mluví o změněných koncentracích pohlavních hormonů v plazmě u mužů i žen s abdominální obezitou[2], nebo také o špatné adaptaci na stres, kdy glukokortikoidy mohou hrát důležitou roli v preferenci ukládání viscerální tukové tkáně, neboť břišní adipocyty mají vysokou koncentraci glukokortikoidových receptorů.[16]

Vzhledem k tomu, že na základě reportu OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) prevalence nadváhy a obezity dosahuje již 53%[17], je nezbytné se zabývat její léčbou. Mezi tradičně používané prostředky vedoucí k redukci hmotnosti patří omezení příjmu potravy. Snížení hmotnosti v důsledku dietního omezení bývá spojováno se zlepšením faktorů způsobujících rizika vzniku kardiovaskulárních onemocnění, avšak u velkého množství obézních jedinců bývá dlouhodobé udržení snížené hmotnosti nerealistické. Dalším prostředkem v boji proti obezitě je pohybová aktivita, která však bývá často opomíjena. Na základě této skutečnosti byla vytvořena tato disertační práce.

TEORETICKÁ ČÁST

2. Pohybová aktivita

Pohybovou aktivitou je označován jakýkoliv tělesný pohyb provedený kosterním svalstvem, jehož výsledkem je výdej energie. Během každodenní činnosti se všichni zdraví lidé pohybují. Množství pohybové aktivity je z velké části předmětem osobní volby každého člověka a liší se mezi jednotlivými lidmi, stejně jako u jednoho člověka během jednotlivých fází jeho života (dětství, produktivní věk, stáří).[18] V běžném životě se pohybová aktivita podílí na celkovém energetickém výdeji od 25% u neaktivních jedinců až do 75% u jedinců provádějících velmi náročné cvičení. Pohybová aktivita zahrnuje tři základní složky - *samovolnou složku*, zahrnující činnosti jakými jsou běžné denní aktivity (sezení, stání, hygiena atd.), *povinnou složku*, kam můžeme zařadit zaměstnání a práci v domácnosti a nakonec *složkou dobrovolnou*, prezentovanou sportovními aktivitami a cvičením.[19] Cvičení se od ostatních složek pohybové aktivity nejvíce liší tím, že představuje plánovaný, strukturovaný a opakovaný pohyb sloužící ke zlepšení, nebo udržení jednoho či více aspektů tělesné zdatnosti. Ta zahrnuje atributy spojené se zdravím a dovednostmi člověka.[18]

2.1. Fyziologické aspekty pohybové aktivity

Fyziologie pohybu a cvičení je jednou z nejstarších biologických vědních disciplín. Schopnost adaptace svalstva na progresivní silový trénink, byla známa již v době vládnutí řeckých a římských dynastií. Díky časným objevům nejrůznějších metod (například kalorimetrie), byly položeny základy pro budoucí moderní studie. Díky nim například víme, že charakteristickým znakem vytrvalostního tréninku je změna využití zdrojů energie ze sacharidů na tuky.[20]

2.1.1. Získání energie pro pohybovou aktivitu

Pro studium fyziologie pohybové aktivity je velmi důležité jak lidské tělo vstřebává energii z potravin, které přijímá, a jak je využívá pro začátek a udržení svalové práce.[21,22] Během pohybové aktivity, obzvláště té velmi intenzivní, je tělo vystaveno obrovským energetickým požadavkům. Musí dojít ke zvýšení produkce energie a vedlejší produkty metabolismu musí být odstraněny. Čím je pohybová aktivita vyšší, tím je pro organismus

těžší udržet homeostázu.[21] Zdrojem energie pro pohyb je adenosintrifosfát (ATP), molekula skládající se z adeninu spojeného s ribózou a třemi fosfátovými skupinami. ATP se tvoří procesem fosforylace, kdy je k nízkoenergetickému adenosindifosfátu (ADP) přidána skupina fosforu. Pokud k tomu dochází za přítomnosti kyslíku, je proces nazýván aerobní metabolismus, pokud bez přítomnosti kyslíku, hovoříme o anaerobním metabolismu. Buňky vytváří ATP třemi procesy/systémy: ATP-PCr systém, anaerobní glykolýzou a oxidativní fosforylací.[21-23]

a) ATP-PCr – účinkem kreatinkinázy dochází k uvolnění fosforu z fosfokreatinu (PCr) a uvolněný fosfor vytváří z molekuly ADP molekulu ATP. Tento proces je velmi rychlý a může probíhat za přítomnosti i bez účasti kyslíku. Schopnost organismu udržet vysoké hladiny ATP tímto systémem je však omezená – obvykle vydrží dodávat energii intenzivně pracujícím svalům 3-15 sekund. Následná formace ATP probíhá glykolýzou a oxidativní fosforylací.[21-23]

b) Anareobní glykolýza – vyžaduje 10-12 enzymatických reakcí k rozložení glykogenu nebo glukózy na kyselinu mléčnou. Glykogen je syntetizován z glukózy procesem glykogeneze a je uskladňován v játrech nebo svalech, dokud není potřeba. Rozklad glykogenu na glukózu-1-fosfát probíhá při glykogenolýze. Před využitím glukózy nebo glykogenu k produkci energie musí ještě dojít k přeměně na glukózu-6-fosfát, pak teprve začíná glykolýza. Výtěžkem této reakce jsou pouhé 2-3 molekuly ATP. Další nevýhodou anaerobní glykolýzy je hromadění kyseliny mléčné ve svalech a tělních tekutinách. Ta vzniká anaerobně z pyruvátu (pyruvátové kyseliny), který je produktem glykolýzy. Z kyseliny mléčné se poté uvolní H^+ a na jeho místo se obvykle váží ionty sodíku nebo draslíku a vzniká tak sůl nazývaná laktát.[21]

Tento systém se využívá především během časných minut velmi intenzivního cvičení. Zvýšení koncentrace kyseliny mléčné ve svalových vláknech inhibuje další rozklad glykogenu, neboť dochází k narušení funkce glykolytických enzymů a navíc dochází ke snížení kapacity vláken vázat vápník, čímž je znemožněna svalová kontrakce. Ani tento, ani ATP-PCr systém nejsou schopny zajistit energii pro aktivitu trvající déle než 2 minuty.[21-23]

c) Oxidativní fosforylace

Proces, kterým tělo rozkládá substráty za přítomnosti kyslíku, se nazývá buněčné dýchání. Produkce ATP probíhá v mitochondriích. Oxidativní systémy mají pomalý začátek, ale zato mají obrovskou kapacitu pro získání energie a jsou proto hlavním mechanismem

produkce energie během dlouhodobých událostí. Nevýhodou těchto systémů je, že mají vysoké požadavky na kardiovaskulární a dýchací soustavu, protože musí být zajištěn přenos kyslíku do svalů.[21]

Oxidace sacharidů se skládá ze tří procesů; aerobní glykolýzy, Krebsova cyklu a elektron transportujícího řetězce. Aerobní glykolýza probíhá stejným způsobem, jako anareobní s tou výjimkou, že konečným produktem není pyruvát, ale acetyl koenzym A (acetyl CoA). Ten vstupuje do Krebsova cyklu, kde je oxidován za vzniku dvou molekul ATP a rozkladu na oxid uhličitý a volný vodík. Tento volný iont vodíku spolu s volným vodíkem vzniklým glykolýzou jsou následně spojeny s dvěma koenzymy a s nimi přeneseny do elektronového transportního řetězce, na jehož konci se H+ spojí s kyslíkem za vzniku vody. Elektrony uvolněné řetězovou reakcí představují energii pro fosforylaci ADP na ATP. Tímto způsobem může vzniknout 37-39 molekul ATP.[21]

Oxidace tuků představuje obrovskou možnost vzniku energie, protože jeho zásoby i u štíhlého člověka mohou poskytnout 70-75 tisíc kcal, zatímco zásoby sacharidů pouhých 2,5 tisíc kcal. Hlavní zdroj energie představují triglyceridy, které jsou v tukových buňkách a mezi vlákny kosterního svalstva. Nejprve dochází k lipolýze pomocí enzymů zvaných lipázy – triglyceridy jsou jimi rozloženy na molekulu glycerolu a tři molekuly mastné kyseliny. Volné mastné kyseliny jsou primárním zdrojem energie, vstupují do krve a jsou jí přenášeny do svalových vláken. Uvnitř mitochondrií svalových vláken dochází k jejich katabolismu nazývanému beta-oxidace. V tomto procesu je uhlíkový řetězec rozštěpen na dvě uhlíkové jednotky kyseliny octové. Polovina molekul vytvoří acetyl koenzym A, který vstupuje do Krebsova cyklu. Odtud je mechanismus získání energie stejný jako u oxidace sacharidů. Tento proces pouze vyžaduje větší přísun kyslíku, neboť obsahuje větší množství uhlíků, což je vlastně podstatou získání většího množství energie z metabolismu tuků. Vzhledem k tomu, že tuky jsou velmi heterogenní, závisí množství získané energie na typu tuku. Například kyselina palmitová, obsahující 16 uhlíkové volné mastné kyseliny, vyprodukuje 129 molekul ATP. Výhodou je, že rozložením gramu tuku vznikne více energie (9,4 kcal/g), než stejného množství sacharidu (4,1 kcal/g). Uvolnění energie z tuku je však příliš pomalé na pokrytí všech požadavků intenzivní svalové práce.[21]

Oxidace proteinů je jako zdroj energie využívána méně často než oxidace sacharidů a tuků. Zdrojem energie jsou aminokyseliny (AMK), které se přeměňují na glukózu procesem glukoneogeneze, nebo na složky oxidativního metabolismu (pyruvát nebo acetyl CoA) a pokračují v oxidativním procesu. Výtěžek energie z proteinů ovšem není tak vysoký jako u

sacharidů nebo tuků, neboť AMK obsahují dusík, jehož část musí být přeměněna na ureu a vyloučena primárně močí. Tato přeměna vyžaduje energii, a tak je část ATP spotřebována na tento proces. Výtěžek energie je 4,1 kcal/g.[21]

Všechny tři systémy na sobě nejsou navzájem nezávislé, ale naopak se spolupodílejí na potřebách organismu. Obecně vždy jeden ze systémů převažuje: tak například u 10 sekundového 100 metrového sprintu převažuje ATP-PCr systém a anaerobní glykolýza, zatímco oxidativní fosforylace zabezpečuje malou část energie. Naopak u 30 minutového běhu na 10 kilometrů převažuje oxidativní fosforylace a ATP-PCr systém spolu s anaerobní glykolýzou zabezpečují pouze malou část potřebné energie.[21]

2.1.2. Reakce organismu na akutní a dlouhodobou zátěž

Organismus reaguje na veškerou činnost, kterou člověk provádí. Jde buď o odpověď na akutní, a/nebo na dlouhodobou zátěž. Odpovědí na akutní zátěž se rozumí okamžitá reakce organismu, například na běh. Odpovědí na dlouhodobou zátěž je myšlena reakce organismu na opakovaná cvičení, tedy adaptabilita organismu. Adaptace je obecný biologický děj, který představuje soubor morfologických, biochemických, funkčních i psychologických změn v organismu jako celku i v jednotlivých orgánech. Opakované působení podnětu vede k postupnému slábnutí odpovědí na stimuly. Má-li být odpověď dostatečně velká, musí se intenzita podnětů postupně zvyšovat. Adaptační změny mají zpětnou vazbu na změny reakční, což znamená, že vlivem adaptačních změn je bezprostřední reakce na pohybové zatížení odlišná od původní reakce. Výsledkem by mělo být zvýšení výkonnosti. Mnohé výsledky o adaptabilitě organismu přináší sportovní studie, jejichž cílem bývá hledání faktorů vedoucích ke zlepšení sportovní výkonnosti jedince.[21,24]

Pokud z nějakého důvodu dojde k vynechání či oslabení pravidelných podnětů, nastává proces dezadaptace organizmu, který vede k poklesu či vymizení projevů adaptace. Důsledkem neadekvátní, dlouhotrvající nadměrné zátěže je maladaptace, která může vést ke strukturálním změnám i funkčním poruchám.[24] Z hlediska výkonnosti jedince se nejvíce sledují adaptační změny v systému kardiovaskulárním, dýchacím a ve svalové a pojivové tkáni. Poslední zmíněná (pojivová tkáň, konkrétně tkáň kostní) má význam především v prevenci, kdy pohyb bojuje proti rozvoji osteoporózy.[21]

a) adaptační změny v kardiovaskulárním systému

Centrální složkou tohoto systému je srdce. Mezi základní ukazatele jeho činnosti patří srdeční frekvence (SF), systolický objem srdeční (Q_S) a minutový objem srdeční (Q). Mezi těmito ukazateli je vzájemný vztah $Q = SF . Q_S$.[25]

Srdeční frekvence; SF (na periferiích tepová frekvence TF) se zvyšuje již před začátkem výkonu pod vlivem podmíněných reflexů a emocí (tzv. startovní či předstartovní stavy). Na počátku výkonu srdeční frekvence rychle stoupá (část iniciální), později se zpomaluje, až se ustálí na hodnotách, které odpovídají podávanému výkonu (část homeostatická, neboli steady-state). V této fázi se uplatňují podmíněné i nepodmíněné reflexy. Následná fáze představuje návrat k výchozím hodnotám. Křivka návratu je nejdříve strmá, později pozvolnější.[22] Srdeční frekvence je ukazatel, ve kterém již při klidových hodnotách můžeme pozorovat rozdíly mezi trénovaným jedincem a jedincem netrénovaným. Trénovanost se u jedince projevuje tzv. sportovní bradykardií, kdy je srdeční frekvence nižší než 60 tepů za minutu. U vrcholových sportovců se můžeme setkat i s hodnotami 30–35 tepů za minutu.[26]

Systolický objem srdeční; Q_S stoupá během výkonu z klidových hodnot 60 – 80 ml na hodnoty 120–150 ml nejdříve rychle, později pomalu. Maxima dosahuje systolický objem srdeční při hodnotách 110 – 120 tepů za minutu, což je pouze 35 – 40% maximální spotřeby O_2. Hodnota systolického objemu srdečního je závislá na rozměrech srdce, jeho kontraktilitě, plnění komor a periferní rezistenci. Systolický objem srdeční se liší u netrénovaného a trénovaného jedince v klidu i během zátěže. V klidu dosahuje hodnot 60–80ml u jedince netrénovaného, u trénovaného jsou hodnoty přibližně o 20 ml vyšší (80–100ml). Se stoupajícím zatížením stoupá systolický objem více u trénovaných jedinců, a to přibližně o 50ml a dosahuje tak maximálních hodnot 150–200ml.[26]

Minutový objem srdeční; Q stoupá s intenzitou zatížení a citlivě reaguje na zvýšené požadavky kyslíkové potřeby. Hodnota Q se může zvýšit až 5x z hodnot 4–5l na 20–25l/min. V klidu je minutový srdeční objem u trénovaných i netrénovaných jedinců stejný. Při maximálním zatížení však dosahuje trénovaný jedinec o 10l vyšší hodnotu, což souvisí s výslednicí dvou složek (tedy srdeční frekvence a systolického objemu).[22]

Adaptací srdce je jeho zbytnění. Tato fyziologická hypertrofie je spojena s rozšířením srdečních komor, kdy se zvětšuje především levá komora. Srdeční sval je u vytrvalce lépe prokrven a má také bohatší kapilární síť. Po vytrvalostním tréninku vzniká hypertrofie excentrická, po silovém tréninku zase hypertrofie koncentrická charakteristická zvětšením

komorových stěn. Ekonomizace funkce srdce u trénovaného jedince se projeví nižší srdeční frekvencí a vyšším systolickým objemem a to jak v klidu, tak i při zatížení.[27]

b) adaptační změny v dýchacím systému

Také v rámci dýchacího systému jsou změny pozorovatelné již před výkonem a souvisejí s předstartovními stavy. Zvýšení hodnot ventilačně-respiračních vzniká na základě dráždivosti CNS (vliv emocí) a na základě podmíněných reflexů, vypracovaných v průběhu dlouhodobého opakování výkonu při tréninku a závodech (paměťové stopy). Začátek činnosti je charakterizován dvěma fázemi: *fází iniciální* – neboli fází rychlých změn trvající přibližně 30–40s a *fází přechodnou* – neboli fází pomalých změn, kdy dochází k synchronizaci metabolických požadavků pracujících svalů. Při výkonech střední až maximální intenzity trvajících déle než 40–60s vzniká tzv. *mrtvý bod*.[22] Mrtvý bod se subjektivně projevuje nouzí o dech, svalovou slabostí, bolestí, tuhnutím svalů a nutí jedince ukončit výkon. Objektivně je možné sledovat pokles výkonu, horší koordinaci pohybů spojenou s narušením dynamického stereotypu a řadou změn kardio-respiračních funkcí, především narušenou ekonomiku dýchání. Příčinou je disharmonie jednotlivých funkcí organismu při přechodu neoxidativního metabolismu na metabolismus oxidativní. Čím je délka zátěže vyšší a intenzita nižší, tím se mrtvý bod objevuje později. Vlivem pravidelné zátěže se podstatně zlepšuje vzájemná souhra regulačních mechanismů a projevy mrtvého bodu ustupují. Při pokračování ve výkonu příznaky mrtvého bodu postupně mizí a nastupuje tzv. *druhý dech*. Po 2–3 min méně intenzivní, nebo 5–6 min intenzivnější činnosti dochází k nastolení tzv. *setrvalého stavu (steady-state)*, což je rovnovážný stav metabolických pochodů a funkcí organismu, ve kterém teoreticky může organismus pracovat neomezeně dlouho. Nejvyšší hodnotou steady-state je *anaerobní práh*.[22]

Dechová frekvence; DF je závislá na intenzitě a délce trvání zatížení, stejně jako na charakteru pohybové činnosti (běh, vzpírání). Je třeba si uvědomit, že zvyšování dechové frekvence může vést ke snížení dechového objemu a tím i minutové ventilace, čímž se snižuje alveolární ventilace a zvyšuje se mrtvý prostor. Takto se může dostavit dušnost. V klidu a při stupňované zátěži se do určité míry nepoužívá výdechové svalstvo. Následná zvýšená spotřeba vdechovaného vzduchu však zrychluje DF, zkracuje dobu na výdech a dochází k zapojení výdechových svalů. Jejich zapojení zvyšuje energetickou spotřebu, a proto je ekonomičtější prohloubené dýchání s nižší DF.[28]

Dechový objem; V_T – vzrůstá se stoupající intenzitou zatížení do značné míry společně s dechovou frekvencí. Při vysoké DF se zvětšuje málo, při středních hodnotách výrazněji. V klidu činí jeho objem 0,5–0,6l, při střední zátěži 1–2 l a při těžké práci 2–3l.[22] Vyjadřujeme jej spíše podílem na *vitální kapacitě (%VC)*. V_T při střední intenzitě výkonu představuje 30% VC, při vysoké intenzitě výkonu dosahuje 50% VC, u trénovaných jedinců je to až 70% VC.[28-30]

Minutová ventilace; V je výslednicí V_T x DF. Minutová ventilace je v klidu asi 8 l/min.[25] Je však především závislá na intenzitě konané práce. Minutová ventilace se přizpůsobuje nejen potřebám zvýšeného přísunu O_2, ale také zvýšené koncentraci CO_2 a potřebě jeho vyloučení z organismu. U vyšších intenzit je pozorována hyperventilace, tedy vyšší ventilace než by odpovídala potřebě O_2. Začátek hyperventilace označujeme jako anaerobní práh a pohybuje se okolo zatížení 50–60% VO_2max. U velmi intenzivní činnosti roste minutová ventilace bez zvýšení spotřeby O_2, což znamená, že metabolismus oxidativní byl vystřídán neoxidativním. Ukazatelem vyjadřujícím skutečné využití O_2 z dané ventilace je *ventilační ekvivalent kyslíku* VE_{O2}. Vypočítává se z podílu minutové ventilace a minutové spotřeby O_2 a udává množství vzduchu potřebného pro spotřebu 1 litru O_2. Při maximálním zatížení činí u mužů přibližně 28l vzduchu na 1 litr O_2, u žen 33l na 1 litr O_2.[22]

Schopnost organismu zužitkovat co možná nejvyšší množství O_2 a zajistit tak vysoký stupeň oxidativních pochodů (vytrvalostní výkon) je dána ukazatelem *maximálního jednorázového aerobního výkonu* a *aerobní kapacity*. Maximální aerobní výkon tj. maximální spotřeba O_2 (VO_2 max) činí u 25letých trénovaných mužů 3,3l/min a u žen 2,2l/min.[28-30] Vhodnější je však jeho vyjádření relativní, vztažené na kg tělesné hmotnosti. Aerobní kapacita je charakterizována časem, po který je jedinec schopen udržet co nejvyšší hodnotu VO_2 max.

V důsledku dlouhodobého tréninku se dýchací systém na zátěž adaptuje. Nejvýraznější změny přináší trénink vytrvalostního charakteru. Trénovaný jedinec má lepší mechaniku dýchání, vyšší pohyblivost bránice, má větší počet aktivních alveolů a nižší fyziologicky mrtvý prostor, čímž je zlepšena plicní difůze. Při standardním a maximálním zatížení má jedinec nižší dechovou frekvenci a vyšší maximální dechový objem (60-80% VC oproti 50% VC u jedince netrénovaného). Dále se zvyšuje vitální kapacita plic (trénovaný muž 5–8l a trénovaná žena 3,5–4,5l oproti 4,5l u netrénovaného muže a 2,5–3,5l u netrénované ženy) a snižuje se minutová ventilace při standardním zatížení. Projevem adaptace na

pravidelný trénink jsou také minimální až žádné projevy mrtvého bodu a rychlejší nástup setrvalého stavu při vyšší intenzitě zatížení (150-200W u trénovaného jedince oproti 100W u jedince netrénovaného).[22] V neposlední řadě mají aktivní sportovci vyšší maximální aerobní výkon (VO_2 max) (trénovaní muži 60-80ml.kg.min, ženy 40-50ml.kg.min oproti 45ml.kg.min u netrénovaného muže a 35ml.kg.min u netrénované ženy).[28-30] Anaerobní práh se u nich objevuje při vyšší intenzitě zatížení. Aktivní sportovci také mají schopnost dosáhnout vyššího kyslíkového dluhu (větší aerobní kapacita; tj. 15–18l u trénovaných jedinců a 5–7l u netrénovaných jedinců).[22,23]

c) adaptační změny svalové tkáně

Kosterní svaly jsou aktivní složkou pohybového systému. Existují tři typy svalových vláken, které odráží funkčně-metabolické vlastnosti motorických jednotek. Jednotlivé typy svalových vláken jsou v odlišném procentuálním zastoupení obsaženy ve svalech s ohledem na převažující pohybovou nebo posturální aktivitu odpovídající funkci svalu a zároveň jsou podmíněny geneticky.

Unavitelné bílé vlákno – rychlé glykolytické vlákno s nízkou oxidační kapacitou. Rychle se kontrahuje, ale zároveň je rychle unavitelné. Tato vlákna jsou zapojena při silových a rychlostních výkonech maximální intenzity s převahou anaerobního energetického metabolismu.[24]

Středně unavitelné červené vlákno – rychlé oxidační glykolytické vlákno se střední oxidační kapacitou a vysokou glykolytickou kapacitou. Svou rychlou kontrakcí a středně rychlou unavitelností se uplatňují při zátěžích střední až submaximální intenzity, které provází aerobní i anaerobní způsob úhrady energie.[24]

Pomalu unavitelné červené vlákno - pomalé oxidační vlákno s vysokým obsahem myoglobinu, velkou oxidační kapacitou a pomalou unavitelností. Uplatňuje se především při vytrvalostních zátěžích nižší intenzity.[24]

Vytrvalostní i silové tréninky mohou vyvolat přeměnu rychlých typů vláken na pomalejší, která mají vyšší odolnost proti únavě. Metabolické charakteristiky typů vláken mají značný vliv na rizika pro rozvoj různých onemocnění. Byly zjištěny asociace mezi vysokým procentem rychlých vláken a "metabolickým syndromem". Vztah příčiny a důsledku mezi myozinovými izoformami a zdravím pravděpodobně neexistuje sám o sobě. Spíše se jedná o metabolické vlastnosti spojené s různými typy vláken, které ovlivňují predispozice k nemoci.[20] Dnes již také víme, že existují rozdíly ve zdroji získávání energie mezi

netrénovanými svaly a svaly trénovanými na vytrvalost jak během cvičení, tak po jeho skončení. Vytrvalostní trénink zvyšuje kapacitu pro „clearance“ hladin glukózy, volných mastných kyselin a triglyceridů z plazmy kosterním svalstvem.[20] Již 6 týdenní vytrvalostní trénink dokáže zvýšit hustotu mitochondrií o 40% a zvýšit jejich oxidativní sílu. Zároveň je schopen ve vztahu k objemu mitochondrií redukovat odpřahující protein UCP3 (uncoupling protein 3). Redukce UCP 3 může sloužit jako prevence proti zvýšené bazální termogenezi vyvolané zvýšenou hustotou mitochondrií. S tím souvisí i fakt, že UCP3 se více vyskytuje v rychlých svalových vláknech než v pomalých. Zajímavým zjištěním také bylo zvýšení mitochondriální tolerance k Ca^{2+} těsně po cvičení, které může sloužit jako ochranný mechanismus proti cvičením způsobené degradaci mitochondrií.[31]

Při vysoce intenzivní činnosti dochází velmi brzy k vyčerpání organismu a svalové únavě, což je způsobeno acidózou svalové tkáně vyvolanou tvorbou kyseliny mléčné při anaerobní glykolýze. Akumulace kyseliny mléčné zapříčiňuje hromadění iontů H^+ ve svalu, který ve vazbě s bílkovinou troponin odebírá ionty Ca^{2+} a brání tak svalové kontrakci. Při dlouhotrvajících činnostech je fyziologickým podkladem svalové únavy především vyčerpání svalového glykogenu, pokles glukózy v krvi, změny v hladinách některých iontů (Ca^{2+}), bobtnání mitochondrií akumulací vody, které je doprovázeno i snížením aktivit enzymů oxidativního metabolismu.[22,26,32]

d) adaptační změny pojivové tkáně

Pojivovou tkáň tvoří kosti, chrupavky a vazivo. Mezi hlavní funkce kostní tkáně patří funkce opěrná, ochranná, je to rezervoár Ca^{2+} a místo krvetvorby. Pohybová aktivita úměrné intenzity podporuje růst a vyšší denzitu kostí. Naopak dlouhodobá neúměrně vysoká intenzita zátěže může vlivem parathormonu vést k poklesu kostní denzity a způsobit osteoporózu.[26] Intenzivní zatížení mladého organismu vede v některých případech k omezení růstu dlouhých kostí do délky předčasnou osifikací chrupavčitých růstových zón mezi hlavicí a tělem kosti.[33] Celkově lze říci, že pojivová tkáň je pozitivně adaptabilní na pohybovou aktivitu, naopak imobilizace je spojena s atrofií pojivových tkání. Poškodit ji však může intenzivní trénink a přetěžování, které vedou ke vzniku traumat pohybového aparátu. Trvalé přetěžování vede ke vzniku deformujících změn na kloubech, zánětům šlach, bolestem kostí apod. Nesprávné zatěžování v období růstu může také vést k jednostranným hypertrofiím.[26,33]

e) adaptační změny aerobního systému získávání energie

Při této formě adaptace dochází k podstatnému zvýšení aerobního výkonu (vyjádřeného spotřebou kyslíku), a to jak na úrovni transportního systému pro kyslík, tak i na úrovni svalových buněk. Ve svalových vláknech dochází ke zvýšení obsahu mitochondrií a zvýšení počtu krevních kapilár. Vytrvalostní trénink vede k výraznému snížení podílu rychlých glykolytických vláken a bylo prokázáno zvýšení aktivit enzymů v mitochondriích. Zvyšuje se také hladina energetických zásob ve formě svalového glykogenu. U trénovaných jedinců se zrychluje mobilizace tuků z tukové tkáně. Předpoklady pro aerobní činnost jsou pravděpodobně méně geneticky podmíněny než schopnosti anaerobního způsobu získávání energie.[26]

f) adaptační změny anaerobního systému získávání energie

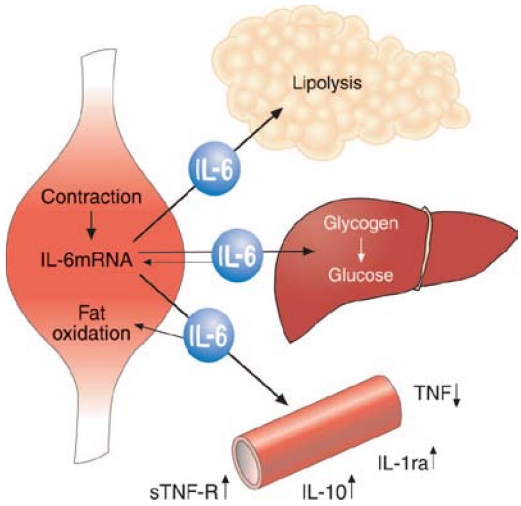
Adaptace spočívá zejména ve zvýšení obsahu ATP a PCr ve svalové tkáni. Tyto makroergní fosfáty jsou hlavními zdroji energie pro svalovou činnost v prvních 20 sekundách svalové činnosti. Adaptační mechanismy se uplatňují především při rozvoji rychlostních pohybových schopností. V rámci silového tréninku je přizpůsobení spojeno s hypertrofií svalových vláken, obzvláště rychlého typu. Společně se zvýšením obsahu ATP a PCr byla pozorována zvýšená aktivita některých enzymů regulujících tvorbu ATP. Trénovaní jedinci mají vyšší hodnoty kyslíkového dluhu a při větší kapacitě anaerobní glykolýzy je možno pozorovat vyšší koncentrace laktátu při maximální zátěži.[26]

g) adaptační změny tukové tkáně

Jedním z důležitých faktorů vytvářejícím spojení mezi množstvím tukové tkáně a metabolickým syndromem jsou adipokiny nebo z tukové tkáně derivované cytokiny/proteiny. Současné poznatky svědčí o tom, že aerobní cvičení samotné, nebo spojené s hypokalorickou dietou, zlepšuje symptomy metabolického syndromu. Dochází k tomu pravděpodobně díky systematické změně hladin škodlivých zánětlivých adipokinů. Četné studie ukazují, že zvýšená tělesná aktivita vede ke snížení hladin prozánětlivých cytokinů a ke zvýšení hladin adiponektinu, který má na organismus opačný vliv.[4,34,35] Zlepšení v hladinách krevních lipidů může být vysvětleno tím, že cvičení zvyšuje aktivitu lipoproteinových lipáz a následně snižuje hladiny triglyceridů.[36] Rovněž bylo zjištěno, že nízké hladiny IL-6, TNF-α a C-reaktivního proteinu se vyskytují u jedinců s vyšší frekvencí cvičení a vyšší aerobní zdatností.[34] Tento výsledek byl však některými studiemi

popřen. Krátkodobé (dvanáct týdnů) aerobní cvičení o nízké až střední intenzitě nezměnilo u obézních dívek a žen hladiny TNF-α, IL-6 a C reaktivního proteinu,[37,38] ačkoliv dlouhodobá pohybová aktivita (sedm měsíců) o vysoké intenzitě snížila tělesnou hmotnost, množství tělesného tuku, TNF-α a C reaktivního proteinu a zvýšila hladinu adiponektinu u obézních mladých žen.[39] V jiné studii došlo při současném spojení pohybové aktivity a dietního opatření kromě změn v IL-6 a adiponektinu také ke snížení množství lipidů nalačno, glukózy a inzulinu. Změny v IL-6 a adiponektinu byly nezávislé na citlivosti k inzulinu.[40] Rozdílné výsledky mohou být vysvětleny tím, že ne vždy dojde při současné zvýšené aktivitě k redukci tukové tkáně. Aby došlo k ovlivnění produkce adipokinů buňkami tukové tkáně, musí nejprve dojít k její ztrátě.[34] Dalším důvodem odlišných výsledků může být produkce IL-6 svalovými buňkami při svalové práci. IL-6 je totiž také zařazen mezi tzv. myokiny, tedy proteiny produkované svalovými buňkami. Identifikace svalové sekrece společně s faktem, že svalová tkáň představuje největší orgán v těle, vytvořili úplně nové paradigma pro porozumění tomu, jak svaly komunikují s ostatními orgány (tuková tkáň, játra, slinivka břišní, kosti a mozek). Nedostatek pohybové aktivity vede ke ztrátě svalové hmoty a k akumulaci viscerální tukové tkáně. Pohybová nečinnost dále vede ke změněné, nebo poškozené myokinové odpovědi a/nebo odolnosti vůči účinkům myokinů. To je vysvětlením, proč nedostatek tělesné aktivity zvyšuje riziko velkého množství onemocnění včetně kardiovaskulárních chorob, diabetu 2. typu, rakoviny a osteoporózy.[4,41,42] IL-6 podle studií zaměřených na myokiny stimuluje produkci protizánětlivých cytokinů IL-1RA a IL-10 a inhibuje produkci prozánětlivého cytokinu TNF-α. Navíc IL-6 stimuluje lipolýzu a oxidaci tuků (Obr. 1.). Protizánětlivé účinky cvičení také mohou nabídnout ochranu proti TNF-vyvolané inzulínové rezistenci.[4] Na druhou stranu přetrvávající zánětlivé stavy, některé druhy rakoviny a další chronická onemocnění jsou spojeny s dlouhodobě zvýšenou hladinou IL-6. Tyto stavy lze experimentálně testovat na různých zvířecích modelech. V takových situacích je IL-6 spojen se zvýšenou svalovou slabostí, nebo nepřímo podporuje atrofii (například inhibicí IGF1 závislé signalizace). Dosavadní poznatky o IL-6 mají tedy dvojsečné důsledky.[43]

Obr. 1 - Metabolické účinky IL-6. Kontrahující svalová vlákna produkují IL-6, který indukuje lipolýzu a oxidaci tuků a podílí se také na udržování homeostázy glukózy během cvičení. Kromě toho má IL-6 silné protizánětlivé účinky a může inhibovat TNF-indukovanou rezistenci na inzulín. Zdroj: Petersen, Pedersen (2005).[4]



2.1.3. Pohlavně specifická odpověď na fyzickou zátěž

Odpovědi na akutní nebo dlouhodobou pohybovou aktivitu jsou u žen i mužů odlišné. S ohledem na svalovou sílu se odhaduje, že ženy mají přibližně o 40-60% slabší svalstvo v horní polovině těla a o 25-30% slabší svalstvo v dolní polovině těla, než muži (Obr. 2). Rozdílné hodnoty síly svalů jsou způsobené tím, že ženy používají svaly v dolní polovině více, než svaly v horní polovině těla.[21] Muži jsou ale celkově větší než ženy, a tak když je jejich síla hodnocena vzhledem k tělesné hmotnosti nebo k beztukové tělesné hmotě, tak výsledky porovnání sil nejsou statisticky významné.[44] Pomocí počítačové tomografie bylo zjištěno, že mechanismus motorické kontroly svalů je u obou pohlaví podobný. Pomocí svalových biopsií bylo zjištěno, že muži a ženy mají podobný typ svalových vláken.[21]

Obr. 2 – Vrcholoví atleti mužského a ženského pohlaví. U vrcholových sportovců je vysoké množství podílu svalové hmoty u obou pohlaví. I přesto mívají vrcholoví mužští sportovci více svalové hmoty, než jejich kolegyně, zvláště v horní polovině těla. Zdroj: 360 Fit [online, cit. 23. 8. 2012].[45]

Muži a ženy se však liší ve zdrojích energie využívaných během pohybové aktivity. Platí to jak u sportovců, tak u jedinců žijících neaktivním způsobem života. V jedné studii bylo zjištěno, že během pohybové činnosti ženy získávají více energie oxidací tuků ($p<0,02$) a méně oxidací cukrů ($p<0,01$), než muži.[46] Z celkového výdeje energie tvořila oxidace tuků u žen 51%, oxidace cukrů 46% a oxidace proteinů 3%, zatímco u mužů tvořila oxidace tuků 44%, oxidace cukrů 53% a oxidace proteinů 3%. V klidových podmínkách před výkonem, po cvičení a následný kontrolní den nevykazovalo získávání energie v oxidaci jednotlivých zdrojů pohlavně specifické rozdíly. Rozdíly v oxidovaných zdrojích během cvičení mezi muži a ženami byly dále spojeny s významnými pohlavně-specifickými rozdíly v reakci katecholaminů na zátěž. U mužů došlo během cvičení k mnohem většímu zvýšení hladin epinefrinu ($p<0,007$) a norepinefrinu ($p<0,0009$). Autoři se domnívají, že rozdíly mohou být vysvětleny reprodukční úlohou žen, které mají větší zájem šetřit zásoby cukrů, než muži, a to s ohledem na možné zvýšené energetické nároky spojené s těhotenstvím.[46]

Jeden z výzkumů také naznačuje, že ženy jsou více odolné vůči vyčerpání, ačkoliv důvody zatím nejsou zcela jasné. Možným vysvětlením může být to, že muži musí vynaložit větší úsilí k dosažení 50% relativní síly, protože jsou silnější a mají větší množství svalových vláken [(21)]. Existuje ale také studie, ze které vyplývá, že pohlaví nemá na odolnost vůči vyčerpání významný vliv (p=0,24).[47] K tomuto výsledku došlo i přes statisticky významné rozdíly v koncentracích látek způsobujících únavu během cvičení mezi muži a ženami. Koncentrace Pi, H^+ a $H_2PO_4^-$ se během zátěže zvýšily více u mladých jedinců ve srovnání se staršími jedinci a u mužů ve srovnání s ženami (p<0,01, obojí). Vysvětlením může být objevený strmější vztahu mezi hladinou $H_2PO_4^-$ a únavou u žen. Ženy jsou tedy na hromadění metabolitů pravděpodobně citlivější než muži.[47] Výsledky této studie byly takové, že během vzrůstajícího izometrického cvičení 1) starší jedinci vykázali méně únavy ve srovnání s jedinci mladými, 2) nebyl pozorován žádný vliv pohlaví na množství únavy, a 3) metabolická odpověď na cvičení se měnila s věkem a pohlavím jedinců a to způsobem, který by naznačoval větší závislost na neoxidativních zdrojích ATP u mladých jedinců ve srovnání se staršími a u mužů ve srovnání s ženami.[47]

Nalezeny byly také pohlavně specifické rozdíly na zátěž v imunohistochemických markerech.[44] U mužů i u žen dochází vlivem excentrické zátěže k poškození svalů stejnou měrou. Navzdory tomu však muži vykazují vyšší množství *Bcl-2-pozitivních* zánětlivých buněk ve svalu ve srovnání se ženami v klidu a množství *LCA (leukocyte common antigen) pozitivních zánětlivých buněk* se po zátěži více zvyšuje u mužů, než u žen. Po zátěži se také statisticky významně zvyšují koncentrace granulocytů v krvi u mužů, ne však u žen (u mužů ze 4,31 na $5,33*10^9$/l, p<0,05, zatímco u žen ze 4,13 na $3,29*10^9$/l). Z výsledků je tedy možné odvodit, že pohlavní rozdíly v odpovědi na cvičením způsobené poškození tkání není způsobeno rozdíly v poškození sarkoméry, ale souvisí s následnou zánětlivou odpovědí. Ženy vykazují menší zánět svalů ve srovnání s muži a to i přes stejné poškození tkání.[44]

Změny v tělesném složení po zátěži odpovídají spíše typu tělesné aktivity, než pohlavním rozdílům. Jednoznačně více svalové tkáně je získáno silovým tréninkem, a to jak u mužů, tak i u žen. Zátěžové cvičení je však také důležité pro udržení denzity kostní tkáně, což hraje důležitou roli s ohledem na věk i pohlaví (zvýšené riziko u žen po menopauze).[21]

2.1.4. Vliv věku a stárnutí na pohybovou aktivitu

Mezi běžné projevy stárnutí patří snižování tělesné výšky a zvyšování tělesné hmotnosti. Snižování výšky souvisí především s kompresí meziobratlových plotének. Hmotnost se zvyšuje přibližně od 20 let. Tento trend bývá spojován se třemi faktory: zvýšeným příjmem energie, snížením pohybové aktivity a se sníženou schopností mobilizovat zásoby tělesného tuku. Přibližně od 40 let se tělesná hmotnost snižuje z důvodu snížení objemu svalové a kostní tkáně. Důvodem snížení množství svalové tkáně není pouze snížení pohybové aktivity, ale také to, že množství syntézy svalových proteinů se snižuje s rostoucím věkem, zatímco rozklad svalových proteinů zůstává neměnný. Ve velmi pokročilém věku se syntéza a rozklad proteinů může dostat do negativní bilance a vést ke ztrátě svaloviny. Syntéza svalových proteinů je u jedinců ve věku 60-80 let přibližně o 30% nižší, než u dvacetiletých.[21]

Longitudinální studie ukazují, že úbytek svalové tkáně a zvýšení množství tukové tkáně spolu souvisí a navazují na sebe. Výsledkem je, že v porovnání s neaktivními mladými jedinci mají starší neaktivní lidé vyšší tělesnou hmotnost a více tělesného tuku. Cvičením mohou jedinci v pokročilém věku redukovat hmotnost a množství tuku a zároveň si udržet či dokonce zvýšit množství svalové tkáně. Uvádí se také, že u mužů dochází k větším změnám v tělesném složení než u žen, ačkoliv důvody zatím nebyly zjištěny.[21]

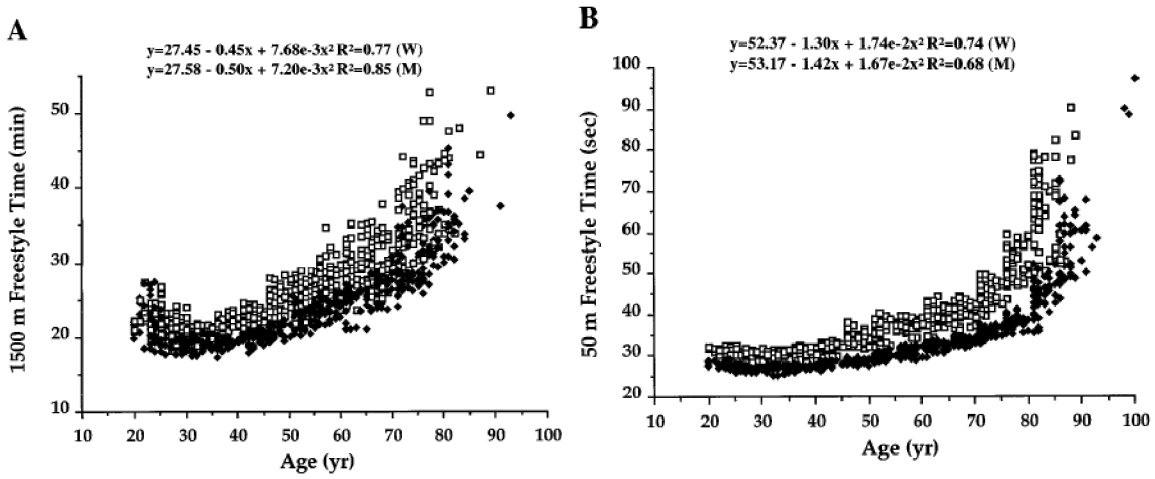
Maximální síla jedinců se s přibývajícím věkem postupně snižuje. V některých případech se dokonce může snížit pod vyžadovanou základní hodnotu a ovlivnit tak kvalitu života jedince. Například někteří jedinci starší 80 let mají problém se postavit. Snižování síly s přibývajícím věkem koreluje s redukcí obsahu příčného řezu svalem, které souvisí s vlivy stárnutí a snížením pohybové aktivity. Za sníženou sílu pravděpodobně mohou také neuromuskulární změny.[21] Zdá se, že snižování síly je specifické – ztráty koncentrické síly jsou větší, než ztráty síly excentrické. K větší ztrátě síly dochází také na dolní končetině, než na končetině horní.[48]

Velkým problémem studií na téma „vliv stárnutí na pohybovou aktivitu“ ale je, že většina studií je průřezových. Porovnávají se tedy mladí a starší jedinci, kteří mohou mít jiné tělesné složení a výkonnost. V pravém slova smyslu se tedy nejedná o popis stárnutí jedinců. Nicméně i průřezové studie mohou být jakýmsi vodítkem pro zjišťování hypotéz, které mohou být následně zopakovány studiemi longitudinálními. Z průřezových studií se zdá být nejideálnějším modelem studium vrcholových plavců, neboť na plavání nepůsobí takovou měrou faktory ovlivňující výkon jedinců ve vyšším věku. Důvodem je vodní

prostředí, díky kterému na tělo nepůsobí gravitace a nejsou tolik namáhány klouby. Vrcholoví sportovci jsou zase ideální z toho důvodu, že u nich dochází k menším projevům změny tělesného složení a snížení pohybové aktivity, než u běžné populace.[49]

V jedné takové průřezové studii zaměřené na plavce byla ve volném stylu na 1500 m největší výkonnost (nejnižší čas) pozorována u mužů ve věku přibližně 25-40 let, zatímco u žen ve věku přibližně 30-35 let.[49] U obou pohlaví byl čas u mladších jedinců vyšší, než u jedinců v uvedených věkových kategoriích. Přibližně po 40. roce věku se čas plavání u mužů postupně zvyšoval do přibližně 70 let, kdy se zvýšil exponenciálně. Stejné schéma platilo i u žen, ačkoliv čas se začal postupně zvyšovat již přibližně v 35 letech a snížení výkonnosti trvalo do 70. let, kdy se stejně jako u mužů snížila prudce (Obr. 3A). Na rozdíl od plavání na velkou vzdálenost byla nejvyšší výkonnost na 50 m trati volným stylem sledována u nejmladších jedinců (přibližně 20-30 let) a výkonnost se udržela do 40-45 let u obou pohlaví (Obr. 3B). Ve srovnání s 1500 m tratí došlo pouze k mírnému poklesu výkonnosti od 40-45 let do 75 let u žen a 80 let u mužů. Pak již u mužů i u žen došlo k exponenciálnímu růstu času plavání. Výsledky svědčí o tom, že pro pozorování vlivu stárnutí na výkon hraje velkou roli množství výkonu (vzdálenost, jakou musí jedinci ujít, uplavat…) a že u delších vzdáleností se vliv stárnutí uplatňuje více.[49]

Obr. 3 – Vliv věku a pohlaví na plavecký výkon. Obrázek ilustruje změnu výkonu s postupujícím věkem ve volném stylu plavání na 1500 m (A) 50 m (B) u žen (□) a mužů (◆). Zdroj: Tanaka, Seals (1997).[49]



Věk také hraje důležitou roli v únavě a v metabolické reakci na zátěž. Během vzrůstajícího izometrického cvičení starší jedinci vykazují méně únavy ve srovnání s jedinci mladými a metabolická odpověď na cvičení se mění s věkem jedinců způsobem, který by naznačoval

větší závislost na neoxidativních zdrojích ATP u mladých jedinců ve srovnání se staršími jedinci.[47]

Obr. 4 - Dva senioři po závodu v půl maratonu. Je velmi důležité udržovat aktivní životní styl i ve starším věku, aby nedocházelo k přílišnému oslabení svalů. Zdroj: Torbenson, D. [online, cit. 23. 8. 2012].[50]

2.2. Dědičné predispozice k pohybové aktivitě jedinců

Celkový výdej energie člověka se skládá z bazálního metabolismu, postprandiálního energetického výdeje a energetického výdeje spojeného s pohybovou aktivitou (Activity Energy Expenditure - AEE). Z těchto proměnných má největší variabilitu mezi jedinci právě AEE. Výdej spojený s pohybovou aktivitou je určen množstvím pohybové aktivity a její intenzity, charakteristikou postavy (velikost a složení těla) a nepřímo také fyzickou kondicí. V běžném životě se AEE podílí na celkovém energetickém výdeji od 25% u neaktivních jedinců až do 75% v extrémních situacích, během velmi náročného cvičení. Variabilita v množství pohybové aktivity mezi jedinci bývá vysvětlována několika faktory, například demografickými aspekty, socioekonomickým statusem, psychologickými charakteristikami a možnostmi sportovního vyžití. Tyto faktory však ovlivňují pohybovou aktivitu pouze z 20-30% a genetické pozadí bývá často přehlíženo.[19] Genetická kontrola

AEE přitom může ovlivňovat vnímavost k obezitě a může tak být důležitým hlediskem pro prevenci a boj s obezitou.[51]

Výzkum provedený na 411 párech dvojčat ve věku od 12-25 let se například soustředil na zjištění relativního přispění genů ke dvěma proměnným – indexu sportovního zapojení (sport participation index – SPI) a volnočasové aktivitě (leisure time physical activity – LTPA).[19] Heritabilita byla určena z celkové variability (V_{tot}), která je dána součtem multifaktoriálních proměnných, konkrétně genetických (V_g), běžných a společných environmentálních (V_c) a jedinečných environmentálních (V_e). Studií bylo zjištěno, že genetické faktory vysvětlují 68% variability indexu sportovního zapojení u mužů, zatímco u žen geny vysvětlují pouze 40% variability tohoto indexu. U volnočasových aktivit vysvětlují genetické faktory 63% variability u mužů a u žen pouze 32% variability.[19] Z těchto výsledků můžeme usuzovat, že u mužů je množství pohybové aktivity více řízeno genetickými předpoklady. Co se týká ostatních faktorů účastnících se na množství pohybové aktivity, tak bylo studií zjištěno, že rodina (sdílené environmentální faktory), ovlivňuje index sportovního zapojení u obou pohlaví, ale volnočasové aktivity ovlivňuje pouze u žen. U mužů ovlivňují množství volnočasové aktivity jiné faktory, například chování vrstevníků.[19]

Jiným způsobem jak zjistit genetický podklad výdeje spojeného s pohybovou aktivitou, je studium AEE a pohybové aktivity (PA) u jednovaječných a dvouvaječných dvojčat v běžném životě a v respirační komoře.[51] V jedné studii bylo zjištěno, že mezi jednovaječnými a dvojvaječnými dvojčaty nejsou statisticky významné rozdíly pro PA a AEE v respirační komoře. Naopak v běžném životě byla korelace PA mezi jednovaječnými dvojčaty více jak dvakrát vyšší, než korelace mezi dvojčaty dvojvaječnými. Z toho vyplývá, že je pohybová aktivita v běžném životě ovlivněna faktory genetickými a jedinečnými environmentálními, a ne společnými environmentálními vlivy.[51]

V běžném životě PA obsahuje nejen samovolnou složku, ale také povinnou a dobrovolnou činnost a právě v případě povinné a dobrovolné složky pohybové aktivity se projevuje silný genetický vliv. Ze zjištění vyplývá, že geny ovlivňují to, zda je jedinec ochotný dobrovolně se věnovat pohybové činnosti a kolik energie při tom spálí.[51] Potenciál snížit riziko chronických nemocí zvýšením pohybové aktivity tedy není stejný pro všechny jedince. Z tohoto důvodu musí být pro různé jedince voleny odlišné přístupy. V některých případech může pomoci do programů zapojit členy rodiny, v jiných případech nemá takovéto zapojení na změnu životního stylu vliv.

Obr. 5 - Radost dvojčat Bryanových po vítězství ve čtyřhře na turnaji z okruhu ATP. Sourozenci by měli mít podobné genetické a environmentální predispozice ve vztahu ke sportovní aktivitě. Dvojčata Bryanovi jsou toho příkladem. Zdroj: Tennis T. [online, cit. 23. 8. 2012].[52]

2.3. Způsoby zjišťování pohybové aktivity

Informace o celodenní pohybové aktivitě jsou pro výzkumy zaměřené na chování lidí velmi důležité. Hodnocení pohybové aktivity je však obtížné a potýká se s mnoha komplikacemi. Zejména pokud není prováděno za striktních podmínek a při neustálé kontrole jedinců. Takovéto nastavení studie by však značně ovlivnilo přirozené chování lidí. Proto jsou výzkumníci často nuceni spoléhat na záznam prováděný samotnými účastníky studie. Z hlediska získání představy o celodenní pohybové aktivitě je nejlepším řešením dotazníkové šetření. V poslední době se však dostávají do popředí studie vycházející z objektivních záznamů, vytvořených na základě údajů z krokoměrů a akcelerometrů. Oba přístupy mají své výhody a nevýhody, které budou stručně popsány v následujících podkapitolách.

2.3.1. Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření vychází z údajů, které výzkumníci, nebo sami vyšetřovaní jedinci zapisují do předem připravených dotazníků. Když pomineme fakt, že účastníci studie mohou zanést do dotazníku ať už nechtěně omylem, nebo schválně nesprávné informace, potýkají se dotazníky i s dalšími problémy. Obecně platí pravidlo, že čím je dotazník jednodušší, tím je méně zatížen chybami. Otázky v dotazníku mohou být formulované tak, že jedinci pouze odpovídají, zda splnili určitý úkol. Tento typ dotazování však může být nedostatečný pro účely výzkumu. Mnohem častěji se proto využívají dotazníky, do kterých zkoumaní jedinci zapisují celodenní aktivity. V takovém případě musí výzkumníci vytvořit dotazník, který „sedí na míru" danému projektu. Výsledkem tohoto přístupu je velké množství různých dotazníků, které se mezi sebou liší. Bylo by zavádějící uvádět zde konkrétní počet existujících dotazníků, jen pro představu však uvedu počet 113 dotazníků týkajících se chůze a jízdy na kole zveřejněných na stránkách Národního ústavu pro rakovinu Spojených států amerických (National Cancer Institute).[53] S tímto faktem souvisí nemožnost relevantního porovnání výsledků mezi různými studiemi.

2.3.2. Pedometrie

První přístroj na měření počtu kroků vytvořil pravděpodobně Leonardo da Vinci, o čemž vypovídají jeho kresby z 15. století vyobrazující přístroj s kyvadlem, jehož rameno se pohybuje tam a zpět a zaznamenává houpání dolních končetin při chůzi.[54,55] Vynález krokoměru (pedometru) bývá často připisován třetímu prezidentu Spojených Států Amerických, Thomasu Jeffersonovi. A to navzdory tomu, že krokoměr získal ve Francii a není známo, zda ho nějak modifikoval, či ho veřejnosti představil takový, jaký byl. Jeffersonovi však nelze upřít úsilí, díky němuž získal krokoměr popularitu. Američané krokoměru na jeho počest říkali „*Tomish meter*".[55] V roce 1870 Abraham-Louis Perrelet vytvořil první krokoměr, který měřil počet kroků a vzdálenost během chůze. Ve třicátých letech dvacátého století byl ve Spojených Státech Amerických krokoměr populární především mezi běžci a turisty a tak získal obchodní název „*Hike-o-Meter*". Moderní krokoměry se objevily v polovině šedesátých let dvacátého století v Japonsku a už přes 30 let slouží k hodnocení pohybové aktivity a k motivaci Japonců. Jeho komerční název „*Manpo-Kei*" se překládá jako 10000 kroků a jeho tvůrcem je Dr. Yoshiro Hatano, japonský výzkumník, který proklamoval, že průměrný člověk by měl denně ujít 10 000

kroků.[55,56] První přístroje využívaly k zaznamenání kroku mechanického zařízení a jednoduchého počítadla. Při pohybu přístroje se pohybovala tam a zpět olověná kulička, která zaznamenávala houpání těla. U pozdějších krokoměrů se jejich vnitřní mechanismus sestával z horizontálního odpruženého ramene páky, hýbajícího se během pohybu nahoru a dolů. Elektrický okruh se uzavíral s každým zachyceným pohybem a počet kroků byl zobrazen přímo na displeji přístroje. Nejnovější přístroje využívají MEMS (Micro-Electro-Mechanical systems), mají vnitřní senzory a software k detekci a zaznamenání počtu kroků. To dává přesnější výsledky a méně nepravdivých pozitivních údajů. Přístroj bývá upevněn na různých místech (na opasku, na kapsičce od košile, na batohu, v kapse[55] (Obr. 6).

Obr. 6 – Krokoměr Omron. Stejný model krokoměru byl využit pro měření v této disertační práci. Zdroj: Ammoni [online, cit. 21. 9. 2014].[57]

Ani nejmodernější krokoměry se však nevyhnou chybě měření, což se týká především zaznamenání velmi pomalé chůze. Navzdory tomu je měření počtu kroků prozatím jednou z nejpřesnějších používaných objektivních metod. Vykazuje přesnější výsledky, než jsou odhady ušlé vzdálenosti a odhady výdeje energie.[58,59] Z hlediska délky použití krokoměru při studii se pro získání relevantních dat nejvíce osvědčilo týdenní pozorování.[55]

Studiemi, které se zabývaly porovnáním výsledků zjištěných pomocí dotazníků a krokoměrů, bylo zjištěno, že se výsledky z hlediska ušlé vzdálenosti významně liší. Ve většině případů došlo v dotaznících k podhodnocení vzdálenosti, kterou účastníci studie ušli, přičemž více podhodnocovaly své výsledky ženy. Někteří autoři z tohoto odvozují, že mohlo také dojít k podhodnocení některých doporučení minimální pohybové aktivity, která

byla vytvořena na základě dotazníkového šetření. Přesto ti samí autoři dotazníky úplně nezavrhují a doporučují jejich využití především pro získání informací týkajících se množství sportovní a rekreační aktivity.[60]

2.3.3. Akcelerometrie

Na rozdíl od krokoměru se počátky vzniku akcelerometru kladou až do dvacátých let dvacátého století. První akcelerometr z roku 1923 je připisován společnosti McCollum and Peters. Byl využíván v dynamometrech a v leteckém průmyslu. Jeho využití bylo, a v současnosti stále je, především k jiným účelům, než k měření počtu kroků (např. v navigaci, airbagech, měření aktivity zemských desek aj.).[61]

Akcelerometry mohou monitorovat pohyb v jedné až třech rovinách. Jednoosé akcelerometry většinou obsahují horizontální rameno páky s elektronickým snímačem, který je citlivý k pohybům ve vertikální rovině (nahoru a dolů). Akcelerometry zaznamenávají množství pohybu, které je výsledkem frekvence a intenzity pohybu (odvozené z rychlosti) za časový úsek (např. za minutu). Tento výsledek je nejčastěji dále zpracováván speciálními počítačovými programy.[55]

Bylo zjištěno, že přesnost měření akcelerometru záleží na typu (v této souvislosti i ceně) přístroje. Obecně řečeno jsou dražší přístroje přesnější než ty levnější. Akcelerometry jsou zároveň přesnější než pedometry.[62] Akcelerometry se také velmi často používají pro studie týkající se pohybové aktivity.[59,62-67]

Podle některých studií však krokoměry a akcelerometry vykazují podobné výsledky v hodnocení počtu kroků u dospělých jedinců[65] a u dětí ve věkové skupině 4 a 5 let.[63] Cena akcelerometrů a další náklady spojené se softwarem a kalibračním hardwarem, náročnější obsluha a čas pro analýzu však znevýhodňují používání akcelerometrů v běžných výzkumech.[55] Oproti pedometrům nám akcelerometry umožňují měřit také intenzitu pohybu. Data jsou analyzována hodnocením naměřeného množství pohybu za určitý časový úsek. Nejčastěji je množství celkové aktivity nahromaděné za určitý časový úsek rozděleno do kategorií intenzity pohybové aktivity (lehká, střední, intenzivní) podle hraničních bodů dané věkové skupiny.[66]

2.4. Pohybová doporučení

Z údajů získaných dotazníkovým šetřením, nebo naměřených krokoměrem či akcelerometrem, je možné vycházet při vytváření pohybových doporučení. Při vytváření pohybových doporučení se může využívat několika přístupů. Většina doporučení je vytvořena na základě *posuzování jedinců ve vztahu k ostatním jedincům* (tzv. „norm-referenced" approach). Příkladem může být stanovisko, že u zdravých dospělých jedinců můžeme očekávat v průměru 7000 až 13000 kroků za den. Tento přístup je tedy založen na průměrných hodnotách cílové skupiny a zdravotní stav se pro vytvoření doporučení nebere v úvahu.[68] Při aplikaci takového doporučení je třeba zajistit, aby místo, podnebí, věková skupina, pohlaví a etnicita, byly co nejbližší k populaci, na které bylo doporučení vytvořeno.

Oproti tomu jsou u doporučení vytvořených *na základě kritérií* („criterion-referenced" approach) rozhodujícím faktorem pro vytvoření mezních bodů specifické zdravotní výstupy nebo rizikové faktory.[68] Například u doporučení na základě počtu kroků je v tomto přístupu klíčové najít spojení mezi počtem kroků a rizikovými faktory, jakými jsou obezita, diabetes, kardiovaskulární onemocnění atd. Výsledkem jsou mezní body určující na škále počtu kroků práh pro určité onemocnění. Pokud se jedinec nachází nad mezním bodem, měl by být chráněn před daným onemocněním.[68] Pro vytvoření mezních bodů se nejčastěji využívá dvou metod – *hraniční* („borderline") a *protikladné* („contrasting"). Ke stanovení mezních bodů na základě hraniční metody jsou nejprve v souboru identifikováni „hraniční" jedinci, k jejichž zdravotnímu stavu je zamýšleno se přiblížit. Medián u těchto jedinců potom značí tento mezní bod. Takto můžeme například stanovit mezní bod pro průměrný počet kroků za den ve vztahu k osteoporóze vyjádřené minerální denzitou kostí. Na základě minerální denzity kostí je identifikována „hraniční" skupina osteopeniků a medián počtu kroků jedinců v této skupině je pak využit pro vytvoření mezního bodu udávajícího průměrný počet kroků.[68] Pro stanovení mezního bodu na základě protikladné metody musí výzkumníci nejdříve rozlišit v souboru minimálně dvě skupiny (například zdravé a nemocné). Mezní bod je potom stanoven hodnotou, která nejlépe diskriminuje mezi dvěma protikladnými skupinami. Můžeme opět využít příkladu osteoporózy a počtu kroků. Výzkumníci rozdělí soubor na zdravé jedince a jedince trpící osteoporózou (opět na základě denzity kostní tkáně). Mezní bod je potom počet kroků, který nejlépe definuje pravděpodobnost klasifikace jako nemocný versus zdravý. Tuto metodu lze také modifikovat a vytvořit sérii mezních bodů, pokud je vytvořeno více protikladných skupin.

K vytvoření důvěryhodných a obhajitelných mezních bodů je zapotřebí dostatečně velký a reprezentativní vzorek, aby bylo možno identifikovat práh na stupnici reprezentující hranici mezi dvěma skupinami. U *hraniční metody* tento problém řešit nemusíme.[68]

Z hlediska sledování vztahu snížení hmotnosti a pohybové aktivity však mají větší význam studie dlouhodobé, kdy je zaznamenána hmotnost jedinců před zahájením studie a následně po jisté době, kdy byli tito jedinci motivováni ke zvýšení pohybové aktivity.

Mezi nejznámější doporučení patří doporučení 10 tisíc kroků denně od Hatana[56] minimum 30 min chůze alespoň 5 dní v týdnu od ACSM[69] a jeho přepracováni z roku 2007[70], které budou probrány v další podkapitole.

2.4.1. Doporučený počet kroků

Před vytvářením doporučení pro minimální počet kroků za den je důležité znát přibližné hodnoty denního počtu kroků, bez započítání počtu kroků spojených s cvičením a sportovní aktivitou. U mladých aktivních lidí můžeme očekávat průměrně 7400 kroků za den[71], zatímco u lidí ve středním věku (přibližně ve 40 letech) se setkáváme s hodnotami okolo 6000 kroků denně.[60] Zdá se tedy, že u zdravé dospělé populace můžeme očekávat 6000-7000 kroků denně, bez započítání kroků spojených s cvičením a sportovní aktivitou[72]

Pro udržení zdravého životního stylu je pro dospělou a zdravou populaci obecně doporučován počet 10000 kroků denně.[56] Tvůrce tohoto doporučení, doktor Yoshiro Hatano z Univezity v Kjušu, se s tímto doporučením odvolává na komerční název krokoměru z šedesátých let, *„manpo-kei“*, který bývá překládán jako *„10 000 kroků“*.[72] Toto doporučení se později rozšířilo do ostatních států světa. Největší výhodou tohoto doporučení je jasný a dobře zapamatovatelný cíl, který se s pomocí krokoměru snadno kontroluje. Krokoměr je navíc cenově dobře dostupný a manipulace s ním je velmi jednoduchá.[55,56] Některé výzkumy však ukazují, že tento počet kroků je příliš vysoký a prakticky nedosažitelný pro obyvatelstvo staršího věku a osoby trpící chronickými nemocemi. Například až polovina starších zdravých jedinců pravidelně cvičících 3x týdně nikdy nedosáhla tuto doporučenou hodnotu.[73] 10 000 kroků denně je naopak zase pravděpodobně nízká hodnota pro děti a mládež.[72] Britský výzkum pohybové aktivity u dětí ve věku 8-10 let zjistil průměrný počet 12000-16000 kroků za den, další dokumentoval u dětí ve věku 7-11 let přibližně 11000-17000 kroků denně (nižší hodnoty patřily dívkám).[74,75]

Catherine Tudor-Locke a David Bassett doporučují následující rozdělení dospělých jedinců na základě počtu kroků (bez započítání jiných sportovních aktivit a cvičení). Lidé, kteří ujdou méně než 5000 kroků denně, mají patřit do skupiny označené jako *„sedavý způsob života“*, ti, kteří ujdou 5000-7499 kroků denně patří do skupiny označené jako *„nízká aktivita“*, ti, kteří ujdou 7500-9999 kroků denně jsou zařazeni do skupiny označené jako *„víceméně aktivní“*, jedinci schopní ujít 10000-12500 kroků denně patří do skupiny označené jako *„aktivní“* a nakonec jedinci, kteří ujdou více než 12500 kroků denně náleží do skupiny označené jako *„vysoce aktivní“*.[72]

U lidí se sedavým způsobem života můžeme při zvýšení pohybové aktivity očekávat nejlepší výsledky ve zlepšení jejich zdravotního stavu. Ukazuje se také, že není důležité dosáhnout hranici 10000 kroků, ale že je důležitější o kolik daný jedinec zvýší svůj průměrný počet kroků. Ženy, které zvýšily svůj průměrný počet kroků o 2-3 tisíce za den, a dostaly se tak na hranici přibližně 9000 kroků denně, dosáhly významných zlepšení v celkovém množství cholesterolu, HDL a poměru celkového množství cholesterolu a HDL.[76]

2.4.2. Doporučené množství a intenzita pohybu

V současné době je s ohledem na čas a intenzitu věnovanou pohybovým aktivitám nejvíce zmiňované doporučení vydané Fakultou sportovní medicíny (American College of Sports Medicine) a kardiologickou společností (American Heart Association) ze Spojených Států Amerických z roku 2007 (ACSM/AHA reccomendation). Toto doporučení je aktualizací doporučení z roku 1995, na kterém pracovala tatáž fakulta společně s Centrem pro kontrolu a prevenci nemocí (Centers for Disease Control and Prevention).[69,70]

Aktualizované doporučení je určeno pro zdravou dospělou populaci ve věku 18-65 let. Pro udržení zdraví je pro tuto skupinu doporučena středně intenzivní aerobní pohybová aktivita (například svižná chůze) minimálně 30 minut pět dní v týdnu, nebo velmi intenzivní aerobní pohybová aktivita (například běh) minimálně 20 minut tři dny v týdnu. Splnit toto doporučení lze i kombinací jednotlivých možností, tedy například 30 minutami svižné chůze dvakrát týdně a 20 minutami běhu taktéž dvakrát týdně. 30 minutový časový úsek mohou jedinci dosáhnout také pomocí 3 minimálně 10 minutových intervalů.[70]

Kdybychom chtěli použít metabolického ekvivalentu (MET) pro vyjádření tohoto doporučeného minimálního týdenního množství pohybové aktivity, dospěli bychom k rozpětí od 450 do 750 MET . min. wk^{-1}.[70] Metabolický ekvivalent je hodnota vyjadřující

minutovou klidovou spotřebu kyslíku cca 3,5 ml na 1 kg tělesné hmotnosti; u dětí až 4 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$. 1 MET je tedy pokládán za klidovou míru metabolismu (bazální metabolický výdej během klidného sezení). V pohybových studiích je pomocí této veličiny obvykle vyjadřována skutečnost, kolikrát je jedinec schopen v průběhu zátěže zvýšit svoji klidovou spotřebu kyslíku. Během zátěže totiž hodnota příjmu kyslíku mnohonásobně stoupá. Maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}) je maximální množství kyslíku, které je schopen jedinec dopravit do organismu během stupňující se dynamické zátěže, a které se i přes pokračování zátěže již dále nezvyšuje.[77] Byly také vypracovány hodnoty MET pro různé pohybové činnosti. Rozsah MET 3-6 je označován jako středně intenzivní pohybová aktivita, vysoká intenzita aktivity má mít více než 6 metabolických ekvivalentů (MET). Je však důležité zmínit, že MET se liší mezi jedinci v souvislosti s jejich BMI, věkem, pohlavím, aktuálním zdravotním stavem či geografickými a environmentálními podmínkami, kde se aktivita provádí. Hodnoty MET by se proto neměly používat pro určení energetického výdeje jedince.[78]

Pro zachování dobrého zdravotního stavu a fyzické zdatnosti jsou také doporučovány pohybové aktivity, které udržují, nebo zvyšují svalovou sílu. K tomu by měli jedinci dospět cvičením 8 až 10 cviků minimálně 2x týdně (ideálně po sobě nenásledujících dnů v týdnu). Během cvičení by měly být používané hlavní svalové skupiny a každý cvik by měl být prováděn v 8-12 opakováních.[70] Jedním z důležitých důvodů proč posilovat svaly je, že mechanicky namáhaná svalová tkáň u mladých jedinců stimuluje růst kostí, u starších jedinců zase zpomaluje ztrátu kostní tkáně a tím snižuje riziko vzniku osteopenie, osteoporózy a zlomenin.[70,79] Uvádí se také, že svalová síla a výdrž hrají významnou roli v prevenci vzniku mnoha nemocí, které vedou k předčasnému úmrtí. Přesný mechanismus pozitivního vlivu není znám, uvažuje se však o důležitosti svalové tkáně v metabolismu cukrů. Cvičení zahrnující velké svalové skupiny, jako například plavání nebo posilování, je tedy velmi důležité pro prevenci a léčbu inzulinové rezistence nebo na inzulinu nezávislé cukrovce NIDDM (non-insulin dependent diabetes mellitus).[80-82]

Doporučení z roku 2007 se liší od původního doporučení z roku 1995 tím, že v původním doporučení byli lidé motivováni k minimálně 30 minutové pohybové aktivitě střední intenzity nejlépe každý den v týdnu.[69] Dále byla zpřesněna frekvence pohybové aktivity a bylo jasně určeno, že minimální doba pohybové aktivity nesmí být kratší než 10 minut. Došlo také k přímému začlenění vysoké intenzity pohybu do doporučení a vyjádření její komplementarity se střední intenzitou. V aktualizovaném doporučení je také zmíněno, že

větší než minimální množství pohybové aktivity vede k lepším zdravotním výsledkům. Jasně je také specifikováno, že doporučené množství aerobní pohybové aktivity je množství pohybové aktivity vykonané navíc od běžných každodenních aktivit nižší intenzity, nebo trvajících méně než 10 minut. V neposlední řadě byly do doporučení začleněny aktivity posilující svaly.[70]

Ačkoliv má toto doporučení prokazatelně pozitivní vliv na zdraví člověka, je nutné podotknout, že k udržení tělesné hmotnosti mohou někteří jedinci potřebovat vyšší množství pohybové aktivity, než je doporučené minimum. Toto množství závisí na příjmu potravy a jiných faktorech, které ovlivňují tělesnou hmotnost. Pokud naopak jedinci nejsou zvyklí na pravidelnou zátěž, autoři doporučují, aby začali s nižšími hodnotami zátěže a postupně ji zvyšovali k horní hranici doporučení.[70]

2.4.3. Vztah mezi jednotlivými doporučeními

V předchozích podkapitolách byly představeny 2 základní doporučení – první vycházelo z minimálního počtu kroků a druhé z minimálního množství a intenzity pohybu. V této podkapitole doporučení vzájemně porovnáme a pokusíme se zjistit, zda jsou navzájem kompatibilní. Musíme vycházet ze základní podstaty obou doporučení, tedy, že doporučený minimální počet 10000 kroků udává hodnotu celodenního sledování počtu kroků. Na druhé straně doporučení 30 minutové zátěže pět dní v týdnu, nebo velmi intenzivní aerobní pohybové aktivity minimálně 20 minut tři dny v týdnu, či jejich kombinace, je množství pravidelné pohybové aktivity vykonané navíc od běžných každodenních aktivit. U zdravých a starších jedinců byl měřen průměrný počet kroků za 30 minut a dosáhl hodnot 3411 ± 577 kroků.[73] Můžeme tedy očekávat, že během 30 minut středně intenzivní chůze zdravý dospělý člověk ujde 3000-4000 kroků. Za předpokladu, že člověk během dne ujde přibližně 6000-7000 kroků, tak při dodržení doporučení 30 minutové středně intenzivní chůze navíc (představující přibližně 3000-4000 kroků) se hodnoty počtu kroků za celý den dostanou k hodnotám 9000-11000 krokům, což je v souladu s doporučením 10000 kroků za den.[72]

Welk *et al.* uvádí, že 73% účastníků studie, kteří splnili požadavek minimálně 30 minutové chůze střední intenzity, dosáhli v ten samý den požadavku 10000 kroků.[71] Ze vzdálenosti, kterou účastníci jejich studie ušli za 30 minut, autoři odhadli počet kroků na přibližně 3800-4000 kroků.[71] Na druhou stranu jiná studie uvádí, že pouze 38-50% žen, které splnily

požadavek minimálně 30 minutové denní chůze, dosáhly v daný den 10000 kroků. U těchto žen byl vypočítán průměrný počet 3100 kroků za 30 minut chůze.[83]

2.5. Předpokládaný účinek pohybových doporučení

Pravidelné cvičení by mělo vést ke zvýšení denního výdeje energie a následně k negativní energetické bilanci. To platí za předpokladu, že tento výdej energie není kompenzován zvýšením příjmu potravy, nebo snížením pohybové aktivity mezi cvičeními. Některé studie nás však informují o tom, že zvýšený výdej energie vyvolaný cvičením není dostatečně velký, aby vyvolal podstatné snížení tělesné hmotnosti a úbytek tukové tkáně. Pravidelné cvičení má ale i tak značný metabolický význam, neboť mění koncentrace lipoproteinových lipidů v plazmě, zlepšuje citlivost k inzulinu a redukuje jeho koncentraci v plazmě a také snižuje krevní tlak.[2]

2.5.1. Pohybová aktivita vs. dietní omezení

Ačkoliv nedostatek pohybové aktivity je jedním z hlavních důvodů vzniku obezity, zůstává omezení příjmu potravy stále nejběžnější metodou boje proti obezitě. Důvodem je fakt, že mnoho studií udává, že zvýšená pohybová aktivita bez změny ve stravování vede u obézních jedinců pouze k mírnému snížení hmotnosti – tedy 1-2 kg. U některých prací však nebyl denní příjem a výdej energie důkladně kontrolován a měřen.

Příkladem dobře kontrolované studie může být práce Roberta Rosse a kolegů, která dospěla k názoru, že cvičení má velký vliv na snížení hmotnosti i na další důležité ukazatele podílející se na zdravotních problémech spjatých s obezitou.[84,85] Pro záměr studie byli účastníci rozděleni do 4 skupin – v 1. skupině byli jedinci, kteří měli snižovat svou hmotnost omezením příjmu potravy, ve 2. skupině jedinci, kteří měli snižovat svou hmotnost zvýšením výdeje energie prostřednictvím cvičení, ve 3. skupině jedinci, kteří by si měli udržet stejnou hmotnost při zvýšení energetického výdeje prostřednictvím cvičení, tedy kompenzovat jej zvýšením příjmu potravy a 4. kontrolní skupinu, která se měla snažit udržet svou tělesnou hmotnost. Všichni jedinci zaznamenávali veškerý příjem potravin do dotazníku a zároveň byli před začátkem a na konci studie změřeni.[84,85] Výsledky jsou takové, že muži a ženy, kteří omezili příjem potravy, v průměru snížili hmotnost o 7,4kg a 5,2kg, zatímco cvičící muži a ženy v průměru snížili hmotnost o 7,6kg a 6,1kg. Změna

hmotnosti není mezi těmito skupinami statisticky významná, ale je významně vyšší v porovnání s kontrolní skupinou a skupinou cvičící bez snížení hmotnosti. Průměrné snížení obvodu pasu bylo u jedinců držících dietu 7,4cm a 4,1cm u mužů a žen, u cvičících jedinců 6,8cm a 6,5cm (muži a ženy), přičemž u mužů tato změna není mezi skupinami 1 a 2 statisticky významná, ale je významně vyšší v porovnání s kontrolní skupinou a skupinou cvičící bez snížení hmotnosti.[84,85] V porovnání s kontrolní skupinou došlo u obou skupin s úbytkem hmotnosti k redukci celkového množství tuku, přičemž redukce byla významně vyšší (v průměru o 1,3kg u mužů a 2,6kg u žen) u cvičící skupiny, než u skupiny s dietním omezením. Z klinického hlediska je však zajímavější změna viscerálního tuku, než jeho celkového množství. Bylo zjištěno, že množství viscerálního tuku se od kontrolní skupiny statisticky významně snížilo u všech ostatních skupin u mužů i žen. Napříč všemi kategoriemi u mužů i žen bylo také zjištěno, že množství tuku na břiše a viscerálního tuku statisticky významně korelují se změnou obvodu pasu.[84,85]

To byla velmi důležitá zjištění, neboť do té doby převažovaly názory, že cvičení nezpůsobuje žádné, nebo pouze malé snížení celkového množství tuku a tuku na břiše. Studie zaměřené na meta-analýzy a přehledové studie připsaly cvičení účinnost snížení hmotnosti pouze 1-2kg. Jednou z takových prací je meta-analýza 9 studií, která dospěla k závěru, že průměrný odhad změny hmotnosti, ke které dojde po zvýšení průměrného denního počtu kroků přibližně o 3000 kroků, bude -1,27kg.[86] Pouze u pěti z devíti studií byla změna hmotnosti statisticky významná na 5% hranici významnosti.[86] Z klinického hlediska je však nutné si uvědomit, že i malá změna hmotnosti je pro tělo významná. Během období s negativní energetickou bilancí bývá totiž jako první spalován tuk viscerální.[84] To může být vysvětleno tím, že viscerální tuk je rezistentnější k antilipolytickému účinku inzulinu – minimální odhad lipolýzy viscerální tukové tkáně byl nepřímo doložen uvolněním FFA (volných mastných kyselin) z vnitřních orgánů při vysokých koncentracích inzulínu v plazmě, zatímco volné mastné kyseliny tukové tkáně z nohou a podkožního tuku z horní poloviny těla byly u vysokých hladin insulinu téměř inhibovány.[87]

Mezi oběma uvedenými studiemi je tedy značná diskrepance. Ta je s největší pravděpodobností způsobena rozdílnou metodikou výzkumu a nedostatky každé ze studií. První studie se potýká především s malým vzorkem, ve druhé zase nebyl sledován denní příjem energie tak nevíme, zda nebylo zvýšení pohybové aktivity kompenzováno zvýšeným příjmem potravy. U obou studií potom nebyl sledován denní výdej energie, ale

pouze čas věnovaný cvičení. To zkresluje výsledky, protože cvičení tvoří pouze jednu část celkové denní pohybové aktivity. U mnohých jedinců tak může, anebo nemusí dojít ke snížení pohybové aktivity mimo cvičení.[88]

Toto potvrzuje i studie provedená na vzorku 31 obézních žen, které se zúčastnily 6 měsíčního tréninkového programu. Během programu sestávajícího z 90 minutového cvičení (při 50% $VO_{2\ max.}$) 5x týdně dvacet žen zhublo v průměru 2,6kg tuku, zatímco 11 žen naopak navzdory tréninkovému programu přibralo v průměru 2,8kg tuku. Kalorický příjem zůstal během studie u obou skupin konstantní. Některé ženy tedy s nejvyšší pravděpodobností snížily svou běžnou pohybovou aktivitu mimo cvičení. Důležitým zjištěním však bylo, že všechny ženy vykázaly zlepšení v metabolismu sacharidových a lipoproteinových lipidů.[89] Dalším možným vysvětlením toho, proč někteří jedinci reagují na cvičení více a někteří méně je předpoklad, že jedinci s hyperplastickou obezitou (se zvýšeným počtem tukových buněk) reagují na cvičení méně (ve smyslu ztráty tuku), než jedinci s obezitou hypertrofickou, kteří obvykle hubnou snáze a rychleji.[90]

Obr. 7 – Dětská obezita a příklad nezdravého stravování. Vzrůst dětské obezity je alarmující a bývá spojován se stravováním v podnicích rychlého občerstvení. Upravení jídelníčku a zvýšení množství pohybové aktivity by mělo vést ke zlepšení zdravotního stavu. Zdroj: Cernansky, R [online, cit. 23 8. 2012].[91]

2.5.2. Vliv rozdílné intenzity pohybu na atributy zdraví

Většina publikovaných studií je zaměřena na účinky nepřerušovaného aerobního cvičení nízkých až středních intenzit. Více kalorií však jedinec spotřebuje při vyšší intenzitě cvičení (za předpokladu stejné délky cvičení), a tak by účinky takového cvičení měly mít výraznější vliv na zdravotní stav jedince. Výzkumem sledujícím odlišnosti účinku cvičení založeného na udržení stálé intenzity při 70-75% VO_{2max} a cvičením založeným na střídání nižší intenzity (40-45% $VO_{2\ max}$) s intenzitou vyšší (70-75% $VO_{2\ max}$) v poměru 2:1, bylo zjištěno, že změny hmotnosti, tělesného složení (celkového množství tuku, svalové tkáně, rozložení tuku), fyzické zdatnosti ($VO_{2\ max}$, čas do vyčerpání, klidový srdeční rytmus, krevní tlak, hodnocení námahy) a hladin lipidů (celkové množství cholesterolu, triglyceridů, HDL, LDL a poměr cévních rizik) se statisticky významně neliší.[36] Množství lipoproteinů s velmi nízkou hustotou (VLDL-C) se statisticky významně snížilo pouze u skupiny jedinců střídajících nižší intenzitu aktivity s intenzitou vyšší.[36]

To, že se většina výsledků mezi skupinami statisticky významně nelišila, nemusí nutně znamenat, že je intenzita pohybu neovlivňuje – mohlo to být způsobeno nedostatečnou intenzitou pohybu a krátkou dobou trvání studie. O'Donovan s kolegy totiž ve svém 24 týdenním sledování 2 skupin jedinců cvičících při 80% a 60% VO_{2max}. zjistil statisticky zvýšené maximální množství spotřebovaného kyslíku (VO_{2max}), celkového cholesterolu, lipoproteinů o nízké hustotě (LDL-C; low density lipoprotein) a lipoproteinů nemajících vysokou hustotu (Non-HDL-C; zahrnující very-low-density lipoprotein - VLDL, intermediate-density lipoprotein - IDL, LDL včetně malého denzního LDL[92]) u jedinců cvičících při 80% VO_{2max} oproti jedincům cvičícím při 60% $VO_{2max.}$[93] To by znamenalo, že tyto parametry jsou závislé na intenzitě pohybu a že rizikové faktory způsobující kardiovaskulární onemocnění mohou být ovlivněny intenzitou pohybu.[93]

Důležitost intenzity pohybu byla také potvrzena studiemi používajícími pro hodnocení pohybové aktivity akcelerometr a krokoměr. Studií využívající akcelerometru bylo zjištěno, že množství vysoce intenzivní pohybové aktivity je důležitějším předpokladem pro dosažení normální hmotnosti, než množství středně a nízce intenzivní pohybové aktivity.[94] Toto zjištění bylo následně potvrzeno studií využívající krokoměr, ve které obézní jedinci a jedinci s nadváhou strávili statisticky významně méně času chůzí s intenzitou vyšší než 100 kroků min^{-1}, a zvláště chůzí s intenzitou nad 130 kroků min^{-1}, ve srovnání s jedinci s normální hmotností.[95]

Při vytváření doporučení bychom však měli zohlednit fakt, že nepřerušované cvičení o vysoké intenzitě představuje vyšší zátěž pro kardiovaskulární systém. Taková zátěž může být pro obézní jedince se sedavým způsobem života nepředstavitelná. Je tedy vhodné úseky vysoké intenzity cvičení střídat s úseky s nízkou intenzitou pohybu, nebo odpočinkem, aby mělo tělo čas na regeneraci. Délka a množství cvičení při vysoké intenzitě by měla být individuálně nastavená podle zdravotního stavu a kondice jedince.

2.6. Rizika spojená s pohybovou aktivitou

V souvislosti s pohybovou aktivitou je také nutné zmínit její negativní dopady. Je všeobecně přijímaným faktem, že sportovní aktivity vedou k vyššímu výskytu úrazů.[96] Velmi často se setkáváme s poraněními pohybového aparátu. Ty zahrnují přímá zranění, jakými jsou modřiny, výrony, natažení či přetržení svalů či vazů, nebo zlomeniny, ale také nepřímá zranění jako artritida nebo bolesti zad (Obr. 8). Cvičení s malými nárazy (pěší turistika, jízda na kole) zatěžují kosti a klouby méně, zatímco cvičení s velkými nárazy (běh a aerobic) působí opakovanými nárazy na kolena, kotníky, a záda a tím zvyšují přetěžování kloubů. Studie ukazují, že intenzita a povaha cvičení jsou dva nejdůležitější faktory pro stanovení frekvence zranění u jednotlivých aktivit.[97] Co se týká povahy pohybové aktivity, byl nalezen velmi úzký vztah mezi některými sporty a výskytem zranění. Není překvapivé, že zejména kolektivní sporty vykázaly velké riziko vzniku zranění jak mezi muži, tak mezi ženami. Konkrétně u mužů bylo nejvyšší riziko zranění zjištěno u fotbalu, u jiných týmových sportů a u atletiky. Naopak chůze, zahradničení, horská turistika nebo plavání nebyly statisticky významně spojeny s vyšším rizikem vzniku zranění.[96] Mezi specifická zranění můžeme zařadit únavové zlomeniny. Existují dva hlavní typy únavových zlomenin: fraktury způsobené neúměrnou zátěží a únavové zlomeniny v důsledku insuficience. Únavové zlomeniny vznikají v normální zdravé kosti z důvodu abnormálního svalového napětí. Tato zranění jsou častější u mladých sportovců, u kterých dochází k opakované zátěži a zvyšování napětí svalů na kostech. Často se s nimi setkáváme u jedinců s rychlým nárůstem tréninkového programu. Dívky bývají v tomto ohledu postiženy častěji, než chlapci.[98] Pediatři hovoří o tom, že jsou únavové zlomeniny stále častější. To je způsobeno tím, že je větší počet dětí, které se účastní sportovních aktivit, a to jak rekreačně, tak závodně. Bylo zjištěno, že 9% únavových zlomenin se vyskytlo u dětí ve věku 15 let, a 32% únavových zlomenin bylo zjištěno u jedinců mezi 16 a 19 lety. Méně časté byly únavové zlomeniny u atletů do 12

let.[98] Naproti tomu zlomeniny z nedostatečnosti se vyskytují v nezdravé kosti, která je nějakým způsobem abnormální, nebo neobsahuje dostatek minerálů. Nečastěji se tyto zlomeniny vyskytují u starších jedinců nebo u žen po menopauze, může k nim ale také dojít u pediatrických pacientů s onemocněními, jakými jsou například anorexie, křivice, kurděje, nebo osteogenesis imperfekta.[98]

Obr. 8 - Zranění svalového původu. Zdroj: Fox, SD [online, cit. 23. 8. 2012].[99]

Ačkoliv existuje mnoho faktorů, které ovlivňují rizika spojená se sportovním výkonem, třemi nejdůležitějšími jsou věk, přítomnost onemocnění srdce a intenzita cvičení.[97] Co se týká problémů s kardiovaskulárním systémem a možností vzniku infarktu myokardu, tak je pravděpodobnost u zdravých jedinců při pohybové aktivitě vysoké intenzity nízká. Uvádí se, že se riziko náhlého srdečního úmrtí objevuje přibližně jednou za 600 000 hodin cvičení. Riziko se však zvyšuje u lidí, kteří mají problémy s kardiovaskulárním systémem a kteří patří do skupiny se sedavým způsobem života. V průměru se u nich objevuje nějaký problém jednou za 62 000 hodin cvičení.[97,100] U těchto jedinců se také častěji setkáváme s náhlou zástavou srdce při běhu oproti jiným aktivitám. To pravděpodobně souvisí s intenzitou pohybu, kdy i při pomalém běhu u netrénovaných jedinců dochází ke spotřebě kyslíku vyšší než 80% VO_{2max}. Infarkt myokardu je během pohybové aktivity 7krát častější, než náhlá srdeční úmrtí. Zajímavé je, že lidé se sedavým způsobem života mají riziko vzniku infarktu myokardu přibližně 50x vyšší, než jedinci cvičící pravidelně 5 krát týdně. Znamená to tedy, že jedinci, kteří pravidelně cvičí, mají menší riziko vzniku infarktu než jedinci, kteří pravidelně necvičí.[97,100] Obecně však lze říci, že výhody pravidelné pohybové aktivity zdaleka převažují nad riziky. Pokud se však nějaké negativní

příznaky v důsledku pohybové aktivity objeví (bolest a tlak na hrudi, čelisti, v rameni vystřelující do ruky, pocity nepravidelnosti rytmu srdce, dechová nedostatečnost nebo zmatenost), je třeba okamžitě vyhledat lékařskou péči. V souvislosti s tímto je zajímavé, že většina infarktů (90%) vzniká v období odpočinku a ne přímo během cvičení.[100]

PRAKTICKÁ ČÁST

3. Cíle práce

Hlavním cílem disertační práce bylo vyhodnotit množství, intenzitu a typy pohybových aktivit u jedinců účastnících se projektu *„Variabilita v genu pro leptin, leptinový receptor, adiponektin, proopiomelanokortin a receptor pro melanokortin-4 ve vztahu k výskytu obezity v české populaci“*.

Jedním z dílčích cílů disertační práce bylo porovnat dvě hlavní metodiky výzkumu, metodu dotazníku a metodu pedometrie, ve smyslu vhodnosti jejich využití v rámci pohybových doporučení. Dalším dílčím cílem bylo sledovat množství aerobních kroků naměřených krokoměrem Omron a zjistit, zda má sledování této hodnoty opodstatnění ve výzkumu vlivu chůze na vznik obezity. V neposlední řadě práce také ve větší míře sleduje indikátory centrální obezity ve vztahu k pohybové aktivitě. Nezaměřuje se tedy pouze na sledování podle kategorií BMI, jak tomu bývá u většiny studií zkoumajících vliv pohybové aktivity a obezity.

4. Materiál a metodika

4.1. Popis studie

Do studie byli zahrnuti jedinci účastnící se projektu *„Variabilita v genu pro leptin, leptinový receptor, adiponektin, proopiomelanokortin a receptor pro melanokortin-4 ve vztahu k výskytu obezity v české populaci“*, který byl realizován díky podpoře grantových projektů Institutu DANONE 2007. Na projektu spolupracovali zaměstnanci a studenti Ústavu ochrany a podpory zdraví a Ústavu patologické fyziologie Lékařské fakulty Masarykovy univerzity. Do průřezové studie se účastníci přihlašovali sami, zejména na základě kampaně inzerované prostřednictvím České Televize Brno v srpnu roku 2006. Pro kompletní účast ve studii museli účastníci absolvovat celkem tři návštěvy, kdy byl nejprve účastník seznámen s účelem studie a svou účast a informovanost stvrdil prostřednictvím informovaného souhlasu. Během první návštěvy také proběhlo antropometrické vyšetření a účastník byl instruován o tom, jak provádět 7 denní záznam pohybové aktivity a výživových zvyklostí. Během druhé návštěvy pak účastník společně s vyšetřujícím hodnotil takto získaná data v kontextu své tělesné hmotnosti. Obsahem třetí návštěvy bylo genetické vyšetření, které bylo zaměřeno na rizikové faktory genetických onemocnění v rodině, komplexní hodnocení osobní i rodinné anamnézy s ohledem na výskyt obezity v rodině a odběru vzorku krve a slin pro analýzu DNA.

Pro zajištění konzistentního sběru dat byla vypracována standardní vyšetřovací metodika a práce celého týmu vyšetřujících byla koordinována pomocí speciálně vyvinutého online informačního systému s názvem DNA aGENt. Jeho součástí byl intranetový prostor v rámci specifického serveru věnovaný vzájemné komunikaci členů týmu, plánování jednotlivých vyšetření a důležitý pro zápis zjištěných informací o účastnících studie a naměřených dat. Vzhledem k citlivému charakteru zpracovávaných dat bylo zajištěno zabezpečení všech procesů manipulace se statistickými daty i s kontaktními údaji účastníků studie.

4.2. Popis souboru

Do studie bylo zařazeno 533 jedinců s normální hmotností, nadváhou a obezitou. Důvodem zařazení jedinců s normální hmotností byla nutnost získání kontrolního vzorku populace. V konečných analýzách bylo v této práci statisticky hodnoceno 507 jedinců, u kterých byly k dispozici kompletní údaje ze všech dotazníků a měření. Pro podrobné rozpracování výsledků byli tito jedinci rozděleni na základě pohlaví, věku a BMI. Z hlediska pohlaví

bylo v souboru 380 žen a 127 mužů. Věkové kategorie byly rozděleny na kategorie do 30 let, 31-40 let, 41-50 let, 51-60 let a nad 61. Kategorie BMI byly rozděleny podle směrnic WHO na podváhu (U; BMI<18,50), normální hmotnost (N; BMI=18,5-24,9), nadváhu (OW; BMI=25,0-29,9), a obezitu (OB; BMI≥30,0).

4.3. Metodika

4.3.1. Antropometrie

Antropometrické vyšetření sestávalo z několika standardizovaných měření, které prováděli vyškolení odborníci Ústavu ochrany a podpory zdraví. Během měření byli studovaní jedinci bez obuvi a ve spodním prádle. Tělesná hmotnost a výška byly zjišťovány pomocí digitální váhy s antropometrem (SECA 764) s přesností na 0,1kg a 0,1cm. Obvody pasu a boků byly měřeny pásovým měřidlem s přesností na 0,5cm. Procentuální zastoupení tukové tkáně a tělesné vody bylo zjišťováno pomocí Bodystatu (Bodystat 1500 MDD). Z naměřených absolutních rozměrů bylo možné vypočítat indexy, které vyjadřují vzájemný poměr několika rozměrů (BMI, WHR, WHtR). Za obézní jsou považováni dospělí jedinci s hodnotou BMI nad 30 kg/m^2.[101] Je ale důležité si uvědomit, že BMI nepodává informaci o tělesném složení a distribuci tuku. Proto byly pro jednoduchou a praktickou identifikaci obezity doporučeny také indexy WHR (waist–to–hip ratio), WHtR (waist–to–height ratio) a obvod pasu.[102] Hranice rizikovosti pro WHR je u mužů nad 0,90 a u žen nad 0,85, pro WHtR se uvádí hranice rizikovosti pro obě pohlaví 0,5.[103] Pro obvod pasu je riziková hodnota vyšší než 88 cm u žen a 102 cm u mužů.[101]

4.3.2. Zjištění pohybové aktivity a její intenzity

Abychom získali přehled o celodenní aktivitě jedinců, byl vypracován dotazník, do kterého každý účastník studie po 7 dní uváděl, kolik času denně věnoval činnostem uvedeným v dotazníku (Příloha 1). Součástí dotazníku byla i škála subjektivního hodnocení intenzity pohybové aktivity, kterou jedinci hodnotili na stupnici od 1 do 10. Údaje z dotazníku byly následně hodnoceny dvěma způsoby – bylo sledováno množství času věnované daným činnostem, a množství času věnované daným činnostem vynásobené hodnotou intenzity dané pohybové aktivity. Každému účastníku studie byl také zapůjčen krokoměr (Omron HJ-113W-E), pomocí kterého jedinci zaznamenávali počet kroků za den. Aerobní kroky byly započítány po 10 minutách nepřerušované chůze představované rychlostí minimálně

60 kroků za minutu. Jedinci byli požádáni o to, aby během studie neměnili své každodenní návyky.

4.4. Statistické hodnocení výsledků

Kontinuální a kategoriální proměnné byly hodnoceny programem STATISTICA Cz.[104] U kontinuálních proměnných byla vypočítána základní popisná statistika - konkrétně parametry polohy (průměr a medián) a parametry rozložení (směrodatná odchylka, minimum a maximum). Normalita rozložení byla posuzována pomocí Shapiro–Wilksova W a příslušné hladiny významnosti. Hladinou významnosti pro zamítnutí normality rozložení bylo $p<0,05$. Vzájemné závislosti mezi spojitými proměnnými byly posuzovány pomocí Spearmanova korelačního koeficientu *r* a jeho statistické významnosti na hladině $p<0,05$. Mann-Whitney U test byl použitý pro srovnání rozdílů mezi muži a ženami. Hodnoty z krokoměru byly hodnoceny jako kontinuální, ale také jako kategoriální proměnné. V druhém případě byly na základě 25. a 75. percentilu rozložení hodnot definovány skupiny s nízkou, střední a vysokou aktivitou. V kategorii s nízkou aktivitou byli jedinci, kteří ušli méně než 5101 kroků denně. Ve střední kategorii byli jedinci s 5101-8985 kroky za den a ve skupině s vysokou hodnotou aktivity byli jedinci, kteří ušli za den více než 8985 kroků. Pro aerobní kroky byly stejným způsobem (na základě 25. a 75. percentilu) také vytvořeny 3 kategorie. V kategorii s nízkou aerobní aktivitou byli jedinci, kteří ušli méně než 140 aerobních kroků denně, ve střední kategorii byli jedinci se 140-1500 aerobními kroky za den, ve skupině s vysokou hodnotou aktivity byli jedinci, kteří ušli za den více než 1500 aerobních kroků.

Také BMI, WHR a WHtR byly hodnoceny jako kontinuální i kategoriální proměnné, s kategoriemi definovanými podle standardu WHO. Kategorie BMI byly rozděleny na podváhu (U; BMI<18.50), normální hmotnost (N; BMI=18,5-24,9), nadváhu (OW; BMI=25,0-29,9), a obezitu (OB; BMI≥30 ,0). Kategorie WHR byly rozděleny na normální WHR (N; WHR<0,90 pro muže a WHR<0,85 pro ženy) a rizikové WHR (R; WHR>0,90 pro muže a WHR>0,85 pro ženy). Podobně byl rozdělen index WHtR, kdy byly vytvořeny kategorie normálního WHtR (N; WHtR <0,50) a rizikového WHtR (R; WHtR >0,50). Vztah mezi pohybovou aktivitou a tělesnými rozměry a indexy byl studován s pomocí Kruskal-Wallis ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre. Pro vizualizaci počtu jedinců v jednotlivých kategoriích byly vytvořeny kontingenční tabulky.

5. Výsledky

5.1. Antropologická charakteristika souboru

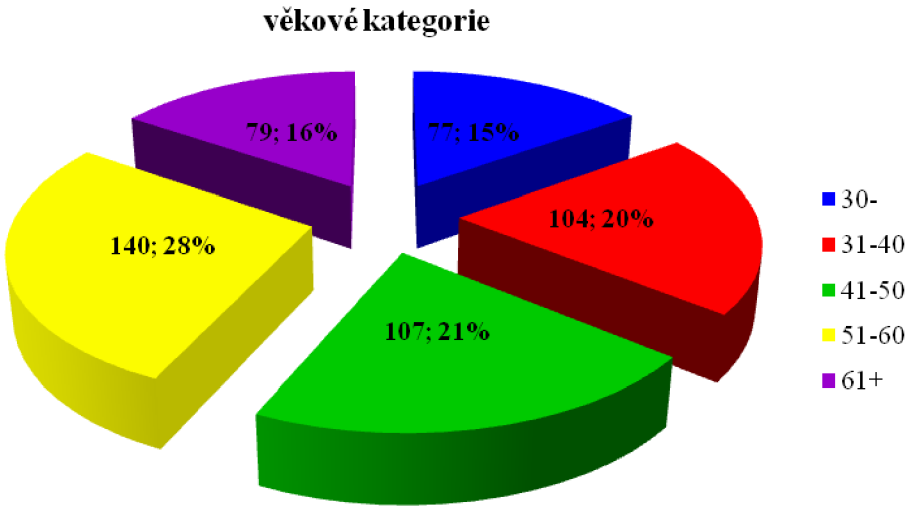
Základní charakteristika souboru je uvedena v tabulce 1. Celkem bylo hodnoceno 507 osob (380 žen a 127 mužů). Z hlediska věkového složení činil průměrný věk 45 ± 13 let. Do věkové kategorie do 30 let bylo zařazeno 77 jedinců (15%), do kategorie ≥30-<40 let 104 jedinců (20%), do kategorie ≥40-<50 let 107 jedinců (21%), do kategorie ≥50-<60 let 140 jedinců (28%) a do kategorie nad 60 let 79 jedinců (16%) (Graf 1). Průměrná výška jedinců v souboru byla 167 cm, což je dáno skutečností, že 75% souboru tvořily ženy, u kterých je průměrná výška obecně nižší. Průměrná hmotnost jedinců v souboru byla 92 kg. Průměrný obvod pasu a boků byl 102 cm a 115 cm. 90 mužů (71%) mělo obvod větší než 102 cm a stejné procento žen (270 žen) mělo obvod pasu větší než 88 cm. Průměrné BMI bylo 33 kg/m^2. Do kategorie s podváhou byli zařazeni 4 jedinci (1%), do kategorie s normální hmotností 73 jedinců (14%), do kategorie s nadváhou 114 jedinců (23%) a do kategorie s obezitou 316 jedinců (62%) (Graf 2). Průměrné WHR a WHtR činilo 0,88 a 0,61. 86 mužů (68%) mělo WHR vyšší než 0,95, zatímco u žen bylo nad hranicí rizikovosti, tedy WHR>0,85, 178 žen (47%). WHtR vyšší než 0,5 mělo 410 jedinců, což tvořilo 81% všech jedinců. Z hlediska tělesného složení bylo u jedinců zjištěno v průměru 37% tuku a 47% vody.

Pomocí Shapiro–Wilksova W bylo na hladině $p<0,05$ zamítnuto normální rozložení souboru.

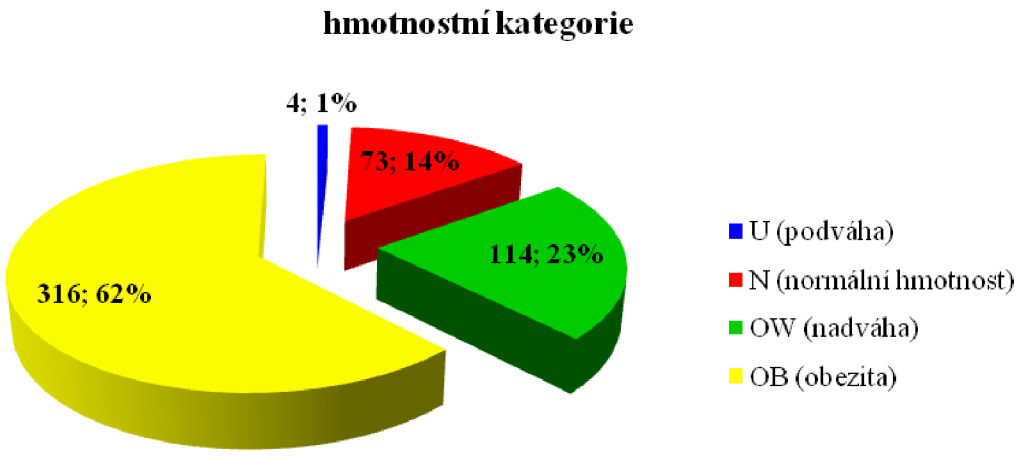
Tab. 1 - Základní popisná statistika studovaného souboru.

Proměnná	Popisné statistiky (celý soubor)				
	průměr	medián	minimum	maximum	sd
věk	45,44	46,80	15,80	73,20	13,23
výška	167,47	166,50	146,00	197,00	8,98
hmotnost	91,86	89,90	43,50	183,30	23,23
o_pas	101,76	101,00	58,00	162,00	18,95
o_boky	114,67	113,00	78,00	180,00	14,60
BMI	32,75	31,90	17,00	63,10	7,85
WHR	0,88	0,88	0,67	1,16	0,10
WHtR	0,61	0,61	0,34	0,97	0,11
%tuk	37,35	38,30	7,10	63,80	10,80
%voda	46,51	46,10	26,40	82,00	6,93

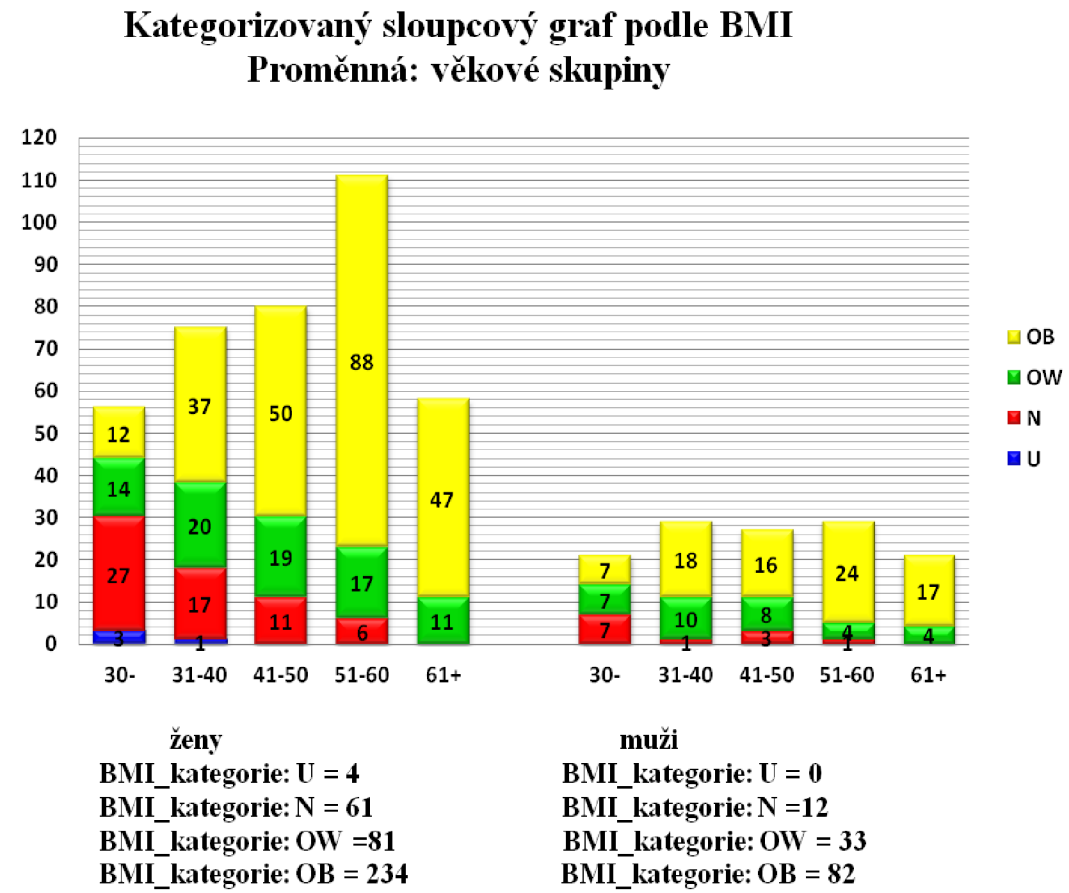
Graf 1 - Rozdělení jedinců do věkových kategorií.



Graf 2 - Rozdělení jedinců do hmotnostních kategorií.



Graf 3 - Rozdělení jedinců do hmotnostních a věkových kategorií v závislosti na jejich pohlaví.



U = podváha
N = normální hmotnost
OW = nadváha
OB = obezita

5.1.1. Antropometrické souvislosti mezi pohlavími

Antropometrické rozdíly mezi muži a ženami byly zkoumány pomocí Mann-Whitneyova U testu (Tab. 2). Výsledky této statistiky odpovídají obecně známým skutečnostem o velikosti a složení mužského a ženského těla. Bylo zjištěno, že ženy jsou v průměru nižší, mají nižší hmotnost, menší obvod pasu než muži a naopak vyšší obvod boků a větší obsah tuků a vody v těle než muži.

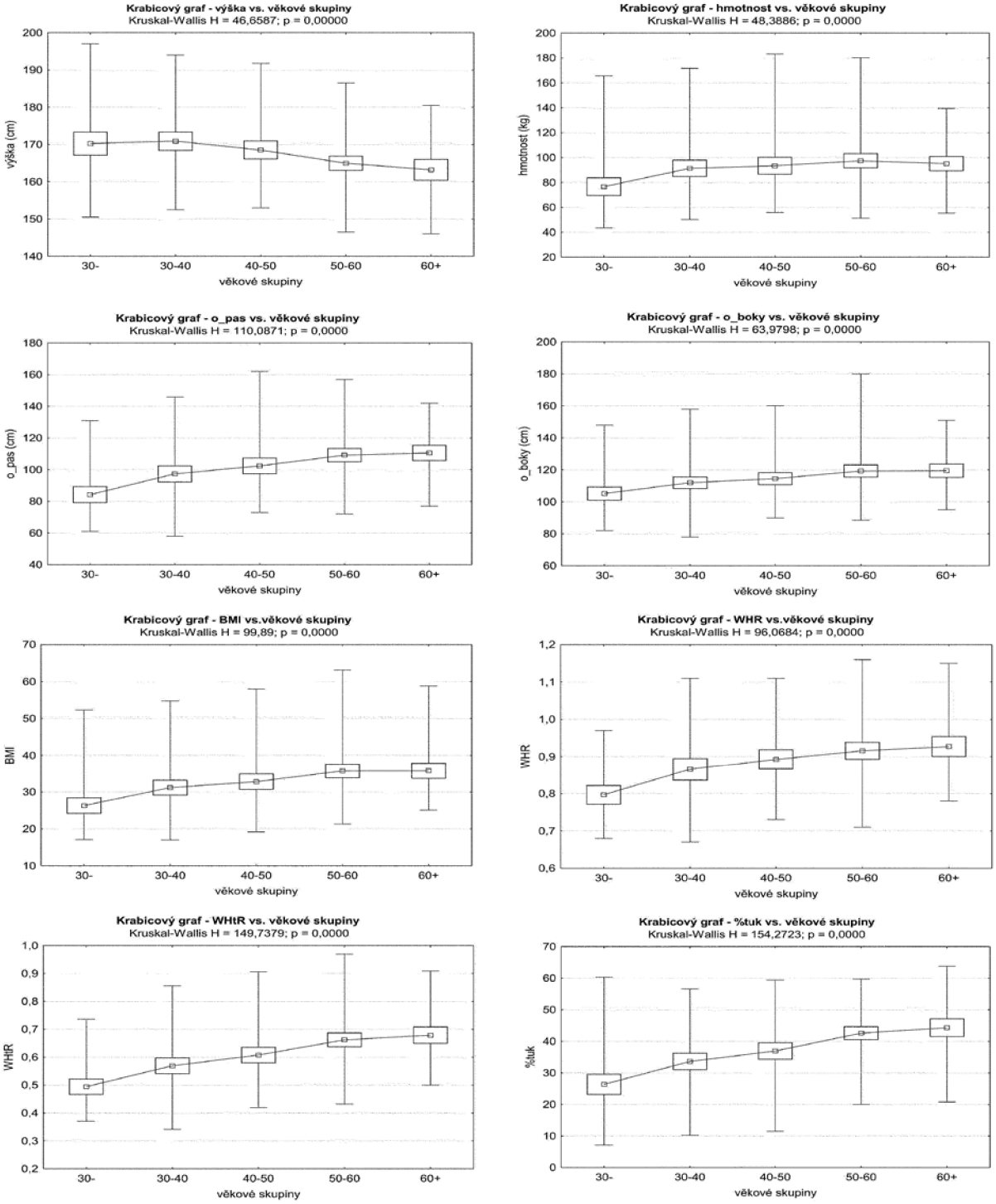
Tab. 2 - Popisná statistika antropometrických rozměrů pro ženy (F) a muže (M). Statisticky významné rozdíly na hladině $p<0,05$ jsou označeny hvězdičkou.

Proměnná	Popisné statistiky pro ženy (F) a muže (M)									
	průměr		medián		minimum		maximum		sd	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
věk	45,81	44,35	47,35	43,60	16,00	15,80	73,20	71,40	13,14	13,52
výška*	164,12	177,49	164,00	176,80	146,00	162,00	188,00	197,00	6,82	6,99
hmotnost*	87,66	104,42	86,05	100,40	43,50	59,10	180,30	183,30	21,70	23,20
o_pas*	98,64	111,09	98,00	111,00	58,00	72,00	157,00	162,00	18,04	18,61
o_boky*	115,44	112,38	114,00	110,00	78,00	88,50	180,00	149,00	15,21	12,37
BMI	32,61	33,16	31,85	32,20	17,00	19,60	63,10	58,00	8,04	7,24
WHR*	0,85	0,98	0,85	1,01	0,67	0,78	1,10	1,16	0,08	0,09
WHtR*	0,60	0,63	0,60	0,63	0,34	0,41	0,97	0,92	0,12	0,11
%tuk*	40,37	28,32	41,55	28,20	15,00	7,10	63,80	47,20	9,71	8,69
%voda*	44,75	51,79	44,30	52,00	26,40	39,30	63,80	82,00	6,20	6,29

5.1.2. Antropometrické souvislosti mezi věkovými kategoriemi

S pomocí Kruskal-Wallisova H bylo zjištěno, že u každé antropometrické proměnné je vždy alespoň jedna věková kategorie jiná, než ostatní (Graf 4). Konkrétní rozdíly mezi věkovými kategoriemi byly určeny pomocí vícenásobného porovnání *z* hodnot. Bylo zjištěno, že jedinci do 50 let jsou statisticky významně vyšší, než jedinci starší 50 let ($p<0,05$). Jedinci do 30 let měli statisticky významně nižší hmotnost, než ostatní věkové skupiny ($p<0,05$). U obvodu pasu, BMI, WHtR a procentuálního zastoupení tuku můžeme v krabicových grafech sledovat významné zvyšování těchto proměnných s věkem. Vícenásobným porovnání *z* hodnot se od sebe statisticky významně nelišily pouze hodnoty mezi kategoriemi 30-40letých a 40-50letých, dále hodnoty 50-60letých od jedinců starších 60 let. Obvod boků a WHR byl statisticky významně nižší u jedinců do 30 let než v ostatních věkových skupinách, jedinci ve věkových skupinách od 30 do 40 let měli také nižší obvod boků a WHR než jedinci ve věkové skupině od 50 do 60 let a jedinci starší 60 let ($p<0,05$).

Graf 4 – Krabicové grafy zobrazující měnící se antropometrické rozměry s ohledem na věkové kategorie.



5.1.3. Korelace mezi jednotlivými antropometrickými ukazateli

Pomocí Spearmanova korelačního koeficientu *rhó* ρ bylo zjištěno, že s výjimkou obvodu boků s výškou spolu všechny naměřené údaje významně korelují (Tab. 3). Nejsilnější pozitivní korelace, která není mezi proměnnými na sobě závislými (například obvod pasu a WHtR), nebo vycházejícími z podobných údajů (například WHtR a BMI) byla mezi obvodem pasu a BMI (ρ=0,92) a hmotností (ρ=0,91). Nejsilnější negativní závislost, která však nebyla tak vysoká, jako závislost pozitivní, byla mezi procentuálním zastoupením tuku v těle a výškou postavy (ρ=-0,47).

Tab. 3 - Korelace mezi jednotlivými antropometrickými rozměry.

Proměnná	věk	výška	hmotnost	o_pas	o_boky	BMI	WHR	WHtR	%tuk	%voda
věk	1,00									
výška	-0,28*	1,00								
hmotnost	0,26*	0,32*	1,00							
o_pas	0,44*	0,10*	0,91*	1,00						
o_boky	0,34*	-0,04	0,84*	0,81*	1,00					
BMI	0,42*	-0,10*	0,89*	0,92*	0,92*	1,00				
WHR	0,40*	0,21*	0,60*	0,77*	0,30*	0,54*	1,00			
WHtR	0,53*	-0,16*	0,81*	0,96*	0,82*	0,94*	0,70*	1,00		
%tuk	0,55*	-0,47*	0,51*	0,61*	0,79*	0,77*	0,19*	0,74*	1,00	
%voda	-0,33*	0,30*	-0,55*	-0,58*	-0,79*	-0,73*	-0,15*	-0,67*	-0,92*	1,00

5.2. 24 hodinový záznam činnosti jedinců v souboru

Průměrný 24 hodinový záznam aktivity celého souboru je uveden v tabulce 4. Lidé strávili v průměru 7 hodin a 26 minut denně spánkem, hodinu cestováním dopravními prostředky, 4 hodiny a 26 minut v zaměstnání, 2 hodiny a 50 minut prací v domácnosti, 3 hodiny a 34 minut odpočinkem, 1 hodinu a 6 minut chůzí, 35 minut sportovní či jinou aktivní činností a 2 hodiny a 50 minut ostatními aktivitami (jídlo, hygiena atd.).

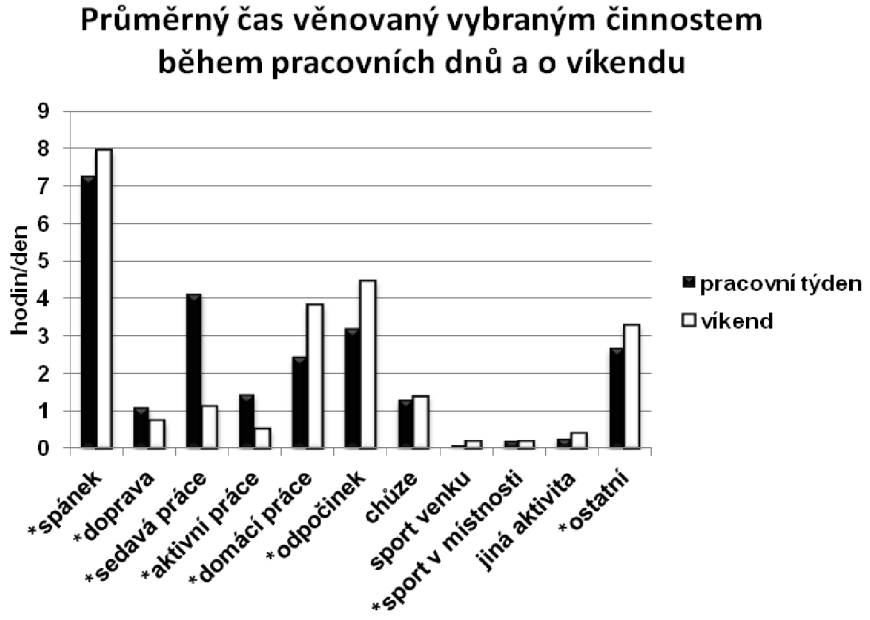
Pomocí Shapiro–Wilksova W bylo na hladině $p<0,05$ zamítnuto normální rozložení souboru.

Tab. 4 – 24 hodinový záznam činnosti jedinců zjištěný dotazníkovým šetřením.

Proměnná	Popisné statistiky (složení dne)				
	průměr	medián	minimum	maximum	sd
spánek	7,44	7,50	0,00	11,57	0,98
doprava	0,99	0,86	0,00	6,14	0,77
sedavá práce	3,26	3,43	0,00	12,00	2,65
aktivní práce	1,17	0,21	0,00	8,86	1,79
domácí práce	2,83	2,50	0,00	12,57	1,95
odpočinek	3,56	3,33	0,00	12,14	1,90
chůze	1,31	1,21	0,00	4,00	0,80
sport venku	0,11	0,00	0,00	2,93	0,31
sport v místnosti	0,19	0,04	0,00	3,00	0,32
jiná aktivita	0,29	0,07	0,00	3,29	0,51
ostatní	2,84	2,44	0,46	15,61	1,72

Vzhledem k tomu, že byla monitorována celotýdenní aktivita, byl pomocí Mann-Whitneyova U testu zjišťován také rozdíl mezi denními aktivitami prováděnými v pracovním týdnu a během víkendu (Graf 5). S výjimkou času věnovanému chůzi, sportu venku a jiné pohybové činnosti se složení dne během pracovního týdne a víkendu statisticky významně lišilo ($p<0,05$). Nejvíce to bylo patrné v času věnovanému práci, kdy se jedinci během pracovního týdne věnovali práci vsedě a aktivní práci v průměru 5 hodin a 33 minut denně, oproti 1 hodině a 37 minutám denně věnovaným této činnosti během víkendu. Také čas strávený v dopravních prostředcích byl během pracovního týdne vyšší (1 hodina a 6 minut) oproti času strávenému v dopravních prostředcích během víkendu (v průměru 44 minut).

Graf 5 – Průměrný čas věnovaný vybraným činnostem v pracovním týdnu a během víkendu. Hladina významnosti $p<0,05$ označena hvězdičkou.



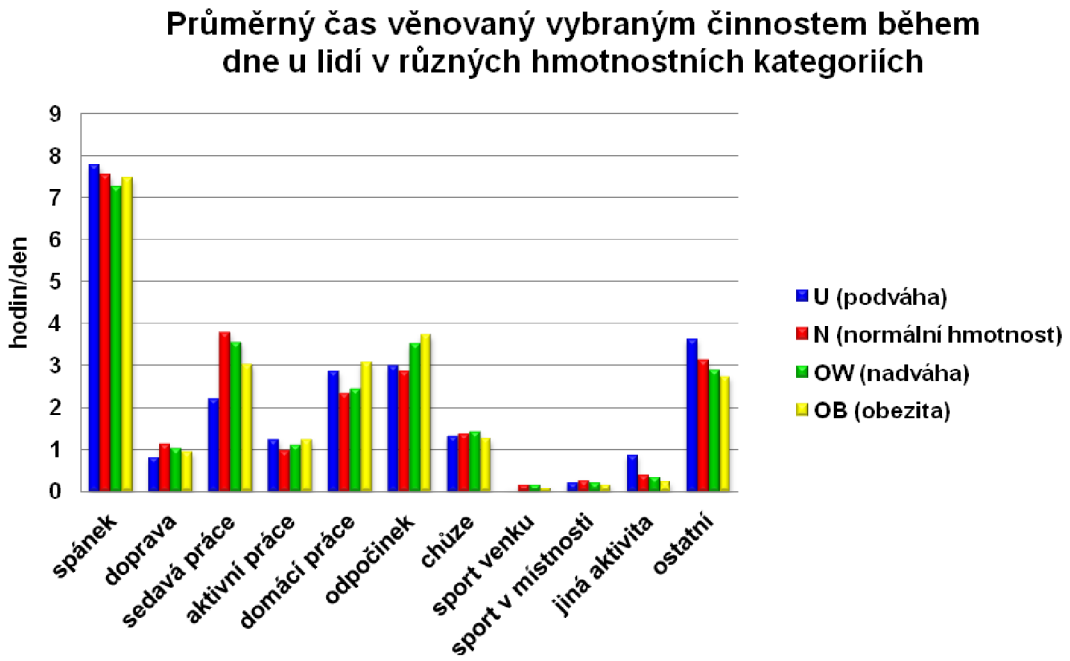
Z grafu je dále patrné, že domácím pracím se lidé více věnovali během víkendu (v průměru 3 hodiny a 49 minut), než v průběhu pracovního týdne (v průměru 2 hodiny a 26 minut). Během víkendu také lidé spali delší dobu (v průměru 7 hodin a 56 minut) a věnovali více času odpočinku (v průměru 4 hodiny a 28 minut), než během pracovního týdne (v průměru 7 hodin a 14 minut spánku a 3 hodiny a 12 minut odpočinku). Během pracovního týdne jedinci trávili více času sportem v místnosti (v průměru 12 minut), než během víkendu (v průměru 11 minut). Ostatní aktivity zabraly jedincům v průměru 3 hodiny a 17 minut během víkendu oproti 2 hodinám a 40 minutám, které jim zabraly během pracovního týdne.

Pro podrobnější zhodnocení bylo dále složení celkové denní aktivity hodnoceno s ohledem na pohlaví, BMI a věkovou skupinu.

5.2.1. Zastoupení jednotlivých aktivit během dne u lidí s různým BMI

V grafu 6 je uveden čas věnovaný dané aktivitě u jedinců v různých hmotnostních kategoriích. Statistická významnost rozdílů v celodenních aktivitách mezi jednotlivými kategoriemi BMI byla zjišťována na základě Kruskal-Wallis ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre (Tab. 5).

Graf 6 – Průměrný čas věnovaný vybraným činnostem u jedinců v jednotlivých BMI kategoriích.



Tab. 5 - Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v pohybových aktivitách mezi jednotlivými BMI kategoriemi. V tabulce U=podváha, N=normální hmotnost, OW=nadváha a OB=obezita. Hladina testu p<0,05 označena hvězdičkou.

Proměnná	Kruskal-Wallis test	Hmotnostní kategorie	U	N	OW
spánek	3,32	N	0,72		
		OW	1,13	1,37	
		OB	0,84	0,41	1,40
doprava	7,6	N	0,68		
		OW	0,56	0,43	
		OB	0,12	2,22	2,06
sedavá práce	9,65*	N	1,00		
		OW	0,86	0,51	
		OB	0,39	2,48	2,25
aktivní práce	0,06	N	0,13		
		OW	0,08	0,16	
		OB	0,12	0,03	0,19
domácí práce	16,92*	N	0,07		
		OW	0,31	0,81	
		OB	0,94	3,40*	2,92*
odpočinek	14,90*	N	0,40		
		OW	0,28	2,30	
		OB	0,58	3,81*	1,36
chůze	2,51	N	0,21		
		OW	0,15	0,22	
		OB	0,46	0,93	1,41
sport venku	16,28*	N	0,19		
		OW	0,30	0,38	
		OB	0,80	2,36	2,28
sport v místnosti	17,10*	N	0,46		
		OW	0,03	1,46	
		OB	0,46	3,58*	2,25
jiná aktivita	28,46*	N	0,96		
		OW	1,40	1,47	
		OB	2,07	4,21*	3,00*
ostatní	10,05*	N	1,10		
		OW	1,50	1,32	
		OB	1,80	2,61	1,29

V množství spánku a v času stráveném v dopravních prostředcích nebyly rozdíly mezi jednotlivými hmotnostními kategoriemi statisticky významné. Nejkratší spánek, trvající v průměru 7 hodin a 16 minut, měli jedinci s nadváhou, následováni obézními jedinci (7 hodin a 28 minut) a dále jedinci s normální hmotností (7 hodin a 33 minut). Nejdelší spánek měli jedinci s podváhou, kteří spali v průměru 7 hodin a 47 minut.

Nejméně času v dopravních prostředcích strávili jedinci s podváhou, a to v průměru 50 minut, následovali jedinci obézní s 57 minutami, jedinci s nadváhou s 1 hodinou a 2 minutami. Nejvíce času v dopravních prostředcích strávili jedinci s normální hmotností, a to 1 hodinu a 8 minut.

V času věnovanému práci vsedě byl nalezen rozdíl mezi skupinami (H=9,65, p=0,02), vícenásobným porovnáním *z* hodnot však nebyl odhalen rozdíl mezi konkrétními kategoriemi. Nejméně pracovali vsedě jedinci s podváhou, a to v průměru 2 hodiny a 13 minut denně, jedinci z ostatních hmotnostních kategorií pracovali v průměru denně více

než 3 hodiny. U jedinců obézních to byly 3 hodiny a 2 minuty, u jedinců s nadváhou 3 hodiny a 33 minut a nejvíce to bylo u jedinců s normální hmotností (3 hodiny a 47 minut). Aktivní prací denně strávili nejméně času jedinci s normální hmotností (59 minut). Jedinci s nadváhou denně strávili aktivní prací v průměru 1 hodinu a 7 minut a jedinci s podváhou společně s jedinci obézními 1 hodinu a 14 minut. Rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi však nebyly statisticky významné. Oproti tomu byl z hlediska času věnovanému domácím pracím zjištěn mezi hmotnostními kategoriemi statisticky významný rozdíl (H=l6,92, p=0,00), kdy obézní jedinci trávili domácími pracemi statisticky významně delší dobu (v průměru 3 hodiny a 4 minuty), než jedinci s normální hmotností (2 hodiny a 20 minut) a jedinci s nadváhou (2 hodiny a 28 minut) ($p<0,05$). Jedinci s podváhou trávili domácími pracemi 2 hodiny a 52 minut.

V množství času věnovanému odpočinku se hmotnostní kategorie mezi sebou také lišily (H=14,90, p=0,00). Konkrétně se lišily v množství odpočinku mezi jedinci normálními a obézními ($p<0,05$). Jedinci s normální hmotností se věnovali odpočinku 2 hodiny a 52 minut, následování jedinci s podváhou (3 hodiny) a jedinci s nadváhou (3 hodiny a 31 minut). Největší čas věnovali odpočinku jedinci obézní s 3 hodinami a 44 minutami.

Čas věnovaný chůzi byl mezi hmotnostními kategoriemi velmi podobný a nebyl statisticky významný. Obézní jedinci denně v průměru chodili 1 hodinu a 16 minut, jedinci s podváhou 1 hodinu a 20 minut, jedinci s normální hmotností 1 hodinu a 23 minut a jedinci s nadváhou 1 hodinu a 25 minut.

Ve venkovní sportovní aktivitě byl rozdíl mezi skupinami významný (H=16,28, p=0,00), vícenásobným porovnáním *z* hodnot však nebyl odhalen rozdíl mezi konkrétními kategoriemi. Této aktivitě se nejméně věnovali jedinci s podváhou, a to v průměru 2 minuty denně. Výsledek byl ovlivněn nízkým počtem respondentů v této hmotnostní kategorii. V ostatních hmotnostních kategoriích však množství sportovní venkovní aktivity nebylo o mnoho vyšší. Obézní jedinci trávili venkovní sportovní aktivitou v průměru 5 minut denně, jedinci s nadváhou a s normální hmotností potom minut 9. Ve sportovní aktivitě v místnosti (H=17,10, p=0,00) a v jiné pohybové aktivitě (H=28,46, p=0,00) se hmotnostní kategorie mezi sebou významně lišily (konkrétně kategorie normálních a obézních jedinců). U jiné pohybové aktivity byly rozdíly významné také mezi obézními jedinci a jedinci s nadváhou ($p<0,05$). Obézní jedinci v průměru strávili sportem v místnosti 10 minut a jinou pohybovou aktivitou v průměru denně 14 minut, jedinci s podváhou sportovali v místnosti 12 minut a jinou pohybovou aktivitou trávili

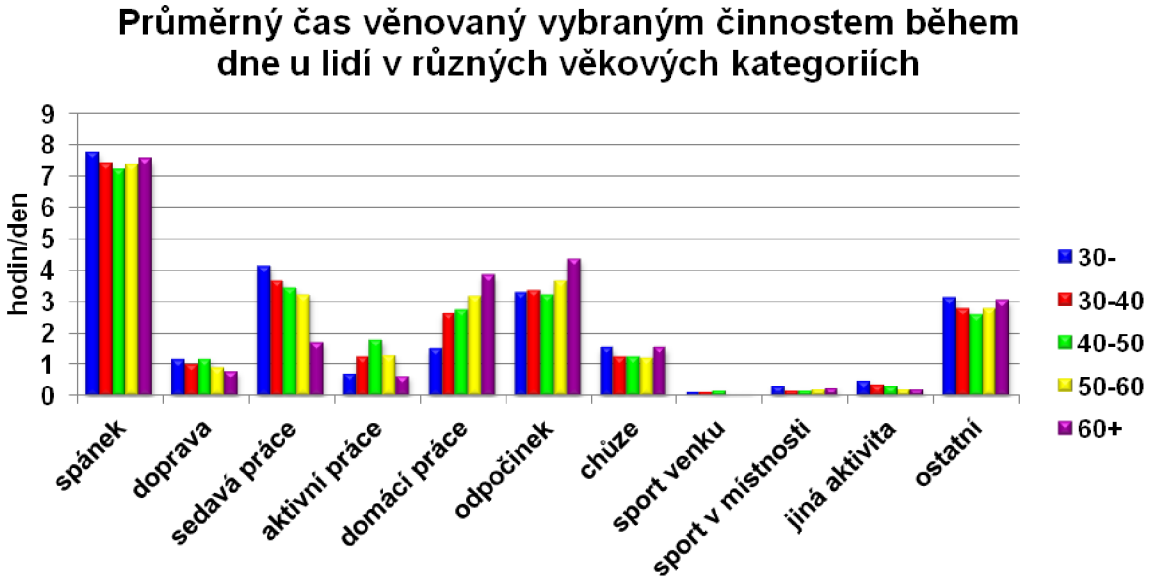
průměrně 52 minut denně, jedinci s nadváhou věnovali sportu v místnosti v průměru 13 minut a jiné pohybové aktivitě 20 minut, jedinci s normální hmotností trávili průměrně sportem v místnosti 17 minut a jiné pohybové aktivitě věnovali v průměru 24 minut denně.

V ostatní aktivitě byl rozdíl významný mezi všemi hmotnostními kategoriemi (H=10,05, p=0,02), vícenásobným porovnáním *z* hodnot však nebyl odhalen rozdíl mezi konkrétními kategoriemi. Ostatní aktivitou strávili nejméně času jedinci obézní, a to 2 hodiny a 45 minut, následováni jedinci s nadváhou (2 hodiny a 54 minut), jedinci s normální hmotností (3 hodiny a 8 minut) a nakonec jedinci s podváhou (3 hodiny a 39 minut).

5.2.2. Zastoupení jednotlivých aktivit u lidí různých věkových kategorií

V grafu 7 je uveden čas věnovaný dané aktivitě u jedinců různých věkových kategorií. Statisticky významný rozdíl v celodenních aktivitách mezi jednotlivými věkovými kategoriemi byl zjišťován na základě Kruskal-Wallis ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre (Tab. 6).

Graf 7 – Průměrný čas věnovaný vybraným činnostem u jedinců v jednotlivých věkových kategoriích.



Tab. 6 - Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v pohybových aktivitách mezi jednotlivými věkovými kategoriemi. Hladina testu $p<0,05$ označena hvězdičkou.

Proměnná	Kruskal-Wallis test	Věkové kategorie	30-	30-40	40-50	50-60
spánek	23,97*	30-40	2,8			
		40-50	4,83*	2,19		
		50-60	3,27*	0,33	2,02	
		60+	2,22	0,43	2,47	0,77
doprava	20,52*	30-40	1,84			
		40-50	1,49	0,39		
		50-60	3,39*	1,58	2,01	
		60+	3,97*	2,41	2,79	1,1
sedavá práce	42,60*	30-40	0,9			
		40-50	1,54	0,69		
		50-60	2,55	1,75	1,03	
		60+	5,81*	5,32*	4,72*	4,04*
aktivní práce	28,24*	30-40	1,3			
		40-50	2,66	1,47		
		50-60	0,82	0,61	2,2	
		60+	2,02	3,47*	4,86*	3,12*
domácí práce	80,20*	30-40	4,28*			
		40-50	5,81*	1,64		
		50-60	7,22*	2,95*	1,22	
		60+	8,20*	4,49*	3,00*	2,05
odpočinek	14,13*	30-40	0,53			
		40-50	0,03	0,54		
		50-60	1,32	0,83	1,42	
		60+	3,10*	2,79	3,31*	2,19
chůze	16,94*	30-40	2,08			
		40-50	2,19	0,11		
		50-60	2,59	0,43	0,32	
		60+	0,61	2,76	2,87*	3,31*
sport venku	10,19*	30-40	1,38			
		40-50	0,99	0,43		
		50-60	2,16	0,77	1,23	
		60+	1,87	0,62	1,03	0,05
sport v místnosti	11,39*	30-40	2,8			
		40-50	2,5	0,35		
		50-60	2,78	0,21	0,16	
		60+	1,92	0,76	0,44	0,62
jiná aktivita	60,05*	30-40	1,16			
		40-50	2,87*	1,85		
		50-60	5,51*	4,69*	2,75	
		60+	5,53*	4,77*	3,08*	0,74
ostatní	12,74*	30-40	1,65			
		40-50	2,79	1,23		
		50-60	2,17	0,46	0,85	
		60+	0,02	1,64	2,79	2,17

Na základě Kruskal-Wallis ANOVA testu a mnohonásobného srovnání z-skóre bylo zjištěno, že se všechny aktivity mezi věkovými skupinami statisticky významně lišily. Spánek byl statisticky významně delší u jedinců mladších 30 let (v průměru 7 hodin a 46

minut) v porovnání se skupinami mezi 40-50 lety (v průměru 7 hodin a 12 minut) a 50-60 lety (v průměru 7 hodin a 23 minut) ($p<0,05$). V ostatních věkových skupinách byla průměrná délka spánku 7 hodin a 26 minut u skupiny 30-40 let a 7 hodin a 33 minut u jedinců starších 60 let.

V času stráveném v dopravních prostředcích dosáhli jedinci do 30 let statisticky významně více času (v průměru 1 hodinu a 10 minut), než jedinci ve věkové kategorii 50-60 let (v průměru 52 minut) a nad 60 let (v průměru 46 minut) ($p<0,05$). Jedinci ve věkové skupině 30-40 let strávili v dopravních prostředcích v průměru hodinu a ve věkové skupině 40-50 let 1 hodinu a 11 minut.

Z hlediska času věnovanému práci vsedě se skupina jedinců starších 60 let lišila od všech ostatních věkových skupin, kdy této činnosti věnovala v průměru neméně času, a to 1 hodinu a 43 minut ($p<0,05$). U ostatních skupin to byly 4 hodiny a 7 minut u jedinců mladších 30 let, 3 hodiny a 40 minut u jedinců ve skupině 30-40 let, 3 hodiny a 26 minut u jedinců 40-50 let a 3 hodiny a 13 minut u jedinců ve věkové kategorii 50-60 let. Podobné to bylo i z hlediska aktivní práce, kdy se opět statisticky významně lišila skupina starší 60 let od všech ostatních věkových skupin ($p<0,05$), tentokrát však s výjimkou skupiny mladší 30 let. Jedinci starší 60 let věnovali aktivní práci nejméně času, a to 38 minut, jedinci mladší 30 let potom 41 minut. Jedinci ve věkové skupině 30-40 let strávili aktivní prací v průměru 1 hodinu a 13 minut, ve skupině 40-50 let v průměru 1 hodinu a 46 minut a jedinci ve věkové skupině 50-60 let 1 hodinu a 16 minut denně.

Čas věnovaný práci v domácnosti se zvyšoval s věkem. Jedinci do 30 let trávili prací v domácnosti v průměru 1 hodinu a 29 minut, jedinci 30-40letí 2 hodiny a 38 minut, jedinci 40-50letí 2 hodiny a 46 minut, jedinci 50-60letí 3 hodiny a 11 minut a jedinci starší než 60 let v průměru 3 hodiny a 51 minut denně. Statisticky významné byly hodnoty téměř mezi všemi věkovými kategoriemi ($p<0,05$), s výjimkou rozdílů mezi kategoriemi 60+ a 50-60 a mezi skupinou 40-50letých a kategoriemi 30-40 let a 50-60 let.

V množství času věnovanému odpočinku se statisticky významně lišili jedinci v kategorii 60+ (trávící odpočinkem v průměru 4 hodiny a 22 minut) od skupin jedinců mladších 30 let a jedinců ve věkové skupině 40-50 let, kteří věnovali odpočinku kratší dobu (v průměru 3 hodiny a 16 min, 3 hodiny a 12 minut) ($p<0,05$). Jedinci ze skupiny 30-40 let věnovali odpočinku 3 hodiny a 22 minut, jedinci ze skupiny 50-60 let 3 hodiny a 40 minut.

Jedinci starší 60 let denně strávili více času chůzí (1 hodinu a 33 minut), než jedinci z ostatních věkových skupin. Jedinci mladší 30 let denně chodili 1 hodinu a 18 minut,

následováni jedinci z věkové skupiny 30-40 let (1 hodina a 14 minut), jedinci ve věkové skupině 40-50 let (1 hodina a 13 minut) a jedinci ve věkové skupině 50-60 let (1 hodina a 12 minut).

V času věnovanému sportovní aktivitě venku ($H=10,19$, $p=0,04$) i v místnosti ($H=11,39$, $p=0,02$) byl rozdíl mezi věkovými skupinami významný, vícenásobným porovnáním *z* hodnot však nebyl odhalen rozdíl mezi konkrétními kategoriemi. Dohromady sportu venku a v místnosti věnovali jedinci do třiceti let v průměru 23 minut, jedinci v kategorii 30-40 let 16 minut, jedinci v kategorii 40-50 let 20 minut, jedinci v kategorii 50-60 let 16 minut a jedinci starší 60 let 19 minut.

V času věnovanému jiné, než sportovní pohybové aktivitě se od sebe lišily kategorie mladší 30 let s 29 minutami od kategorie 40-50 let (19 minut) a dále kategorií 50-60 let a 60+ (11 minut pro obě kategorie) ($p<0,05$). Výsledek byl statisticky významný také pro kategorie 30-40letých od skupin 50-60 a 60+ a skupiny v kategorii 40-50 let od skupiny 60+ ($p<0,05$).

V času věnovaném ostatní aktivitě byl rozdíl významný mezi všemi věkovými skupinami ($H=12,74$, $p=0,01$), vícenásobným porovnáním *z* hodnot však nebyl odhalen rozdíl mezi konkrétními kategoriemi. Nejkratší čas věnovali ostatním aktivitám jedinci z věkové kategorie 40-50 let (2 hodiny a 36 minut), následováni jedinci z věkové kategorie 50-60 let (2 hodiny a 47 minut), jedinci z věkové kategorie 30-40 let (2 hodiny a 48 minut), jedinci staršími 60 let (3 hodiny a 3 minuty) a nakonec jedinci mladšími 30 let (3 hodiny a 8 minut).

5.2.3. Zastoupení jednotlivých aktivit v závislosti na pohlaví jedinců

Rozdílnost zastoupení jednotlivých aktivit v závislosti na pohlaví jedinců je zobrazena v tabulce 7. Statistická významnost byla zjišťována pomocí Mann-Whitneyova U testu. Z výsledků vyplývá, že muži trávili statisticky významně více času v dopravních prostředcích, více se věnovali práci vsedě a sportu venku, zatímco ženy věnovaly statisticky významně více času domácím pracím ($p<0,05$).

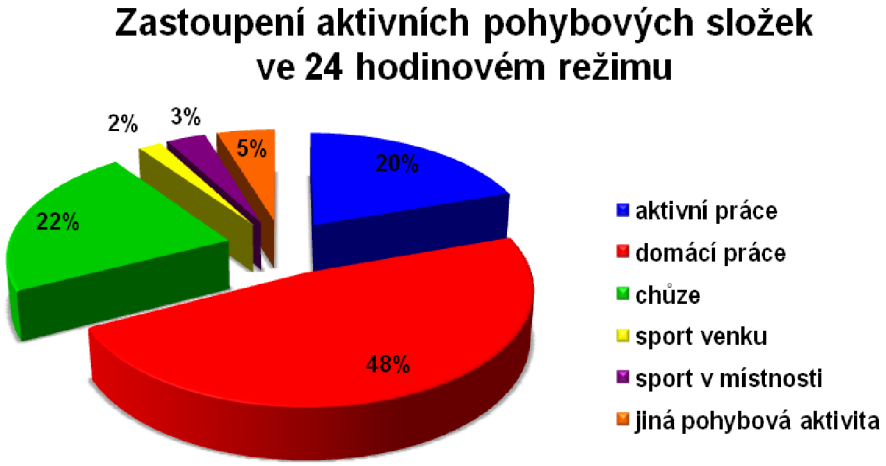
Tab. 7 - Čas věnovaný jednotlivým aktivitám - muži a ženy. Hladina významnosti p<0,05 označena hvězdičkou.

Proměnná	Popisné statistiky - složení dne pro ženy (F) a muže (M)					
	průměr		medián		sd	
	F	M	F	M	F	M
spánek	7,44	7,43	7,50	7,46	1,02	0,86
doprava*	0,91	1,25	0,82	1,00	0,71	0,90
sedavá práce*	2,98	4,09	2,98	4,43	2,60	2,61
aktivní práce	1,20	1,10	0,14	0,36	1,85	1,58
domácí práce*	3,21	1,69	2,86	1,43	1,97	1,34
odpočinek	3,48	3,77	3,21	3,57	1,87	1,98
chůze	1,36	1,18	1,21	1,14	0,82	0,70
sport venku*	0,09	0,17	0,00	0,00	0,27	0,40
sport v místnosti	0,17	0,26	0,06	0,00	0,26	0,44
jiná aktivita	0,29	0,28	0,04	0,11	0,52	0,49
ostatní	2,86	2,77	2,43	2,57	1,80	1,45

5.3. Hodnocení aktivních pohybových složek ve 24 hodinovém režimu jedinců

Ze všech celodenních činností byly pro následující analýzy vybrány pouze ty, u kterých byla zaznamenána intenzita pohybu. Mezi tyto aktivity patřila aktivní práce v hlavním zaměstnání, domácí práce, chůze, sport venku, sport v místnosti a jiná pohybová aktivita. Největší podíl na aktivní činnosti měly v průměru domácí práce (48%), následované chůzí (22%) a aktivní prací v hlavním zaměstnání (20%). Nejmenší zastoupení na celkové aktivní činnosti jedinců naopak měl sportu venku (2%) a v místnosti (3%) (Graf 8).

Graf 8 – Procentuální zastoupení jednotlivých pohybových aktivit, u kterých byla zaznamenána intenzita pohybu.



Pro hodnocení aktivních pohybových složek ve vztahu k věkovým skupinám a hmotnostním kategoriím byly sloučeny aktivity mající vztah k práci (aktivní práce v hlavním zaměstnání a domácí práce) a sportovní aktivity (sport venku a v místnosti). Aktivity byly hodnoceny v podobě času věnovanému daným aktivitám za den a dále v podobě času za den vynásobeným intenzitou dané aktivity.

5.3.1. Vztah mezi aktivním pohybem a antropometrickými údaji

Bylo zjištěno, že hodnocení pohybové činnosti formou času věnovaného daným aktivitám za den a dále v podobě času za den vynásobeným intenzitou dané aktivity, se od sebe příliš neliší (Tab. 8). Čas i čas společně s intenzitou věnovaný práci statisticky významně pozitivně koreloval s věkem, obvodem pasu, BMI, WHtR a % tuku a statisticky významně negativně koreloval s tělesnou výškou a % vody v těle ($p<0,05$). Čas i čas společně s intenzitou věnovaný chůzi statisticky významně negativně koreloval s obvodem pasu a WHR ($p<0,05$). Čas i čas společně s intenzitou věnovaný sportu statisticky významně pozitivně koreloval s tělesnou výškou a statisticky významně negativně s ostatními tělesnými rozměry (s výjimkou věku a WHR) ($p<0,05$). Čas i čas společně s intenzitou věnovaný jiné aktivitě statisticky významně pozitivně koreloval s % vody v těle, s ostatními tělesnými rozměry (s výjimkou tělesné výšky) koreloval významně negativně ($p<0,05$).

Tab. 8 – Korelace (Spearmanovo ρ) mezi pohybovými aktivitami a antropometrickými údaji. Pohybové aktivity byly hodnoceny z hlediska času (T) věnovaného dané aktivitě za den a času vynásobeného intenzitou pohybu (T*I). Hladina významnosti $p<0,05$ označena hvězdičkou.

.

Proměnná	věk	výška	hmotnost	o_pas	o_boky	BMI	WHR	WHtR	%tuk	%voda
T_práce	0,29*	-0,27*	0,00	0,06	0,15*	0,14*	-0,02	0,15*	0,31*	-0,23*
T_chůze	0,00	-0,05	-0,09	-0,09*	-0,05	-0,07	-0,10*	-0,08	-0,02	0,02
T_sport	-0,08	0,14*	-0,16*	-0,20*	-0,23*	-0,24*	-0,09	-0,24*	-0,23*	0,20*
T_jiná aktivita	-0,36*	0,08	-0,18*	-0,23*	-0,23*	-0,23*	-0,15*	-0,25*	-0,26*	0,20*
T_celkem	0,21*	-0,21*	-0,07	-0,03	0,06	0,04	-0,06	0,04	0,21*	-0,15*
T*I_práce	0,25*	-0,27*	0,03	0,09	0,17*	0,16*	0,00	0,17*	0,31*	-0,24*
T*I_chůze	-0,03	-0,07	-0,12*	-0,12*	-0,07	-0,10*	-0,12*	-0,11*	-0,03	0,03
T*I_sport	-0,12*	0,14*	-0,17*	-0,22*	-0,25*	-0,26*	-0,10*	-0,27*	-0,26*	0,23*
T*I_jiná aktivita	-0,38*	0,09	-0,17*	-0,23*	-0,24*	-0,23*	-0,14*	-0,25*	-0,27*	0,21*
T*I_celkem	0,12*	-0,21*	-0,06	-0,04	0,05	0,03	-0,07	0,03	0,17*	-0,13*

V několika případech však nebyl výsledek statisticky významný s ohledem na čas věnovaný dané aktivitě, ale byl významný při zohlednění intenzity, kterou byla činnost prováděna. To platilo pro chůzi, kdy byla nalezena statisticky významná negativní korelace

s tělesnou hmotností, BMI a WHtR ($p<0,05$), a pro sport, kdy byl na rozdíl od samotného času výsledek staticky významně negativní také pro věk a WHR ($p<0,05$).

Z korelací je patrné, že množství práce pozitivně souvisí s „rizikovými tělesnými rozměry“, zatímco množství sportu a jiné pohybové aktivity je spojeno se „zdravějším“ somatotypem. Můžeme usuzovat, že sportovní a jiné pohybové aktivity, na rozdíl od práce, mají na zdraví lepší vliv. Spojení množství práce s „rizikovými tělesnými rozměry“ vedlo k hypotéze, že čím více lidé pracují, tím méně mají chuť věnovat se sportovním a jiným pohybovým aktivitám. Korelací jednotlivých pohybových aktivit mezi sebou bylo opravdu potvrzeno, že čím více času denně tráví jedinci prací, tím méně času věnují sportu a jiné pohybové aktivitě, než sportovní (Tab. 9). Čas věnovaný chůzi, sportu a jiné pohybové aktivitě, než sportovní, spolu navzájem statisticky významně pozitivně korelují ($p<0,05$).

Tab. 9 - Vzájemná korelace (Spearmanovo ρ) mezi jednotlivými pohybovými aktivitami. Hladina významnosti $p<0,05$ označena hvězdičkou.

Proměnná	T_práce	T_chůze	T_sport	T_jiná aktivita
T_práce	1,00			
T_chůze	-0,02	1,00		
T_sport	-0,12*	0,09*	1,00	
T_jiná aktivita	-0,12*	0,13*	0,11*	1,00

5.3.2. Aktivní pohyb u lidí v různých BMI kategoriích

Porovnání jedinců v jednotlivých hmotnostních kategoriích v závislosti na času věnovaném aktivní pohybové činnosti i jeho intenzitě je zobrazeno v tabulce 10. Jedinci se v jednotlivých BMI kategoriích mezi sebou vzájemně lišili v množství vykonané práce i s přihlédnutím k intenzitě výkonu této práce. Je-li brán v úvahu čas věnovaný práci i čas společně s intenzitou výkonu této činnosti, tak se mezi sebou statisticky významně lišili jedinci s normální hmotností (v průměru trávili prací 3 hodiny a 18 minut denně) a jedinci obézní (v průměru trávili prací o hodinu více, tedy 4 hodiny a 18 minut denně) ($p<0,05$), dále byl statisticky významný rozdíl mezi obézními jedinci a jedinci s nadváhou (ti trávili prací v průměru 3 hodiny a 36 minut denně) ($p<0,05$).

V kategorii chůze nebyly rozdíly mezi skupinami statisticky významné, a to ani při zohlednění intenzity výkonu.

Čas věnovaný sportu samotný i čas a intenzita výkonu se statisticky významně lišili mezi jedinci s normální hmotností (věnovali se sportu v průměru 26 minut denně) a jedinci obézními (věnovali se sportu v průměru 15 minut denně) a mezi jedinci obézními a jedinci

s nadváhou (ti se věnovali sportu v průměru 23 minut denně) ($p<0,05$). Stejné to bylo i pro jinou pohybovou aktivitu, než sportovní, kdy se samotný čas i čas společně s intenzitou výkonu lišil mezi jedinci s normální hmotností (věnovali se jiné, než sportovní aktivitě v průměru 24 minut denně) a jedinci obézními (věnovali se jiné, než sportovní aktivitě v průměru 14 minut denně) a mezi jedinci obézními a jedinci s nadváhou (ti se věnovali jiné, než sportovní aktivitě v průměru 20 minut denně) ($p<0,05$).

Při sečtení všech pohybových aktivit nebyly rozdíly mezi BMI kategoriemi významné, ani při zohlednění intenzity všech pohybových aktivit.

Tab. 10 - Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v pohybových aktivitách, u kterých byla zjišťována intenzita, mezi jednotlivými BMI kategoriemi. V tabulce U=podváha, N=normální hmotnost, OW=nadváha a OB=obezita. Hladina významnosti $p<0,05$ označena hvězdičkou.

Proměnná	Kruskal-Wallis test	Hmotnostní kategorie	U	N	OW	Proměnná	Kruskal-Wallis test	Hmotnostní kategorie	U	N	OW
T_práce	H=14,65*	N	0,57			T*I_práce	H=17,72*	N	0,57		
		OW	0,33	0,83				OW	0,92	1,14	
		OB	0,25	3,24*	2,71*			OB	1,5	3,54*	2,65*
T_chůze	H=2,54	N	0,21			T*I_chůze	H=3,29	N	0,48		
		OW	0,15	0,22				OW	0,58	0,33	
		OB	0,46	0,94	1,42			OB	0,84	1,39	1,19
T_sport	H=20,34*	N	0,31			T*I_sport	H=25,52*	N	0,47		
		OW	0,04	1,18				OW	0,09	1,3	
		OB	0,67	3,80*	2,90*			OB	0,61	4,23*	3,24*
T_jiná aktivita	H=28,46*	N	0,96			T*I_jiná aktivita	H=28,52*	N	1,07		
		OW	1,4	1,47				OW	1,52	1,5	
		OB	2,07	4,21*	3,00*			OB	2,17	4,18*	2,91*
T_celkem	H=3,71	N	0,72			T*I_celkem	H=3,29	N	0,47		
		OW	0,55	0,61				OW	0,73	0,87	
		OB	0,3	1,69	1,17			OB	0,89	1,59	0,69

5.3.3. Aktivní pohyb u lidí v různých věkových kategoriích

Porovnání jednotlivých věkových kategorií v závislosti na času věnovanému aktivní pohybové činnosti i jeho intenzitě je zobrazeno v tabulce 11. V času věnovaném práci se mezi sebou významně lišili jedinci mladší 30 let (v průměru trávili prací 2 hodiny a 12 minut denně) od všech ostatních věkových skupin ($p<0,05$) - jedinci ve věkové skupině 30-40 let v průměru trávili prací 3 hodiny a 54 minut denně, ve věkové skupině 40-50 let v průměru 4 a půl hodiny denně, ve věkové skupině 50-60 let v průměru 4 hodiny a 24 minut denně a jedinci starší 60 let prací strávili v průměru 4 a půl hodiny denně. S ohledem na čas i intenzitu výkonu se rozdíl mezi jedinci v jednotlivých věkových kategoriích stal méně zřetelný, ačkoliv byl stále statisticky významný ($p<0,05$).

V kategorii chůze byly rozdíly mezi skupinami významné a odlišné s ohledem na čas i na čas hodnocený společně s intenzitou. Je-li brán v úvahu pouze čas věnovaný chůzi, tak se mezi sebou významně lišili jedinci starší 60 let (v průměru trávili chůzí 1 hodinu a 36 minut denně) a jedinci z věkových kategorií 40-50 let a 50-60 let (lidé z těchto kategorií v průměru trávili chůzí 1 hodinu a 12 minut denně) ($p<0,05$). S ohledem na čas i intenzitu výkonu byl stále přítomen statisticky významný rozdíl mezi osobami staršími 60 let a jedinci z věkové kategorie 50-60 let, navíc se však objevil statisticky významný rozdíl mezi osobami mladšími 30 let (ti trávili chůzí v průměru 1 a půl hodiny denně) a jedinci z věkových kategorií 40-50 let a 50-60 let ($p<0,05$).

Tab. 11 - Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v pohybových aktivitách, u kterých byla zjišťována intenzita, mezi jednotlivými věkovými kategoriemi. Hladina významnosti $p<0,05$ označena hvězdičkou.

Proměnná	Kruskal-Wallis test	Věkové kategorie	30-	30-40	40-50	50-60	Proměnná	Kruskal-Wallis test	Věkové kategorie	30-	30-40	40-50	50-60
práce	H=65,05*	30-40	4,78*				T*I_práce	H=46,74*	30-40	3,93*			
		40-50	6,87*	2,24					40-50	5,86*	2,07		
		50-60	6,93*	2,04	0,35				50-60	5,84*	1,84	0,37	
		60+	6,55*	2,21	0,15	0,47			60+	5,49*	1,93	0,02	0,36
chůze	H=17,03*	30-40	2,08				T*I_chůze	H=17,45*	30-40	2,3			
		40-50	2,2	0,11					40-50	2,95*	0,69		
		50-60	2,61	0,44	0,33				50-60	3,09*	0,72	0,02	
		60+	0,61	2,75	2,87*	3,33*			60+	0,21	2,08	2,74	2,87*
sport	H=8,74	30-40	2,37				T*I_sport	H=13,21*	30-40	2,44			
		40-50	1,73	0,7					40-50	2	0,49		
		50-60	2,7	0,21	0,96				50-60	3,40*	0,89	1,42	
		60+	1,82	0,43	0,22	0,65			60+	2,47	0,2	0,65	0,61
T_jiná aktivita	H=60,05*	30-40	1,16				T*I_jiná aktivita	H=67061*	30-40	1,11			
		40-50	2,87*	1,85					40-50	3,03*	2,07		
		50-60	5,51*	4,69*	2,75				50-60	5,70*	4,95*	2,77	
		60+	5,53*	4,77*	3,08*	0,74			60+	5,86*	5,17*	3,28*	0,93
celkem	H=32,27*	30-40	3,00*				T*I_celkem	H=12,04*	30-40	1,69			
		40-50	4,78*	1,92					40-50	3,01*	1,42		
		50-60	4,05*	0,96	1,09				50-60	2,12	0,36	1,15	
		60+	5,04*	2,39	0,62	1,65			60+	2,99*	1,5	0,2	1,26

V času věnovaném sportu se od sebe jedinci v jednotlivých věkových kategoriích statisticky významně nelišili. Po zohlednění intenzity výkonu se statisticky významně lišily osoby mladší 30 let (věnovaly se sportu v průměru 24 minut denně) od jedinců ve věkové kategorii 50-60 let (věnovali se sportu v průměru 18 minut denně) ($p<0,05$).

Pro jinou pohybovou aktivitu, než sportovní, se samotný čas i čas společně s intenzitou lišil mezi jedinci mladšími 30 let (věnovali se jiné, než sportovní aktivitě v průměru půl hodiny denně) a osobami staršími 40 let (kategorie 40-50 let, 50-60 let a 60+ se věnovaly jiné, než sportovní aktivitě v průměru 18; 12 a 12 minut denně) ($p<0,05$), mezi jedinci z věkové kategorie 30-40 let (věnovali se jiné, než sportovní aktivitě v průměru 24 minut denně) a

osobami staršími 50 let, nakonec mezi jedinci z věkové kategorie 40-50 let a osobami staršími 60 let ($p<0,05$).

Po sečtení všech pohybových aktivit byly rozdíly mezi věkovými kategoriemi významné z hlediska času mezi jedinci mladšími 30 let (věnovali se pohybovým aktivitám v průměru 4 hodiny a 36 minut denně) a všemi jedinci z ostatních věkových kategorií 30-40 let, 40-50 let, 50-60 let a staršími 60 let (věnovali se pohybovým aktivitám v průměru 5 hodin a 42 minut; 6 hodin a 24 minut; 6 hodin a 31 minut a 6 a půl hodiny denně) ($p<0,05$). S ohledem na čas i intenzitu výkonu zůstal pouze rozdíl mezi jedinci mladšími 30 let a lidmi z věkových kategorií 40-50 let a 60+ ($p<0,05$).

5.3.4. Mezipohlavní rozdíly v množství a intenzitě aktivního pohybu

Jednotlivá pohlaví se statisticky významně lišila téměř ve všech kategoriích aktivního pohybu s přihlédnutím k času i k času společně s intenzitou výkonu (Tab. 12) ($p<0,05$). Výjimku tvořila jiná pohybová aktivita a čas věnovaný chůzi, ve kterých nebyl výsledek statisticky významný. Ženy se v průměru věnovaly více všem studovaným činnostem s výjimkou sportu. Tomu zase věnovali více času muži.

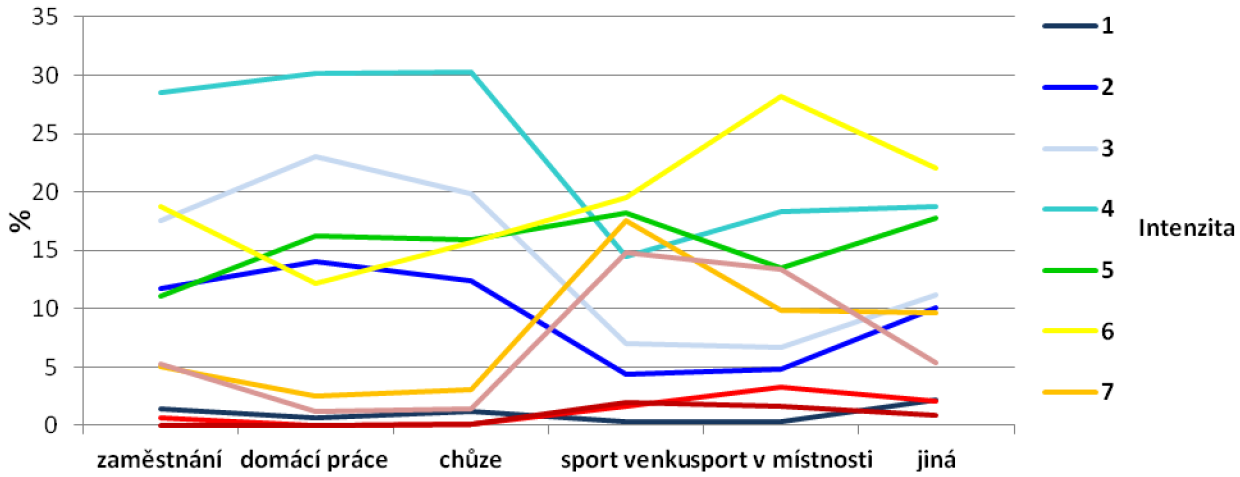
Tab. 12 - Čas věnovaný jednotlivým pohybovým aktivitám, u kterých byla zjišťována intenzita, u mužů a žen. Hladina významnosti $p<0,05$ označena hvězdičkou.

Proměnná	Popisné statistiky - aktivní pohyb (čas -T a intenzita T*I) pro ženy (F) a muže (M)					
	Průměr		Medián		sd	
	F	M	F	M	F	M
T_práce*	4,40	2,80	3,88	2,44	2,56	2,04
T_chůze	1,36	1,18	1,21	1,14	0,82	0,70
T_sport*	0,27	0,43	0,14	0,21	0,42	0,63
T_jiná aktivita	0,29	0,28	0,04	0,11	0,52	0,49
T_celkem*	6,32	4,69	5,92	4,50	2,65	2,34
T*I_práce*	138,88	81,25	109,50	63,90	103,24	72,79
T*I_chůze*	41,84	34,25	33,78	30,00	31,34	25,55
T*I_sport*	10,45	17,81	2,90	7,80	18,65	26,36
T*I_jiná aktivita	9,05	9,25	0,00	3,00	16,77	17,10
T*I_celkem*	200,22	142,55	178,25	132,50	109,91	86,04

5.3.5. Zastoupení intenzit u jednotlivých pohybových aktivit

Z důvodu množství pohybových doporoučení, která vychází nejen z množství pohybové aktivity, ale také její intenzity, byla zjišťována četnost uvedených intenzit v jednotlivých aktivitách. Jednotlivé procentuální zastoupení četností je zobrazeno v grafu 9 a tabulce 13.

Graf 9 – Procentuální zastoupení hodnot intenzit v jednotlivých pohybových aktivitách.



Tab. 13 – Procentuální zastoupení hodnot intenzit v jednotlivých pohybových aktivitách.

intenzita	zaměstnání	domácí práce	chůze	sport venku	sport v místnosti	jiná	součet
1	1,38%	0,60%	1,24%	0,34%	0,35%	2,19%	6,09
2	11,76%	14,03%	12,42%	4,38%	4,78%	10,04%	57,41
3	17,56%	23,05%	19,84%	7,07%	6,64%	11,20%	85,36
4	28,49%	30,22%	30,31%	14,48%	18,30%	18,79%	140,59
5	11,12%	16,29%	15,88%	18,18%	13,52%	17,76%	92,75
6	18,75%	12,17%	15,64%	19,53%	28,21%	22,01%	116,31
7	5,06%	2,49%	3,02%	17,51%	9,91%	9,65%	47,63
8	5,24%	1,16%	1,41%	14,81%	13,40%	5,41%	41,43
9	0,64%	0,00%	0,10%	1,68%	3,26%	2,06%	7,75
10	0,00%	0,00%	0,13%	2,02%	1,63%	0,90%	4,69

U aktivní práce v zaměstnání byla nejčastěji uváděna intenzita 4 (28,5%), vůbec naopak nebyla u této činnosti zaznamenána intenzita pohybu 10. Podobné zastoupení měla práce v domácnosti, kde byla také nejčastěji uváděna intenzita 4 (30,2%), vůbec naopak nebyly u této činnosti zaznamenány intenzity 9 a 10. Třetí aktivitou, u které byla intenzita pohybu 4 nejčetnější, byla chůze. U chůze bylo zastoupení intenzitou 4 v 30,3%, intenzity 9 a 10 byly zastoupeny v 0,10% a 0,13%. U sportu venku, v místnosti a jiné aktivitě byla nejčastěji uváděna intenzita 6 (19,5%, 28,2% a 22%), naopak nejmenší frekvenci měla u sportu venku a v místnosti intenzita 1 (0,34 a 0,35%).

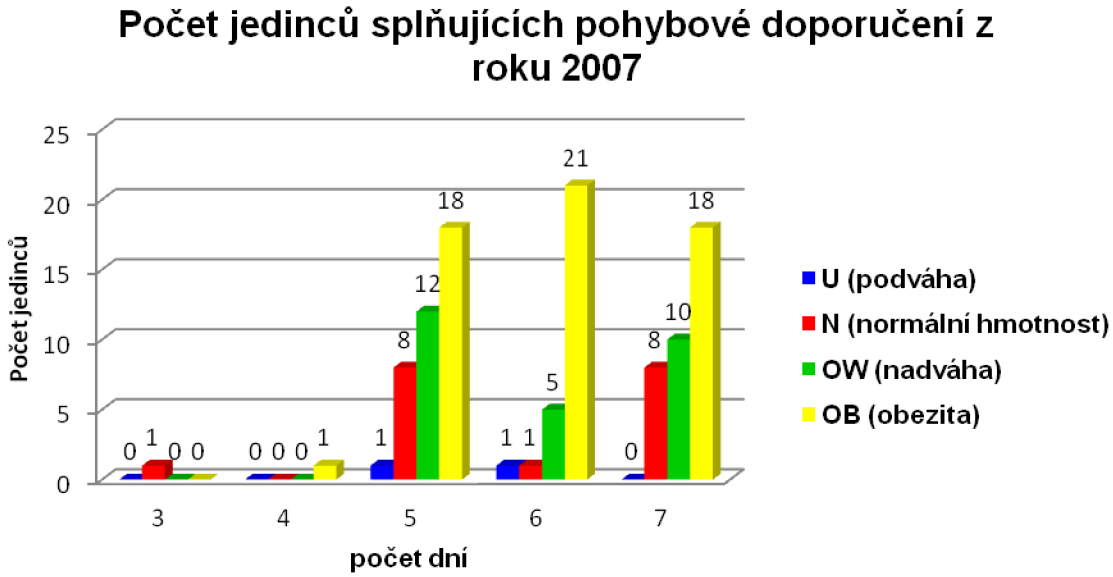
Intenzity uvedené v dotazníku jako vysoké (8-10) byly nejfrekventovanější u sportu venku a v místnosti, nejnižší intenzity (1-3) se potom nejvíce vyskytovaly právě u pracovních

činností (v zaměstnání i domácnosti) a u chůze. Nejčastější uváděnou intenzitou byla 4 a 6, nejméně často uváděnými intenzitami potom byly 1, 9 a10.

5.3.6. Vyhodnocení pohybových aktivit s ohledem na pohybové doporučení z roku 2007

Zjištěné množství pohybové aktivity v jednotlivých hmotnostních kategoriích jsme také porovnali s doporučovaným množstvím pohybové aktivity pro udržení zdraví. Pro porovnání jsme vybrali hodnoty intenzit 6-8 pro střední aerobní aktivitu a intenzity 9-10 pro velmi intenzivní aerobní aktivitu. Doporučení by splnilo pouze 105 jedinců ze souboru. S ohledem na hmotnostní kategorie se jednalo o 2 jedince s podváhou (50% zúčastněných jedinců této kategorie), 18 jedinců s normální hmotností (24,7% zúčastněných jedinců této kategorie), 27 jedinců s nadváhou (23,7% zúčastněných jedinců této kategorie) a 58 obézních jedinců (18,4% zúčastněných jedinců této kategorie) (Graf 10).

Graf 10 – Počet jedinců splňujících pohybové doporučení z roku 2007.



5.4. Výsledky hodnocení počtu kroků

V metodice práce již bylo uvedeno, že byl u každého jedince na základě 7 denního záznamu pohybové aktivity zjišťován počet kroků a aerobních kroků pomocí krokoměru. Hodnocen byl jednak počet kroků a aerobních kroků ve vztahu k antropometrickým údajům, pohlaví a věku, ale srovnáván byl také počet kroků v rámci pracovního týdne a během víkendu. Jedinci byli na základě 25. a75. percentilu v počtu kroků rozděleni do 3 skupin – s nízkou, střední a vysokou pohybovou aktivitou a byly provedeny další analýzy.

5.4.1. Korelace mezi počtem kroků a antropometrickými údaji

Korelace dat je zobrazena v tabulce 14. Z tabulky je patrné, že počet kroků statisticky významně nekoreloval pouze s výškou jedinců, u aerobních kroků byla korelace výšky a počtu aerobních kroků statisticky významná ve smyslu pozitivní korelace ($p<0,05$). S ostatními parametry korelovaly počty kroků a aerobních kroků významně negativně ($p<0,05$), s výjimkou procentuálního zastoupení vody v těle.

Tab. 14 - Korelace (Spearmanovo ρ) pětu kroků a aerobních kroků s antropometrickými údaj i. Hladina významnosti $p<0,05$ označena hvězdičkou.

Proměnná	věk	výška	hmotnost	o_pas	o_boky	BMI	WHR	WHtR	%tuk	%voda
průměrný počet kroků	-0,20*	0,05	-0,29*	-0,32*	-0,30*	-0,33*	-0,20*	-0,33*	-0,27*	0,24*
průměrný počet aerobních kroků	-0,16*	0,11*	-0,20*	-0,24*	-0,24*	-0,26*	-0,15*	-0,27*	-0,25*	0,20*

5.4.2. Průměrný počet kroků z hlediska pohlaví, věkových skupin a BMI kategorií

Průměrný počet kroků zkoumaného souboru činil 7230±2949 normálních kroků a 1133±1508 aerobních kroků denně. V předchozí podkapitole bylo zjištěno, že počet kroků statisticky významně koreluje s většinou antropometrických údajů. V této podkapitole zjistíme průměrný počet kroků v jednotlivých věkových (Tab. 15) a BMI kategoriích (Tab. 16) a u mužů a žen (Tab. 17). Následovat bude zjištění statistické významnosti odlišnosti průměrného počtu kroků a aerobních kroků mezi jednotlivými kategoriemi.

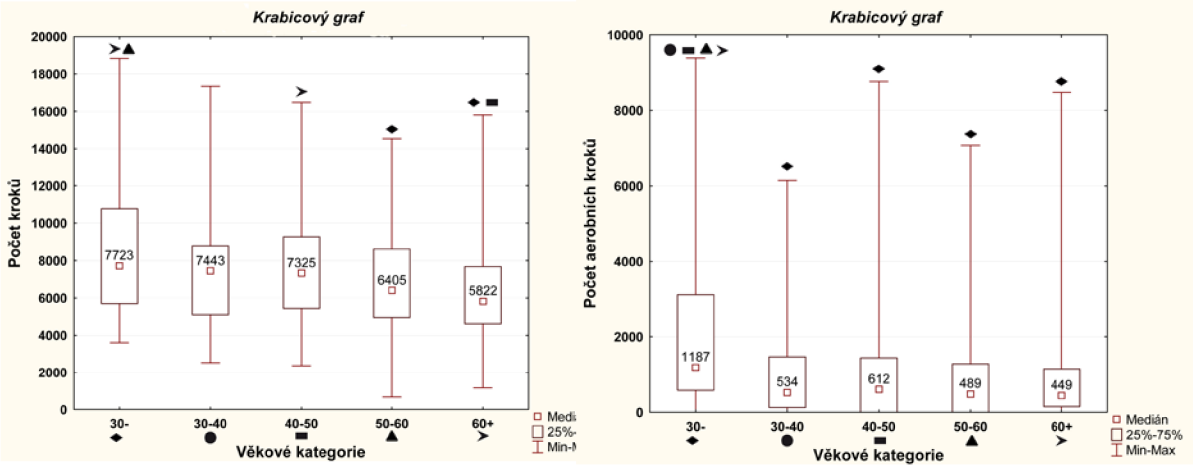
Na základě Kruskal-Wallis ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre bylo zjištěno, že se mezi jednotlivými věkovými skupinami průměrný počet kroků za den statisticky významně liší ($p<0,05$) (Graf 11). Jedinci mladší 30 let denně v průměru ušli 8528 kroků, což je statisticky více, než jedinci v kategorii 50-60 let s průměrem 6791

kroků a než osoby starší 60 let s 6315 kroky ($p<0,05$). Jedinci ve věkové skupině 40-50 let s průměrem 7519 kroků udělali statisticky více kroků, než osoby starší 60 let ($p<0,05$). Výsledky odpovídají zjištěné negativní korelaci mezi počtem kroků a věkem jedinců. U aerobních kroků byl také pomocí Kruskal-Wallis ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre zjištěn statisticky významný rozdíl mezi věkovými skupinami ($p<0,05$) (Graf 10). Konkrétně ušli jedinci mladší 30 let v průměru denně statisticky více aerobních kroků (AeK=1947), než jedinci v ostatních věkových skupinách (30-40 let = 1007AeK, 40-50 let = 1143AeK, 50-60 let = 882Aek, 60+ = 935Aek) ($p<0,05$).

Tab. 15 – Průměrný počet kroků a aerobních kroků v jednotlivých věkových kategoriích.

Proměnná	Popisné statistiky - počet kroků a aerobních kroků pro věkové kategorie					
	kroky			aerobní kroky		
	průměr	medián	sd	průměr	medián	sd
30-	8528	7723	3524	1947	1187	2062
30-40	7259	7443	2749	1007	534	1297
40-50	7519	7325	2788	1143	612	1537
50-60	6791	6405	2660	882	489	1167
60+	6315	5822	2862	935	449	1390

Graf 11 - Krabicové grafy zobrazující medián průměrného počtu běžných a aerobních kroků za den v různých věkových kategoriích. Příslušnými značkami je znázorněn statisticky významný rozdíl ($p<0,05$) mezi kategoriemi na základě mnohonásobného porovnání *z*-hodnot.



Stejně jako u věkových skupin bylo i u BMI kategorií na základě Kruskal-Wallis ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre zjištěno, že se průměrný počet kroků za den významně liší mezi jednotlivými kategoriemi, a to takovým způsobem, že obézní jedinci

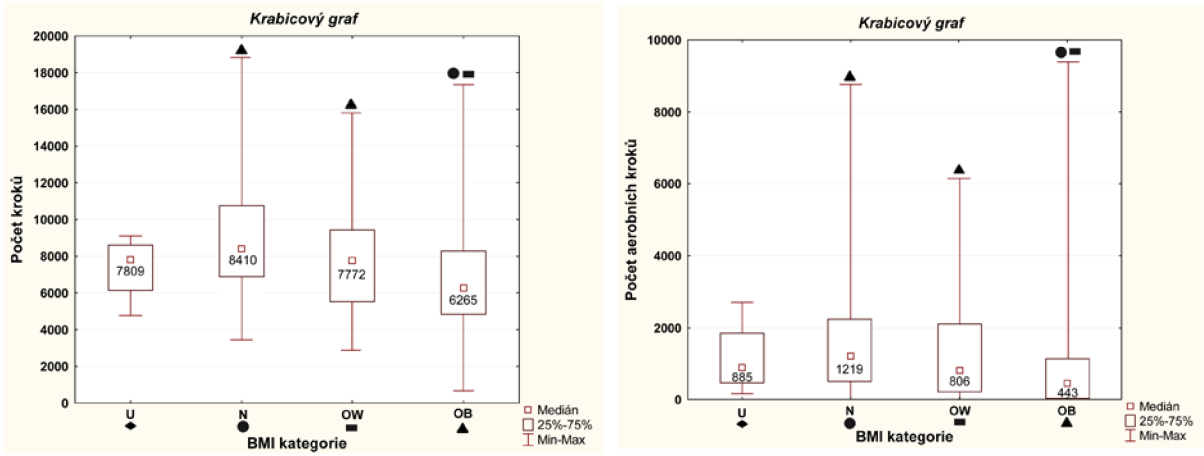
ušli statisticky významně méně kroků (v průměru 6642), než jedinci s nadváhou a normální hmotností (v průměru 7790 a 8894) ($p<0,05$).

Stejný trend byl zjištěn také u počtu aerobních kroků, kdy obézní jedinci udělali v průměru 882 aerobních kroků za den, což je statisticky významně méně než průměrných 1389 aerobních kroků u jedinců s nadváhou a 1816 aerobních kroků u jedinců s normální hmotností ($p<0,05$) (Graf 12).

Tab. 16 – Průměrný počet kroků a aerobních kroků v jednotlivých hmotnostních kategoriích. V tabulce U=podváha, N=normální hmotnost, OW=nadváha a OB=obezita.

Proměnná	Popisné statistiky - počet kroků a aerobních kroků pro hmotnostní kategorie					
	kroky			aerobní kroky		
	průměr	medián	sd	průměr	medián	sd
U	7374	7809	1854	1159	885	1092
N	8894	8410	3337	1816	1219	1991
OW	7790	7772	2808	1389	806	1515
OB	6642	6265	2731	882	443	1311

Graf 12 - Krabicové grafy zobrazující medián průměrného počtu běžných a aerobních kroků za den v různých hmotnostních kategoriích. V grafu U=podváha, N=normální hmotnost, OW=nadváha a OB=obezita. Příslušnými značkami je znázorněn statisticky významný rozdíl ($p<0,05$) mezi kategoriemi na základě mnohonásobného porovnání *z*-hodnot.



S ohledem na pohlaví jedinců nebyl na základě Mann-Whitneyova U testu zjištěn statisticky významný rozdíl mezi ženami a muži z hlediska průměrného počtu kroků

(U=23822, p=0,83). Stejně tak nebyl nalezen statisticky významný rozdíl z hlediska průměrného počtu aerobních kroků (U=22864, p=0,38) (Tab.17).

Tab. 17 – Průměrný počet běžných a aerobních kroků u žen a mužů.

Proměnná	Popisné statistiky - počet kroků a aerobních kroků pro ženy (F) a muže (M)					
	kroky			aerobní kroky		
	průměr	medián	sd	průměr	medián	sd
F	7219	6935	2875	1079	610	1465
M	7264	6948	3172	1294	623	1626

5.4.3. Počet kroků jako kategoriální proměnná

Jedinci byli na základě 25. a 75. percentilu rozložení hodnot průměrného počtu běžných kroků za den rozděleni do skupin s nízkou, střední a vysokou aktivitou. V kategorii s nízkou aktivitou byli jedinci, kteří ušli méně než 5101 kroků denně, ve střední kategorii byli jedinci s 5101-8985 kroky za den, ve skupině s vysokou hodnotou aktivity byli jedinci, kteří ušli za den více než 8985 kroků. U aerobních kroků bylo rozdělení do kategorií následující: v kategorii s nízkou aktivitou byli jedinci, kteří ušli méně než 140 aerobních kroků denně, ve střední kategorii byli jedinci s 140-1500 aerobními kroky za den, ve skupině s vysokou hodnotou aktivity byli jedinci, kteří ušli za den více než 1500 aerobních kroků. Charakteristika jedinců v jednotlivých kategoriích je zobrazena v tabulkách 18 a 19.

Tab. 18 - Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a popisná statistika antropometrických rozměrů v kategoriích průměrného počtu běžných kroků. Hladina významnosti p<0,05 označena hvězdičkou.

Proměnná		Popisné statistiky - jednotlivé proměnné v kategoriích vytvořených na základě počtu kroků					
	Kruskal-Wallis test	nízká aktivita		střední aktivita		vysoká aktivita	
	H	průměr	sd	průměr	sd	průměr	sd
věk	13,77*	48,74	12,97	45,21	13,12	42,64	13,12
výška	0,74	167,27	10,22	167,29	8,61	168,02	8,41
hmotnost	29,81*	100,90	26,57	91,28	21,46	84,05	19,97
o_pas	37,64*	110,15	19,52	100,98	17,74	94,99	17,74
o_boky	31,25*	120,19	16,33	114,56	13,54	109,42	12,83
BMI	39,38*	36,10	9,01	32,60	7,18	29,71	6,53
WHR	17,94*	0,92	0,10	0,88	0,10	0,86	0,10
WHtR	39,78*	0,66	0,12	0,60	0,11	0,57	0,11
%tuk	22,67*	40,52	10,88	37,47	10,40	33,98	10,62
%voda	16,82*	44,77	6,64	46,41	6,49	48,44	7,59

Tab. 19 - Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a popisná statistika antropometrických rozměrů v kategoriích průměrného počtu aerobních kroků. Hladina významnosti p<0,05 označena hvězdičkou.

Proměnná		Popisné statistiky - jednotlivé proměnné v kategoriích vytvořených na základě počtu aerobních kroků					
	Kruskal-Wallis test	nízká aktivita		střední aktivita		vysoká aktivita	
	H	průměr	sd	průměr	sd	průměr	sd
věk	11,29*	46,74	12,65	46,55	13,01	41,94	13,72
výška	9,4*	167,22	9,88	166,53	8,50	169,59	8,70
hmotnost	15,00*	99,11	27,34	90,79	20,72	86,80	21,99
o_pas	21,63*	108,00	20,33	101,49	17,94	96,10	17,75
o_boky	23,07*	119,05	16,63	114,78	13,42	110,12	13,40
BMI	27,56*	35,36	8,82	32,76	7,28	30,13	7,07
WHR	8,63*	0,90	0,10	0,88	0,10	0,87	0,10
WHtR	28,63*	0,65	0,12	0,61	0,11	0,57	0,10
%tuk	25,15*	39,97	10,83	38,08	10,09	33,30	11,12
%voda	16,62*	45,05	6,91	46,20	6,37	48,58	7,57

Z výsledků průměrů je zřejmé, že s výjimkou výšky jedinců a procentuálního zastoupení vody byly všechny antropometrické proměnné nejvyšší v kategorii s nízkou aktivitou pohybu a nejnižší v kategorii s vysokou aktivitou. Výsledky byly testovány pomocí Kruskal-Wallisova ANOVA testu a vyšly vysoce statisticky významné. Pro zjištění rozdílů mezi konkrétními kategoriemi bylo provedeno mnohonásobné srovnání z-skóre. Výsledky kategorií průměrného počtu běžných kroků (Tab. 20) ukazují, že z hlediska věku jedinců byli v kategorii s nízkou aktivitou jedinci statisticky významně starší (měli v průměru 49 let), než jedinci v kategorii se střední aktivitou (měli v průměru 45 let) a jedinci s vysokou aktivitou (měli v průměru 43 let) (p<0,05). Jedinci se střední aktivitou se z hlediska věku statisticky významně nelišili od jedinců s vysokou aktivitou.

Podobné rozdíly mezi kategoriemi, tedy mezi kategorií s nízkou aktivitou od kategorií se střední a vysokou aktivitou a dále nevýznamný výsledek mezi kategoriemi střední a vysoké aktivity měl WHR. Jedinci náležející do kategorie s nízkou aktivitou měli WHR 0,92, což vylo statisticky významně vyšší než WHR 0,88 u jedinců se střední a 0,86 u jedinců s vysokou aktivitou (p<0,05).

Statisticky významné rozdíly mezi všemi kategoriemi navzájem byly pozorovány u všech ostatních proměnných (hmotnost, obvod pasu a boků, BMI, WHtR a u procenta tuku). Vždy platilo, že kategorie s nízkou aktivitou měla nejvyšší hodnoty daných parametrů (tedy špatné pro zdravotní stav), kategorie s vysokou aktivitou měla nejnižší hodnoty

daných parametrů (byly relativně zdravější) a kategorie se střední aktivitou se hodnotami parametrů nacházela někde mezi předešlými hodnotami.

Tab. 20 - Mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v antropometrických charakteristikách mezi kategoriemi průměrného počtu běžných kroků. Hladina významnosti p<0,05 označena hvězdičkou.

Proměnná	Kategorie průměrný počet kroků			Proměnná	Kategorie průměrný počet kroků		
		nízká aktivita	střední aktivita			nízká aktivita	střední aktivita
věk	střední aktivita	2,47*		výška	střední aktivita	0,01	
	vysoká aktivita	3,69*	1,79		vysoká aktivita	0,7	0,81
hmotnost	střední aktivita	3,13*		o_pas	střední aktivita	4,01*	
	vysoká aktivita	5,46*	3,18*		vysoká aktivita	6,11*	3,04*
o_boky	střední aktivita	2,97*		BMI	střední aktivita	3,34*	
	vysoká aktivita	5,58*	3,48*		vysoká aktivita	6,27*	3,90*
WHR	střední aktivita	3,35*		WHtR	střední aktivita	3,98*	
	vysoká aktivita	4,05*	1,33		vysoká aktivita	6,29*	3,29*
%tuk	střední aktivita	2,40*		%voda	střední aktivita	2,09	
	vysoká aktivita	4,74*	3,08*		vysoká aktivita	4,09*	2,63*

Výsledky průměrného počtu aerobních kroků (Tab. 21) ukazují poněkud odlišné rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi. Z hlediska věku jedinců nebyli oproti výsledkům běžných kroků v kategorii s nízkou aktivitou jedinci významně starší (měli v průměru 47 let), než jedinci v kategorii se střední aktivitou (měli také v průměru 47 let), pouze s aktivitou vysokou (ti měli v průměru 42 let) (p<0,05).

Podobné rozdíly mezi kategoriemi, tedy mezi kategorií s nízkou aktivitou a kategorií s vysokou aktivitou a dále významný výsledek mezi kategoriemi střední a vysoké aktivity měly tělesná výška, obvod boků, % tuku a vody.

Statisticky významný rozdíl mezi jedinci v kategorii s nízkou aerobní aktivitou a jedinci v kategoriích se střední a vysokou aerobní aktivitou byl nalezen u tělesné hmotnosti (p<0,05). Jedinci v kategorii s nízkou aerobní aktivitou vážili v průměru 99kg, jedinci se střední aerobní aktivitou 91kg a ti s vysokou aerobní aktivitou 87kg.

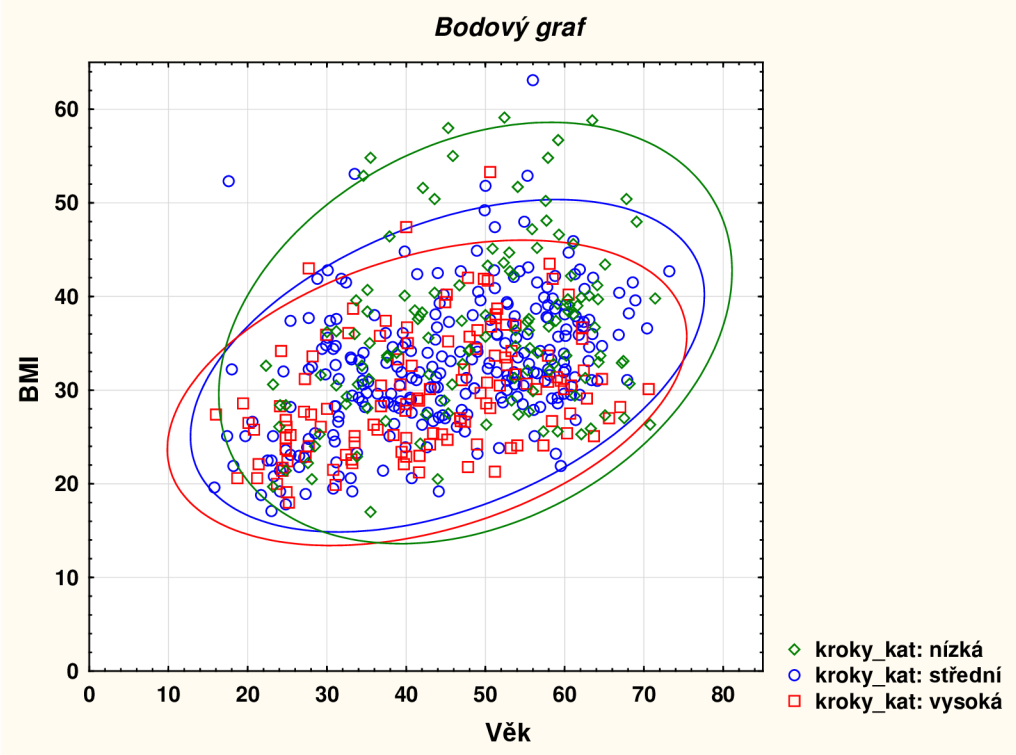
Statisticky významné rozdíly mezi všemi kategoriemi navzájem jsme pozorovali u obvodu pasu, BMI a WHtR. Kategorie s nízkou aktivitou měla nejvyšší hodnoty daných parametrů (tedy špatné pro zdravotní stav), kategorie s vysokou aktivitou měla nejnižší hodnoty daných parametrů (byly relativně zdravější) a kategorie se střední aktivitou se hodnotami parametrů nacházela někde mezi předešlými hodnotami.

Tab. 21 - Mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v antropometrických charakteristikách mezi kategoriemi průměrného počtu aerobních kroků. Hladina významnosti p<0,05 označena hvězdičkou.

Proměnná	Kategorie průměrný počet aerobních kroků			Proměnná	Kategorie průměrný počet aerobních kroků		
		nízká aktivita	střední aktivita			nízká aktivita	střední aktivita
věk	střední aktivita	0,09		výška	střední aktivita	0,15	
	vysoká aktivita	2,69*	3,20*		vysoká aktivita	2,41*	2,94*
hmotnost	střední aktivita	2,43*		o_pas	střední aktivita	2,74*	
	vysoká aktivita	3,87*	2,03		vysoká aktivita	4,65*	2,64*
o_boky	střední aktivita	2,04		BMI	střední aktivita	2,47*	
	vysoká aktivita	4,72*	3,42*		vysoká aktivita	5,21*	3,55*
WHR	střední aktivita	2,23		WHtR	střední aktivita	2,79*	
	vysoká aktivita	2,85*	1,06		vysoká aktivita	5,34*	3,38*
%tuk	střední aktivita	1,72		%voda	střední aktivita	1,6	
	vysoká aktivita	4,84*	3,87*		vysoká aktivita	3,98*	3,00*

Pro detailnější zobrazení vztahů mezi kategoriemi průměrného počtu kroků, věku a BMI jedinců byl vytvořen také bodový graf 13. Jednotlivé hodnoty se v grafu značně překrývají, ačkoliv trend odpovídá zjištěným výsledkům.

Graf 13 - Bodový graf zobrazující rozvrstvení jedinců v kategoriích průměrného počtu běžných kroků s ohledem na jejich věk a BMI.



5.4.4. Posouzení rizika obezity v kategoriích pohybu

Závislost obezity, tedy kategorizovaného BMI, na kategoriích podle množství pohybu, byla vyjádřena pomocí kontingenční tabulky (Tab. 22).

Tab. 22 – Kontingenční tabulka zobrazující počty jedinců v BMI kategoriích a v kategoriích průměrného počtu běžných kroků. V tabulce U=podváha, N=normální hmotnost, OW=nadváha a OB=obezita; nízká aktivita<5101 kroků denně, střední aktivita= 5101-8985 kroků denně, vysoká aktivita>8985 kroků denně.

Kontingenční tabulka	Kategorie průměrný počet kroků			
BMI kategorie	nízká aktivita	střední aktivita	vysoká aktivita	součet řádky
U	1	2	1	4
N	8	33	32	73
OW	24	54	36	114
OB	93	165	58	316
součet sloupce	126	254	127	507

Tabulka 22 znázorňuje rozložení četnosti jedinců s podváhou, normální hmotností, nadváhou a jedinců obézních na základě kategorií průměrného počtu běžných kroků. Poměr jedinců obézních, jedinců s nadváhou a jedinců s normální hmotností byl v kategorii s nízkou pohybovou aktivitou 11,6:3:1, v kategorii střední 5:1,6:1 a v kategorii s vysokou aktivitou 4,3:1,6:1. Největší poměr obézních jedinců k jedincům s normální hmotností byl tedy v kategorii nízké pohybové aktivity. Relativní zastoupení obézních jedinců zde bylo 11,6násobné vzhledem k počtu jedinců s normální hmotností. Co se týká počtu jedinců s nadváhou, tak byl jejich největší poměr k jedincům s normální hmotností také v kategorii s nízkou aktivitou, a to trojnásobný. V kategorii se střední aktivitou bylo relativní zastoupení obézních jedinců k počtu jedinců s normální hmotností pětinásobné, v kategorii s vysokou aktivitou bylo relativní zastoupení obézních jedinců k počtu jedinců s normální hmotností přibližně 4,3násobné. U jedinců s nadváhou bylo relativní zastoupení k jedincům s normální hmotností v kategoriích střední a vysoké pohybové aktivity totožné a činilo 1,6násobek. V kategoriích normálních kroků [>8985], [8985 -5101], [<5101] může být riziko obezity na základě relativních frekvencí jedinců s normálním BMI a jedinců obézních vyjádřeno poměry 4,3:5:11,6, což znamená, že riziko je 2,7krát vyšší v kategorii s nízkou aktivitou v porovnání s aktivitou vysokou.

Stejným způsobem byly hodnoceny také kategorie vytvořené na základě počtu aerobních kroků (Tab. 23).

Tab. 23 – Kontingenční tabulka zobrazující počty jedinců v BMI kategoriích a v kategoriích průměrného počtu aerobních kroků. V tabulce U=podváha, N=normální hmotnost, OW=nadváha a OB=obezita; nízká aktivita<140 aerobních kroků denně, střední aktivita=140-1500 aerobních kroků denně, vysoká aktivita>1500 aerobních kroků denně.

Kontingenční tabulka	Kategorie průměrný počet aerobních kroků			
BMI kategorie	nízká aktivita	střední aktivita	vysoká aktivita	součet řádky
U	0	3	1	4
N	12	32	29	73
OW	23	53	38	114
OB	91	166	59	316
součet sloupce	126	254	127	507

Poměr jedinců obézních, jedinců s nadváhou a jedinců s normální hmotností byl v kategorii s nízkou pohybovou aktivitou 7,6:1,9:1, v kategorii střední 5,2:1,7:1 a v kategorii s vysokou aktivitou 2:1,3:1. Největší poměr obézních jedinců k jedincům s normální hmotností byl tedy v kategorii nízké pohybové aktivity. Relativní zastoupení obézních jedinců zde bylo 7,6násobné vzhledem k počtu jedinců s normální hmotností. Co se týká počtu jedinců s nadváhou, tak byl jejich největší poměr k jedincům s normální hmotností také v kategorii s nízkou aktivitou, a to přibližně dvojnásobný. V kategorii se střední aktivitou bylo relativní zastoupení obézních jedinců k počtu jedinců s normální hmotností 5,2násobné, v kategorii s vysokou aktivitou bylo relativní zastoupení obézních jedinců k počtu jedinců s normální hmotností přibližně dvojnásobné. U jedinců s nadváhou bylo relativní zastoupení k jedincům s normální hmotností v kategorii střední aktivity 1,7násobné a v kategorii vysoké pohybové aktivity 1,3násobné. V kategoriích aerobních kroků [>1500], [1500-140] [<140] bylo riziko obezity na základě relativních frekvencí jedinců s normálním BMI a jedinců obézních vyjádřeno poměry 2:5,2:7,6, což znamená, že bylo riziko 3,8krát vyšší v kategorii s nízkou aktivitou v porovnání s aktivitou vysokou.

Dílčím cílem disertační práce bylo také sledování ukazatelů centrální obezity ve vztahu k pohybové aktivitě. Četnosti jedinců v jednotlivých kategoriích (pohybová aktivita, WHR a WHtR) zobrazuje kontingenční tabulka (Tab. 24). Z tabulky je patrné, že v kategorii s nízkou aktivitou na základě počtu kroků byl poměr mezi jedinci s rizikovým WHR a normálním WHR přibližně 2:1, v kategorii se střední aktivitou tento poměr klesl na 1,2:1 a nakonec v kategorii s vysokou aktivitou byl poměr 0,8:1. Riziko centrální obezity se tedy zvyšovalo s klesajícím počtem kroků. V kategoriích běžných kroků [>8985], [8985-5101],

[<5101] může být riziko centrální obezity na základě relativních frekvencí jedinců s normálním a rizikovým WHR vyjádřeno poměry 0,8:1,2:2, což znamená, že riziko bylo 2,5krát vyšší v kategorii s nízkou aktivitou v porovnání s aktivitou vysokou.

Poměr jedinců s rizikovým WHtR a jedinců s normálním WHtR v kategorii s nízkou aktivitou na základě počtu běžných kroků bylo 13:1, v kategorii se střední aktivitou byl tento poměr 4,6:1 a v kategorii s vysokou aktivitou tento poměr činil 2,3:1. Riziko centrální obezity se tedy opět zvyšovalo s klesajícím počtem kroků. V kategoriích normálních kroků [>8985], [8985 -5101], [<5101] bylo riziko centrální obezity na základě relativních frekvencí jedinců s normálním a rizikovým WHR vyjádřeno poměry 2,3:4,6:13, což znamená, že riziko bylo 5,7krát vyšší v kategorii s nízkou aktivitou v porovnání s aktivitou vysokou.

Tab. 24 – Kontingenční tabulka zobrazující počty jedinců ve WHR a WHtR kategoriích a kategoriích průměrného počtu běžných a aerobních kroků. V tabulce normální WHR = WHR<0,90 pro muže a WHR<0,85 pro ženy a rizikové WHR = WHR>0,90 pro muže a WHR>0,85 pro ženy; normální WHtR=WHtR <0,50 a rizikové WHtR=WHtR >0,50; kategorie kroků - nízká aktivita<5101 kroků denně, střední aktivita= 5101-8985 kroků denně, vysoká aktivita>8985 kroků denně; kategorie aerobních kroků - nízká aktivita<140 aerobních kroků denně, střední aktivita=140-1500 aerobních kroků denně, vysoká aktivita>1500 aerobních kroků denně.

WHR			
Kategorie kroky	Normální	Rizikové	součet řádky
nízká aktivita	41	85	126
střední aktivita	118	136	254
vysoká aktivita	69	58	127
součet sloupce	228	279	507

WHR			
Kategorie aerobní kroky	Normální	Rizikové	součet řádky
nízká aktivita	44	82	126
střední aktivita	115	139	254
vysoká aktivita	69	58	127
součet sloupce	228	279	507

WHtR			
Kategorie kroky	Normální	Rizikové	součet řádky
nízká aktivita	9	117	126
střední aktivita	45	209	254
vysoká aktivita	39	88	127
součet sloupce	93	414	507

WHtR			
Kategorie aerobní kroky	Normální	Rizikové	součet řádky
nízká aktivita	13	113	126
střední aktivita	43	211	254
vysoká aktivita	37	90	127
součet sloupce	93	414	507

Situace byla obdobná v kategoriích vytvořených na základě počtu aerobních kroků. V kategorii s nízkou pohybovou aktivitou byl poměr mezi jedinci s rizikovým WHR a normálním WHR 1,9:1, v kategorii se střední aktivitou byl tento poměr 1,2:1 a nakonec v kategorii s vysokou aktivitou byl poměr 0,8:1. Riziko centrální obezity se tedy zvyšovalo s klesajícím počtem aerobních kroků. V kategoriích aerobních kroků [>1500], [1500 -140] [<140] bylo riziko centrální obezity na základě relativních frekvencí jedinců s normálním a

rizikovým WHR vyjádřeno poměry 0,8:1,2:1,9, což znamená, že riziko bylo 2,2krát vyšší v kategorii s nízkou aktivitou v porovnání s aktivitou vysokou.

Poměr jedinců s rizikovým WHtR a jedinců s normálním WHtR byl v kategorii nízké aktivity na základě aerobních kroků 8,7:1, v kategorii se střední aktivitou tento poměr klesl na 4,9:1, a nakonec v kategorii s vysokou aktivitou poměr činil 2,4:1. Riziko centrální obezity se tedy opět zvyšovalo s klesajícím počtem aerobních kroků. V kategoriích aerobních kroků ≥[1500], [1500 -140] [<140] bylo riziko centrální obezity na základě relativních frekvencí jedinců s normálním a rizikovým WHtR vyjádřeno poměry 2,4:4,9:8,7, což znamená, že riziko bylo 3,6krát vyšší v kategorii s nízkou aktivitou v porovnání s aktivitou vysokou.

5.4.5. Počet kroků během pracovního týdne a víkendu

Stejně jako u složení pohybové aktivity, bylo i u počtu kroků cílem zjistit, zda se liší průměrný počet kroků během pracovního týdne a víkendu. Tato skutečnost byla ověřována i přesto, že se čas, který byl věnován chůzi během pracovního týdne a víkendu statisticky významně nelišil. Bylo zjištěno, že během pracovního týdne člověk udělá v průměru 7524 kroků, zatímco během víkendu člověk ujde v průměru 6494 kroků, což je přibližně o 1000 kroků méně. Tento výsledek byl na hladině 5% statisticky významný (U=10448, p=0,000) (Tab. 25).

Co se týká počtu aerobních kroků, tak jich účastníci studie během pracovního týdne udělali v průměru 1122, zatímco během víkendu to bylo v průměru 1160 aerobních kroků. Rozdíl v počtu aerobních kroků mezi dny v týdnu a během víkendu tedy nebyl na rozdíl od normálních kroků tak zřetelný, nicméně byl na 5% hladině významnosti stále statisticky významný (U=114526, p=0,003) (Tab. 25).

Tab. 25 – Tabulka zobrazující počty běžných a aerobních kroků během pracovních dní a o víkendu a hodnotu Mann-Whitneyova U.

Proměnná	Popisné statistiky - počet kroků a aerobních kroků během pracovních dní a o víkendu					
	kroky			aerobní kroky		
	průměr	sd	Mann-Whitey U	průměr	sd	Mann-Whitey U
pracovní týden	7524	3108	100448	1122	1623	114526
víkend	6494	3671		1160	1992	

6. Diskuse

Ačkoliv je propagaci různých pohybových doporučení věnováno značné úsilí, stále není většina lidí dostatečně aktivních a při pokusu snížit svoji hmotnost spíše podstupují různá dietní opatření. Tento fakt může být způsoben tím, že výsledky studií zkoumajících vliv zvýšení pohybové aktivity na snížení hmotnosti jsou nekonzistentní, často dokonce v rozporu. Podle některých studií zvýšení pohybové aktivity stačí k udržení či snížení hmotnosti, jiné studie zdůrazňují snížení příjmu energie a odvolávají se také na genetické predispozice jedinců.[70,105]

Hlavním cílem předkládané práce bylo vyhodnocení 24 hodinového záznamu pohybové aktivity u jedinců účastnících se studie. Vzhledem k tomu, že byla monitorována celotýdenní aktivita, byl pomocí Mann-Whitneyova U testu zjišťován rozdíl mezi denními aktivitami prováděnými v pracovním týdnu a během víkendu. S výjimkou času věnovanému chůzi, sportu venku a jiné pohybové činnosti se složení dne během pracovního týdne a víkendu na 5% hladině významnosti lišilo. Největší rozdíl byl v času věnovanému práci v hlavním zaměstnání (práce vsedě a aktivní práce), které jedinci během pracovního týdne věnovali v průměru 5 hodin a 33 minut denně, zatímco během víkendu v zaměstnání strávili v průměru 1 hodinu a 37 minut denně (p=0,00). Výsledek svědčí o tom, že většina respondentů neměla hlavní pracovní poměr o víkendu – tedy že nepracovali na směny, nebo se práci o víkendu z domu nevěnovali. Při bližším zkoumání získaných dat bylo zjištěno, že se o víkendu alespoň nějaký čas věnovalo práci 193 jedinců, což činilo 38% z celkového počtu zkoumaných jedinců. Podle Českého statistického úřadu bylo v České republice v roce 2004 zaměstnáno v nepřetržitém 7 denním provozu 35,4% zaměstnanců (389 000 z celkového počtu 1 101 000 zkoumaných jedinců). U žen to bylo 27,8% zaměstnaných a u mužů 41,9% zaměstnaných.[106] Naše data jsou tedy srovnatelná s populačními statistikami z roku 2004, ačkoliv je nutné podotknout, že do počtu byli zahrnuti všichni jedinci trávící v zaměstnání jakoukoli dobu v sobotu nebo v neděli. Pouze 16 jedinců ze souboru (3,2%) bylo v zaměstnání oba dny (v sobotu i v neděli) 8 a více hodin denně. Průměrně nižší hodnoty času věnované práci (nižší než 8 hodin denně pro sedavou a aktivní práci), mohou být vysvětleny tím, že 16% souboru bylo tvořeno jedinci staršími 60 let, kteří již mohli být v penzi, a 15% souboru bylo tvořeno jedinci mladšími 30 let, kteří mohli ještě studovat. Určitou část souboru také mohli tvořit jedinci nezaměstnaní či ženy na rodičovské dovolené.

S ohledem na relaxaci bylo zjištěno, že během víkendu spí lidé delší dobu (v průměru 7 hodin a 56 minut) a věnují více času odpočinku (4 hodiny a 28 minut), než během pracovního týdne (v průměru 7 hodin a 14 minut spánku a 3 hodiny a 12 minut odpočinku). Ačkoliv byl rozdíl v délce spánku mezi pracovními dny a dny o víkendu statisticky významný (p=0,00), jsou obě průměrné hodnoty ze zdravotního hlediska dostačující. Několik studií prokázalo, že kratší, nebo naopak delší spánek než doporučovaných 7-8 hodin je spojen s obezitou a s vyšším rizikem výskytu nemocí spojených s předčasným úmrtím.[107-109] Výsledky však nejsou jednotné, především co se týká dlouhého spánku, a je zapotřebí dalších studií, ve kterých bude spánek měřen objektivními metodami a ne pouze dotazníky.[110] Hodnocení spánku u jedinců účastnících se této studie bylo nicméně předmětem disertační práce Mgr. Zlaty Kapounové, Ph.D., a tak se tomuto tématu nebudeme blíže věnovat. Z dílčích výsledků Mgr. Kapounové však vyplynulo, že jedinci se spánkem kratším než 6,3 hodin za den jsou, nezávisle na věku, vystaveni 1,3krát vyššímu riziku obezity ve srovnání s jedinci, kteří spí delší dobu. I přes objektivně vyšší četnost obézních jedinců ve skupině s nejkratším spánkem nebylo prokázané riziko statisticky významné.[111]

Rozdílnost v 24hodinovém záznamu aktivit v závislosti na pohlaví jedinců byla stanovena na základě Mann-Whitneyova U testu. Bylo zjištěno, že muži trávili statisticky významně více času v dopravních prostředcích (75 minut), než ženy (55 minut) (p=0,00). Čas strávený v dopravních prostředcích u studovaného souboru pravděpodobně souvisel s dojížděním do zaměstnání, neboť vyšší hodnoty byly zjištěny ve dnech pracovního týdne (1 hodina 6 minut), oproti víkendu (44 minut). Výzkumy z různých států světa potvrzují, že čas, který jedinci tráví dojížděním do zaměstnání, je vyšší u mužů než u žen.[112-114] Britská studie vycházející z dat pořízených v letech 1991-2004 uvádí, že jedna cesta do zaměstnání trvá v průměru 25 minut u mužů a 21 minut u žen. Autoři také uvedli, že muži preferují jako dopravní prostředek auto, vlak, metro, motocykl a kolo, zatímco ženy upřednostňují chůzi, autobus, nebo spolujízdu v automobilu.[113] K podobným výsledkům dospěla také americká studie z roku 2005, v níž cesta z domu do zaměstnání trvala v průměru 24 minut mužům a 21 minut ženám.[114] Tyto hodnoty jsou nižší, než jaké byly zaznamenány v našem souboru, avšak musíme brát v potaz, že v našem dotazníku nebyl specifikován čas strávený v dopravních prostředcích cestou do práce, ale jakýkoliv čas strávený v dopravních prostředcích. Čas strávený v dopravních prostředcích u jedinců ze souboru je tedy podle očekávání více jak 2x vyšší (cesta do práce a z práce + přidružené

jízdy mimo zaměstnání). Svou roli ovšem může hrát velikost města, která značně ovlivňuje výslednou délky cesty do práce.

Kratší čas věnovaný dojíždění u žen může být vysvětlen tím, že podle Robertse a jeho kolegů má dojíždění negativní efekt na psychiku žen, ne však mužů. Důvodem má být jejich větší zodpovědnost za chod domácnosti, zahrnující péči o děti a úklid, kvůli kterému jsou citlivější na čas strávený dojížděním.[113] S tímto tvrzením patrně souvisí i dosažený výsledek vyššího času věnovaného domácím pracím u žen, který byl v průměru 3 hodiny a 13 minut, zatímco muži věnovali práci v domácnosti v průměru 1 hodinu a 41 minut (p=0,00). Tento výsledek odpovídá zjištěním z většiny zemí, kdy je navzdory sociálním změnám a emancipaci žen stále proporce účasti žen na domácích pracích větší, než u mužů.[115,116] Podle Ruppannera tento fakt svědčí o tom, že absolutní vyváženosti v účasti na domácích pracích u mužů a žen je těžké dosáhnout. Podle něj leží problém v širší perspektivě pohlavní nerovnosti, kterou lze jen těžko studiemi zachytit, protože existuje mnoho faktorů, které nutí ženy trávit více času doma.[116] Evropský sociologický výzkum z roku 2004, ze kterého Ruppaner vychází, uvádí týdenní množství času věnované domácím pracím v České republice 8,6 hodin u žen a 5,16 hodin u mužů. To je denně 1 hodina a 14 minut u žen a 44 minut u mužů, což jsou velmi nízké hodnoty oproti hodnotám zjištěným v této studii. Vysvětlením může být věkové složení respondentů. Z hlediska věku byla totiž kategorie domácí práce nejvíce odlišná mezi věkovými kategoriemi. Nejméně času věnovali práci v domácnosti jedinci mladší 30 let, nejvíce naopak jedinci starší 60 let. V našem souboru je podíl těchto jedinců vyrovnaný (16% souboru jedinci starší 60 let a 15% souboru jedinci mladší 30 let), je však možné, že data z Evropského sociologického výzkum z roku 2004 byla získána spíše od mladých jedinců.

V našem souboru bylo dále zjištěno, že muži strávili v zaměstnání v průměru 4 hodiny a 5 minut prací vsedě a 1 hodinu a 6 minut aktivní prací, zatímco ženy strávily v zaměstnání v průměru 2 hodiny a 59 minut prací vsedě a 1 hodinu a 12 minut aktivní prací (p=0,00 pro práci v sedě a p=0,5 pro aktivní práci). Celkem tedy muži strávili v zaměstnání v průměru 5 hodin a 11 minut oproti 4 hodinám a 11 minutám, které strávily v zaměstnání ženy. Britský výzkum také potvrdil, že ženy tráví v zaměstnání statisticky významně méně času, než muži. Zaměstnané ženy ve Velké Británii pracují v průměru 29 hodin týdně (tj. v průměru 5 hodin a 48 minut denně) oproti 38 hodinám týdně (tj. 7 hodin a 36 minut denně), které pracují zaměstnaní muži.[113] Ačkoliv jsou naše údaje o času stráveném v zaměstnání nižší než v britské studii, je trend mezi muži a ženami stále patrný.

Z hlediska věku jedinců bylo na základě Kruskal-Wallis ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre zjištěno, že se všechny pohybové aktivity statisticky významně lišily mezi vytvořenými věkovými skupinami. Jedinci do 30 let strávili denně 1 hodinu a 10 minut v dopravních prostředcích, což bylo statisticky významně více, než čas strávený v dopravních prostředcích u jedinců ve věkové kategorii 50-60 let (v průměru 52 minut) a nad 60 let (v průměru 46 minut) ($p<0,05$). Důvodem může být aktivnější způsob života mladší generace, ale také problémy, kterým jsou často během cestování senioři vystaveni. Problémy s dopravou a další aspekty týkající se její dostupnosti a zdravotního stavu starších jedinců jsou často studovány v souvislosti s izolací seniorů.[117,118]

Australská studie uvádí, že mnoho seniorů nemá vlastní automobil, nebo již nemůže automobil řídit a zároveň je v místě jejich bydliště nedostatečné pokrytí městskou dopravou. Kromě dopravní nedostupnosti se senioři často potýkají s nedostatečnou kvalitou povrchu chodníků, což hraje důležitou roli především v zimních měsících. Také se často cítí ohroženi na společných chodnících pro chodce a cyklisty. Největší problémy však podle dotazníků seniorům přináší schody u vstupů do obchodů a dopravních prostředků.[117] Podle americké studie z roku 2005 nejméně dojíždí do zaměstnání ženy starší 65 let (v průměru 15km), což je důsledkem mezipohlavních rozdílů a rozdílů ve věkových skupinách. Studie ukazuje, že nejvíce do zaměstnání dojíždí muži ve věkové skupině 46-55 let, a to v průměru 27,2km. Ženy nejvíce dojíždí ve věkové skupině 26-35 let, a to v průměru 20,9km.[114]

Vzhledem k času věnovanému práci vsedě v hlavním zaměstnání se skupina jedinců starších 60 let lišila od všech ostatních věkových skupin ($p<0,05$), kdy této činnosti věnovala nejméně času. Podobné to bylo i z hlediska aktivní práce v hlavním zaměstnání, kdy se opět statisticky významně lišila skupina starší 60 let od všech ostatních věkových skupin ($p<0,05$), tentokrát však s výjimkou jedinců mladších 30 let. Jedinci starší 60 let strávili aktivní prací nejméně času, a to 38 minut, jedinci mladší 30 let potom 41 minut. Jedinci starší 60 let a jedinci mladší 30 let tedy strávili v zaměstnání nejméně času ze souboru, což odpovídá důchodovému věku a období studia mladých jedinců. Vzhledem k tomu, že v času věnovanému práci vsedě se skupina mladší 30 let od ostatních skupin v produktivním věku nelišila, můžeme usuzovat, že většina mladých pracujících ze souboru měla sedavé zaměstnání.

Čas věnovaný domácím prácím byl statisticky významně rozdílný téměř mezi všemi věkovými kategoriemi. Mladší jedinci vždy věnovali domácím pracím méně času.

Výsledek patrně souvisí se zaměstnáním, kdy senioři věnují svůj čas práci v domácnosti, zatímco zaměstnaní jedinci na práci v domácnosti nemají tolik času. U mladých jedinců, kteří nechodí do zaměstnání, očekáváme využití času studiem nebo jinými zájmy, než domácími pracemi.

Jedinci starší 60 let překvapivě strávili více času chůzí, než jedinci z ostatních věkových kategorií. Výsledek by se mohl zdát alarmující s ohledem na neaktivitu mladých jedinců, ovšem roli v tomto směru hraje rychlost chůze. Při sledování množství kroků totiž zjistíme, že jedinci do 30 let denně ušli v průměru 8528 kroků, což bylo statisticky více než 6315 kroků u jedinců starších 60 let ($p<0,05$). Kdyby byly brány v úvahu kroky aerobní, tak se jedinci do 30 let statisticky významně lišili od všech ostatních věkových kategorií, přičemž udělali nejvyšší počet aerobních kroků. Množství kroků ale bude blíže diskutováno později. Nyní pouze zdůrazníme, že veličina čas věnovaný chůzi není pro srovnání ideální, zvláště pokud sledujeme jedince z různých věkových kategorií. Dosažený nízký počet kroků u nejstarší populace však nesnižuje množství pohybové aktivity, kterou tato věková skupina demonstrovala.

Rozdíly ve složení dne byly také sledovány mezi jednotlivými kategoriemi BMI, a to na základě Kruskal-Wallisova ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre. Z hlediska času věnovanému domácím pracím byl zjištěn mezi hmotnostními kategoriemi významný rozdíl, konkrétně mezi obézními jedinci a jedinci s normální hmotností a nadváhou ($p<0,05$). Obézní jedinci v průměru strávili domácími pracemi 3 hodiny a 4 minuty, což bylo nejvíce v porovnání s ostatními hmotnostními kategoriemi. Dalo by se tedy usuzovat, že obézní jedinci mají dostatek pohybu. Intenzita pohybu při domácích pracích však nebyla dostatečná, aby vedla k větší spotřebě energie. U práce v domácnosti byla totiž nejčastěji uváděna intenzita 4 (30,2%), následovaná intenzitou 3 s 23%. Kromě toho, že intenzita výkonu při této činnosti nebyla dostatečně vysoká, jsme ověřovali hypotézu, že jedinci často práci kompenzují odpočinkem a že se následně tolik nevěnují jiným sportovním aktivitám. Tato skutečnost byla v našem souboru potvrzena, neboť bylo zjištěno, že odpočinku věnovali statisticky významně delší čas právě jedinci obézní oproti jedincům s normální hmotností ($p<0,05$).

Zjištěné množství pohybové aktivity v jednotlivých hmotnostních kategoriích jsme také porovnali s doporučovaným množstvím pohybové aktivity pro udržení zdraví. Ve studii z roku 2007 byla doporučena středně intenzivní aerobní pohybová aktivita minimálně 30

minut pět dní v týdnu, nebo velmi intenzivní aerobní pohybová aktivita minimálně 20 minut tři dny v týdnu. 30 minutový časový úsek mohli jedinci dosáhnout také pomocí 3 minimálně 10 minutových intervalů.[70] Pro porovnání jsme vybrali hodnoty intenzit 6-8 pro střední aerobní aktivitu a intenzity 9-10 pro velmi intenzivní aerobní aktivitu. Doporučení by splnilo pouze 105 jedinců ze souboru. Je tedy zřejmé, že nedostatek pohybové aktivity na základě zjištěných údajů mělo téměř 80% účastníků studie, bez ohledu na to, zda se jednalo o jedince s normální hmotností nebo s obezitou. To je velmi alarmující zjištění, které svědčí o tom, že je dostatečné množství pohybu v běžném životě zanedbáváno.

Údaje z dotazníkového šetření nám tedy poskytly velmi cenné a podrobné informace o běžných denních aktivitách zúčastněných jedinců. Z údajů bylo možné separovat informace týkající se volnočasových aktivit a díky tomu, že byla zaznamenána intenzita pohybu, bylo možné data porovnat s obecně platnými pohybovými doporučeními. Na základě tohoto porovnání jsme dospěli k závěru, že pouze 20% zúčastněných jedinců má dostatečné množství pohybové aktivity nutné pro zajištění zdraví. Je zde však nutné zmínit, že intenzitu pohybu jedinci hodnotili subjektivně, čímž mohlo dojít ke zkreslení výsledků. Nevýhodou dotazníkové metodiky také bylo pracné zpracování výsledků.

Data získaná pomocí krokoměru se oproti výše uvedené dotazníkové metodě dají považovat za objektivní a jejich zpracování bylo méně časově náročné. Na základě krokoměru jsme zjistili, že průměrný počet kroků za den u zkoumaného souboru činil 7230±2949. Hodnoty průměrného počtu kroků se příliš nelišily od průměrného počtu 7370±3080 kroků vycházejícího z americké populace,[119] ale byly nižší než průměrné hodnoty 9192±3127 kroků vycházející z britské populace.[120] Ačkoliv britská studie reprezentovala data evropské populace, musíme brát v úvahu, že jedinci v našem souboru byli starší (45,4±13,2 let) a měli vyšší BMI (32,7±7,9), než jedinci z britské studie, kteří měli v průměru 38,5±13,1 let a jejich BMI bylo v průměru 27,7±5,3.[120] Na základě průzkumu 32 studií lze předpokládat, že se zvyšujícím se věkem se snižuje počet kroků za den.[55] Tento výsledek byl potvrzen také naší studií, kdy bylo na základě korelací zjištěno, že počet kroků koreluje s věkem významně negativně. Na základě Kruskal-Wallisova ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre bylo zjištěno, že jedinci mladší 30 let denně v průměru ušli 8528 kroků, což bylo statisticky více, než průměrných 6791 kroků u jedinců z kategorie 50-60 let a 6315 kroků u jedinců starších 60 let. Na základě kategorizovaného počtu kroků bylo zjištěno, že jedinci náležící do kategorie s vysokou

aktivitou (více než 8985 kroků) byly v průměru o 6 let mladší, než jedinci spadající do kategorie s nízkou aktivitou. Stejný trend byl zjištěn také u aerobních kroků, kdy bylo pomocí Kruskal-Wallis ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre zjištěno, že jedinci mladší 30 let v průměru denně ušli 1947 aerobních kroků, což bylo statisticky více než jedinci v ostatních věkových skupinách (30-40 let = 1007 AeK, 40-50 let = 1143 AeK, 50-60 let = 882 Aek, 60+ = 935Aek). Co se týká počtu aerobních kroků, tak průměrný počet aerobních kroků za den u zkoumaného souboru činil 1133±1508. Podobně jako u normálních kroků byla tato hodnota nižší, než průměrná hodnota zjištěná v jiné studii. Ve finské studii z roku 2011 jedinci v průměru udělali 1925±2052 aerobních kroků. I zde byl výsledek ovlivněn věkem jedinců, kdy do finské studie byli zařazeni podstatně mladší jedinci, konkrétně jedinci ve věku 30-45 let.[121]

Průměrné hodnoty počtu kroků v naší studii byly nižší, než všeobecně doporučovaných 10 000 kroků za den.[56] Doporučovaných 10 000 kroků denně ušlo pouze 15% účastníků studie, což svědčí o tom, že tento cíl nemusí být dosažitelný pro některé skupiny obyvatel, především pro starší jedince, nebo pro jedince se zdravotními problémy.[72] Výsledek je srovnatelný s výsledky zjištěnými dotazníkovým šetřením, kdy obecně uznávané doporučení splnilo 20% jedinců.

Rozdíly v počtu kroků mezi jednotlivými pohlavími byly minimální a nebyly statisticky významné. Ženy v průměru udělaly 7219±2875 kroků za den, zatímco muži jich udělali 7264±3178. Clemes s kolegy a Tudor-Lockeová s kolegy také nenašli statisticky významné rozdíly v počtu kroků mezi muži a ženami.[119,120]

Z antropometrických údajů počet kroků statisticky významně nekoreloval pouze s výškou jedinců, u aerobních kroků byla korelace výšky s počtem aerobních kroků statisticky významná ve smyslu pozitivní korelace. S ostatními parametry korelovaly počty kroků statisticky významně ($p<0,05$). Můžeme tedy předpokládat, že jedinci s nižší hmotností, nižším množstvím podkožního tuku a vyšším množstvím vody, nižším WHR, WHtR a BMI a menšími obvody pasu a boků denně ujdou více kroků, než jedinci s vyššími hodnotami těchto parametrů. U BMI kategorií, které byly studovány detailně, bylo skutečně na základě Kruskal-Wallisova ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre potvrzeno, že je průměrný počet běžných a aerobních kroků za den významně nižší u obézních jedinců, než u jedinců s nadváhou a normální hmotností ($p<0,05$).

Průměrný počet aerobních kroků zkoumaného souboru byl 1133±1508. Tyto kroky byly započítány po 10 minutách chůze představované rychlostí minimálně 60 kroků za minutu. Rychlost chůze se v poslední době stala velmi studovaným fenoménem, a to z důvodu doporučení minimálně 30 min. pohybové aktivity o střední intenzitě, která může být představována svižnou chůzí.[70] Pod pojmem svižná chůze si však každý jedinec představí něco jiného a odborníci se shodují na tom, že doporučení musí být jasná a dobře zapamatovatelná, jako například doporučení 10 000 kroků denně. Z tohoto důvodu se výzkumníci pokusili vyjádřit střední intenzitu aktivity, tedy svižnou chůzi, počtem kroků za minutu. Pomocníkem jim k tomu byla hodnota metabolického ekvivalentu (MET), kdy se za střední intenzitu považuje hodnota 3-6 MET. Jedincům byl během chůze při různě nastavených rychlostech na chodítku měřen VO_2max pro zjištění MET a počet kroků. Data byla hodnocena nejčastěji pomocí regresních rovnic. Výsledky 4 studií došly k závěru, že střední intenzita, definovaná jako 3 MET, by měla být spojena s množstvím 100 kroků za minutu, neboli 3000 kroků za 30 minut dosažených v minimálně 10 minutových intervalech (3x1000).[95,122,123] V souvislosti s tímto doporučením je také doporučováno přihlédnout k délce kroku a výšce postavy.[124] Aerobní kroky měřené krokoměrem Omron tedy svou intenzitou nemusí odpovídat středně intenzivní aktivitě.

Počet kroků byl také hodnocen jako kategoriální proměnná, kdy byli jedinci na základě 25. a 75. percentilu rozložení hodnot průměrného počtu kroků za den rozděleni do skupin s nízkou, střední a vysokou aktivitou. S výjimkou výšky jedinců a procentuálního zastoupení vody byly všechny antropometrické proměnné nejvyšší v kategorii s nízkou aktivitou pohybu (tedy špatné pro zdravotní stav) a nejnižší v kategorii s vysokou aktivitou (jedinci byli relativně zdravější). Z výsledků by bylo možné vyvodit, že vytvořené kategorie dobře odráží tělesnou konstituci jedinců a nabízí se možnost vytvoření pohybových doporučení. Jednalo se však o průřezovou studii, a tak není možné takové závěry lehce utvářet. Naopak bodový graf zobrazující rozvrstvení jedinců v kategoriích s ohledem na jejich BMI a věk ukázal, že ne všichni jedinci v kategorii s vysokou aktivitou měli normální BMI, a naopak. Graf také ukázal nepopiratelnou souvislost mezi věkem a hmotností. Jednotlivé hodnoty se v grafu značně překrývaly, ačkoliv určitý trend byl zřejmý. Konečné výsledky tedy lze interpretovat tak, že v průměru mají jedinci s vysokou pohybovou aktivitou zdravější tělesné parametry, než jedinci se střední a nízkou pohybovou aktivitou. Ke stejným výsledkům dospěly i jiné studie [125-127]. Studie věnující

se ženám ve středním věku našla statisticky významný vztah mezi pohybovými kategoriemi a % tuku, BMI a WHR. Ženy klasifikované jako inaktivní (<6000 kroků za den) nebo víceméně aktivní (6000–9999 kroků za den) měly vyšší BMI, více tuku a vyšší WHR (BMI=29,3, % tuku=44,2 a WHR=0,87 u neaktivních a BMI=25,6, % tuku=35,1 a WHR=0,80 u víceméně aktivních), než ženy, které za den ušly více než 10 000 kroků (průměrné BMI=23,6, % tuku=26,4 a WHR=0.75).[125]

Stejně jako u 24 hodinového záznamu aktivit bylo i u počtu kroků cílem zjistit, zda se liší průměrný počet kroků během pracovního týdne a víkendu. Tato skutečnost byla ověřována i přesto, že se čas, který byl věnován chůzi během pracovního týdne a víkendu, statisticky významně nelišil. Důvodem byl předpoklad, že během pracovního týdne lidé chodí především cestou do a ze zaměstnání, na nákupy, nebo chodí přímo v zaměstnání, zatímco během víkendu jsou důvodem chůze často volnočasové aktivity, jako turistika. Očekávali jsme tedy, že během pracovního týdne udělají jedinci za podobný čas více kroků (spěch cestou do zaměstnání, nebo rychlá chůze během práce), než během víkendu, kdy se člověk volně prochází. Tento předpoklad se vyplnil. Bylo zjištěno, že během pracovního týdne jedinci v průměru ušli 7524±3108 kroků, zatímco během víkendu ušli v průměru 6494±3671 kroků, což bylo přibližně o 1000 kroků méně. Tento výsledek byl na hladině 5% statisticky významný (U=10448, p=0,000). Ke stejnému výsledku dospěla i finská studie, ve které byl také průměrný počet kroků v týdnu vyšší (7712±3071), než během víkendu (7048±3597).[121]

U kroků aerobních jsme naopak předpokládali vyšší počet těchto kroků o víkendu, kdy by během procházky nemělo docházet k tak častým přerušením chůze, jako se dá předpokládat v zaměstnání nebo cestou do zaměstnání. Během pracovního týdne jedinci ušli v průměru 1122±1623 aerobních kroků, zatímco během víkendu to bylo v průměru 1160±1992 aerobních kroků. Rozdíl v počtu aerobních kroků mezi dny v týdnu a během víkendu nebyl na rozdíl od běžnýchh kroků tak zřetelný, nicméně byl na 5% hladině významnosti stále statisticky významný (U=114526, p=0,003). Podobně jako u počtu běžných kroků dospěla ke stejnému výsledku také finská studie, ve které byl průměrný počet aerobních kroků vyšší během víkendu (2272±2791) oproti dnům v týdnu (1810±2092). Autoři této studie rovněž přikládají vyšší počet aerobních kroků během víkendu volnočasovým aktivitám a fyzicky aktivním koníčkům, na které mají lidé o víkendech více času.[121]

Na základě frekvencí jedinců v kontingenčních tabulkách můžeme říci, že kategoriemi popisujícími nejlépe riziko obezity jsou běžné kroky ve spojení s WHtR. Riziko centrální obezity definované jako WHtR>0,50 bylo 5,8krát vyšší v kategorii s nízkou aktivitou oproti kategorii s vysokou aktivitou. Na pomyslném druhém místě by potom byly aerobní kroky a jedinci definovaní na základě BMI, kdy bylo riziko obezity (BMI>30) 3,8krát vyšší v kategorii s nízkou aktivitou v porovnání s aktivitou vysokou. Tyto výsledky potvrzují důležitost využívání jiných měřítek obezity, než pouze BMI.
To, že se nám ve studii podařilo najít statisticky významné výsledky pro WHtR a WHR a data z krokoměru bylo významné zjištění, neboť se v mnoha epidemiologických studiích zdůrazňuje význam viscerálního tuku v rozvoji kardiovaskulárních onemocnění.[128-130] A je to právě WHtR, které má hrát klíčovou roli v prevenci vzniku kardiovaskulárních onemocnění.[102]

Dílčím cílem disertace bylo zjistit, zda jsou pro vytváření pohybových doporučení vhodnější dotazníky, nebo data založená na pedometrii. Každý z přístupů má své výhody i nevýhody. V jedné americké studii bylo zjištěno, že jedinci v dotazníku podhodnocují vzdálenost, kterou ušli. Jedinci do dotazníku uvedli, že v průměru ušli 1,43±1,01 km za den, zatímco na krokoměru jim bylo naměřeno v průměru 4,17±1,61 km za den. Autoři studie vidí největší vinu v nesprávně položené otázce v Paffenbargerově dotazníku College Alumnus Questionnaire (CAQ), kdy je jedinec dotazován na množství městských bloků, které denně obejde.[60] Nesmíme, však zapomenout na to, že krokoměr také produkuje chybu měření. Nejčastěji se uvádí nepřesnost vznikající během pomalé chůze a při dopravě dopravními prostředky.[58] Tudor-Locke a kolegové uvádí, že chyba vzniklá tímto způsobem představuje 2-3% z celodenního množství kroků a považují ji za zanedbatelnou.[73] Pomalá chůze se týká především použití krokoměrů u starších jedinců nebo jedinců se zdravotními problémy. K chybě měření se ještě započítává tzv. reaktivita respondentů, čímž je myšlena změna chování jedinců během monitorování. To ovšem platí i pro metodu dotazníku.

Z našich výsledků vyplývá, že oba přístupy (dotazník a krokoměr) mají pro výzkum obezity neocenitelnou hodnotu. Dotazníková metoda je výborná pro zjištění pohybových zvyklostí zkoumaných jedinců. Nicméně pro vytváření pohybových doporučení využitelných širokou veřejností považujeme za vhodnější data z krokoměru. Výsledky uvádí konkrétní hodnotu (počet kroků) kterou mohou jedinci jednoduše kontrolovat. Na základě našich výsledků bychom mohli vytvořit doporučení určující jedincům ujít 9000

kroků za den. Doporučení vychází z výsledků kontingenční tabulky, kdy může být riziko WHtR>0,50 sníženo téměř 6krát zvýšením pohybové aktivity nad 8985 kroků za den.

Zjištěné výsledky podporují důležitou roli pohybové aktivity jako preventivního prostředku v boji proti pozitivní energetické bilanci.[131,132] Je však důležité zdůraznit, že výsledky výzkumu jsou závislé na typu studie a interpretaci výsledků. V našem případě se jednalo o studii průřezovou, a ne longitudinální. Nelze tedy tvrdit, že zvýšení pohybové aktivity vede ke snížení stupně obezity. Naše zjištění, že větší množství pohybové aktivity bylo spojeno se zdravějšími antropologickými ukazateli, může být interpretováno třemi různými způsoby. Za prvé může pohybová aktivita skutečně vést k prevenci vzniku obezity, za druhé mohou lidé se zdravějšími antropometrickými parametry více tíhnout k cvičení, za třetí může být větší účast na pohybové aktivitě vyjádřením obecně zdravějšího životního stylu svědčícího o lepší sebekontrole.[133] Genetický vliv na chování jedinců s ohledem na množství vykonávané pohybové aktivity ukazuje, že ne každý jedinec má sklony k pohybu. Obecně však můžeme říci, že pohybová doporučení určená k prevenci onemocnění mohou mít potenciální hodnotu pro výzkum a zdravotní doporučení.[134]

7. Závěr

Hlavním cílem předkládané disertační práce bylo vyhodnotit množství, intenzitu a typy pohybových aktivit u jedinců účastnících se projektu *„Variabilita v genu pro leptin, leptinový receptor, adiponektin, proopiomelanokortin a receptor pro melanokortin-4 ve vztahu k výskytu obezity v české populaci“*. Tento cíl se nám podařilo rozsáhlým popisem výsledků splnit. Výsledky práce podporují důležitost pohybové aktivity v boji proti vzniku obezity. Pomocí dotazníkového šetření i na základě údajů z krokoměru bylo zjištěno, že větší množství sportovní aktivity, nebo počtu kroků, je spojeno se zdravějším somatotypem jedinců.

Bylo také zjištěno, že se složení dne s ohledem na jednotlivé aktivity liší v pracovním týdnu a během víkendu. Z tohoto důvodu doporučujeme minimálně jednotýdenní (7 denní) sledování jedinců.

Z hlediska vytváření pohybových doporučení, konkrétně z pohledu preferencí určité aktivity a s ohledem na počet kroků, by pohlaví nemělo hrát významnou roli. Naopak náš výzkum potvrdil zásadní roli věku jedinců pro vytváření doporučení (i v rámci dospělé populace, pro dětskou populaci by samozřejmě platila také jiná doporučení). Na základě Kruskal-Wallis ANOVA testu a mnohonásobným srovnáním z-skóre bylo zjištěno, že se všechny pohybové aktivity statisticky významně lišily mezi věkovými skupinami ($p<0,05$). Pro vytváření doporučení je důležité, že jedinci starší 60 let strávili více času chůzí, než jedinci z ostatních věkových skupin. Zdá se tedy, že chůze je pro tyto jedince přirozenou součástí denní aktivity a může tak být ideálním prostředkem pro pohybová doporučení. Ačkoliv jedinci mladší 60 let strávili chůzí méně času, tak dosáhli vyššího počtu běžných i aerobních kroků, což svědčí o vyšší intenzitě chůze. U vznikajícího doporučení by tedy sledovaným parametrem neměl být čas věnovaný chůzi, ale počet kroků, neboť je hodnota času velmi ovlivněna intenzitou provádění činnosti. Počet kroků je naopak velmi jednoduše sledovatelný parametr.

Důležitým zjištěním z dotazníků byl fakt, že jedinci množství práce kompenzovali odpočinkem, ačkoliv jejich práce nebyla dostatečně intenzivní. Toto zjištění by mělo být známé pro všechny výzkumníky a měli by na tuto skutečnost své pacienty upozornit.

Alarmující bylo zjištění, že pouhých 20% jedinců by splnilo doporučení z roku 2007, ve kterém je doporučena středně intenzivní aerobní pohybová aktivita minimálně 30 minut pět dní v týdnu, nebo velmi intenzivní aerobní pohybová aktivita minimálně 20 minut tři dny v týdnu.[70] Z hlediska počtu kroků by doporučovaných 10 000 kroků denně ušlo pouze 15%

účastníků studie. Výsledky svědčí o tom, že tato doporučení nemusí být dosažitelná pro některé skupiny obyvatel, především pro starší jedince.

Dílčím cílem disertace bylo zjistit, zda jsou pro vytváření doporučení vhodnější dotazníky, nebo data založená na pedometrii. Ačkoliv data z dotazníku poskytla zajímavé informace o chování jedinců, pro vyhotovení doporučení se zdá být jednodušší a vhodnější využít údaje nasbírané z krokoměru. Zjistili jsme, že jedinci mohou téměř 6krát snížit riziko WHtR>0,50 zvýšením pohybové aktivity nad 8985 kroků za den. Pokud bychom chtěli dobře zapamatovatelné doporučení, tak bychom počet kroků zaokrouhlili na 9000 kroků denně. Dalším dílčím cílem bylo zjistit, zda má kategorie aerobních kroků, zjištěných pomocí krokoměru Omron, opodstatnění pro využití měření v praxi. Jak běžné kroky, tak kroky aerobní byly statisticky významně spojeny s atributy obezity ($p<0,05$). Kroky aerobní tedy doporučujeme využívat pro studium vlivu pohybové aktivity na nejrůznější aspekty spojené se zdravím. S ohledem na poslední dílčí cíl jsme byli schopni prokázat, že indexy centrální obezity mají silný vztah k pohybové aktivitě. Konkrétně WHtR se zdá být pro vytváření doporučení účinnější, než BMI a WHR.

Příloha 1 – Dotazník pro záznam celodenní aktivity na 7 po sobě jdoucích dnů.

Hodnocení pohybové aktivity - energetického výdeje

Metodika dle denního záznamu (recall) – 7 dní

Instrukce pro vyplnění dotazníku:

Účelem tohoto dotazníku je získat přehled o Vaší celkové pohybové aktivitě a energetickém výdeji. Pro co největší přesnost hodnotíme celý jeden týden (7-dní), zpravidla jako uplynulý týden nebo pro vás typický týden.

Veškerou možnou pohybovou aktivitu (či neaktivitu) jsme rozdělili do celkem 11 možných kategorií. Snažte se odhadnout, kolik času z celého dne jste se věnovali každé z uvedených kategorií. Podívejte se nejprve zběžně na všechny kategorie, abyste získali přehled o způsobu jejich dělení, a potom vepisujte odhad celkové doby, po kterou jste se v průběhu celého dne věnovali příslušné kategorii. Dobu zapisujte jako počet hodin a minut oddělených dvojtečkou nebo jako číslo, například jestliže jste se za celý den věnovali 15 minut chůzi, napíšete 0:15, jestliže spíte 8,5 hodin, napíšete 8:30 nebo 8,5.

Velmi důležité je dále to, abyste u každé POHYBOVÉ aktivity odhadli její intenzitu, a to podle pomocné tabulky níže. Odhadujete číslem v rozmezí 1-10, podle uvedeného slovního popisu, kdy 1 znamená klid, 2 představuje minimální, velmi mírnou intenzitu a 10 představuje extrémně vysokou, zcela vyčerpávající intenzitu (lze vydržet jen krátce).

Intenzitu vypisujte pouze u těch aktivit, u kterých je uveden řádek s popisem „intenzita“.

[1] **Pomocná tabulka pro odhad intenzity pohybové aktivity:**

Odhadněte číslem v rozmezí 2-10 (1=klid) pomocí níže uvedené tabulky

Intenzita aktivity (namáhavost)	Klid	Velmi mírná		Mírná		Střední		Vysoká		Velmi vysoká
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

				Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
1	**Spánek**		doba za den							
2	**Doprava dopravními prostředky** (auto, autobus, tram, vlak …) nezapočítávat dobu strávenou při chůzi v době přestupů		doba za den							
3	*Práce v hlavním zaměstnání:* **Práce v sedě** (spíše duševní, např. kancelářská práce, u počítače, bez větší náročnosti na intenzitu pohybu)		doba za den							
4	*Práce v hlavním zaměstnání:* **Fyzická práce** (= vstoje a v pohybu)		doba za den							
			intenzita [1)]							
5	**Práce v domácnosti či rekreační – fyzická**		doba za den							
			intenzita [1)]							
6	**Odpočinek v sedě či leže (četba, TV, kino)**, nezapočítávat běžný noční spánek		doba za den							
7	**Chůze (venku)** (procházky, včetně např. chůze do zaměstnání)		doba za den							
			intenzita [1)]							
8	**Sport venku**		doba za den							
			intenzita [1)]							
9	**Sport nebo cvičení v místnosti**		doba za den							
			intenzita [1)]							
10	**Jiná pohybová aktivita (tanec, sex apod.)**		doba za den							
			intenzita [1)]							
11	**Ostatní – denní hygiena, jídlo apod.** (dopočítává se do 24 h)		doba za den							
12	**KROKOMĚR**	**KROKY (STEPS)**								
		AEROBNÍ KROKY (AEROBIC STEPS)								
		Kcal								

8. Soupis použité literatury

1. Agurs-Collins T, Bouchard C. Gene-nutrition and gene-physical activity interactions in the etiology of obesity. Introduction. *Obesity (Silver Spring).* 2008;16 Suppl 3:S2-4.

2. Després J-P, Lamarche B. Effects of diet and physical activity on adiposity and body fat distribution: implications for the prevention of cardiovascular disease. *Nutr Res Rev.* 1993;6:137-159.

3. Katzmarzyk P, Bouchard C. *Genetic Influences on Human Body Composition Influences on Human Body Composition.* In: Steven B. Heymsfield et al. *Human Body Composition*. Leeds: Human Kinetics; 2005:523 p.

4. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol.* 2005;98(4):1154-1162.

5. Hill J, Wyatt H, Reed G, Peters J. Obesity and the environment: Where do we go from here? *Science.* 2003;299(5608):853-855.

6. Lev-Ran A. Human obesity: an evolutionary approach to understanding our bulging waistline. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews.* 2001;17(5):347-362.

7. Wells J. Evolution of the Human Profile of Fatness. *Human ecology special issue.* 2005;13:17–22.

8. Kagawa Y, Yanagisawa Y, Hasegawa K, et al. Single nucleotide polymorphisms of thrifty genes for energy metabolism: evolutionary origins and prospects for intervention to prevent obesity-related diseases. *Biochem Biophys Res Commun.* 2002;295(2):207-222.

9. Hainer V. Obezita v historii lidstva. In: Hainer V. et. al., *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada publishing, spol. s. r. o.; 2004:21–29.

10. Hainer V, Kunešová M, et al. *Obezita.* Praha: Galén; 1997.

11. Morris JN. Occupation and coronary heart disease. *A.M.A. Archives of Internal Medicine.* 1959;104(6):903-907.

12. Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities - a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. *Am J Clin Nutr.* 1956;4(1):20-34.

13. Larsson B, Svardsudd K, Welin L, Wilhelmsen L, Bjorntorp P, Tibblin G. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. *BMJ.* 1984;288(6428):1401-1404.

14. Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B, Pennert K, Rybo E, Sjostrom L. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *BMJ.* 1984;289(6454):1257-1261.

15. Sparrow D, Borkan GA, Gerzof SG, Wisniewski C, Silbert CK. Relationship of fat distribution to glucose tolerance. Results of computed tomography in male participants of the Normative Aging Study. *Diabetes.* 1986;35(4):411-415.

16. Bjorntorp P. Visceral fat accumulation - the missing link between psychosocial factors and cardiovascular-disease. *Journal Of Internal Medicine.* 1991;230(3):195-201.

17. OECD. Overweight and obesity. *OECD Factbook 2013: Economic, Environmental and Social Statistics.*: OECD Publishing; 2013.

18. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical-activity, exercise, and physical-fitness - definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports.* 1985;100(2):126-131.

19. Maia JA, Thomis M, Beunen G. Genetic factors in physical activity levels: a twin study. *Am J Prev Med.* 2002;23(2 Suppl):87-91.

20. Hamilton MT, Booth FW. Skeletal muscle adaptation to exercise: a century of progress. *J Appl Physiol.* 2000;88(1):327-331.

21. Wilmore JH, Costill DL, Larry K W. *Physiology of Sport and Exercise.* 4th Revised edition ed. Champaign: Human Kinetics Publishers; 2008.

22. Havlíčková L, a kol. *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část.* Praha: Nakladatelství Karolinum; 2004.

23. Dovalil J, a kol. *Výkon a trénink ve sportu.* Praha: Olympia; 2002.

24. Placheta Z, Siegelová J, Štejfa M, kol. a. *Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinické praxi.* Praha: Grada Publishing; 1999.

25. Trojan S, a kol. *Lékařská fyziologie.* 4 ed. Praha: Grada Publishing; 2003.

26. Jančík J, Novotná M, Závodná E. *Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly*. Brno: Fakulta Sportovních Studií MU; 2006.
Dostupné na: http://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/fyzio/texty/index.html.

27. Linhart A. Praktický přístup k odlišení atletického srdce od hypertrofické kardiomyopatie. *Kardiol Rev Int Med.* 2007;9:18-23.

28. Tvrzlík A, Soumar L. *Běhání. Od joggingu po maratón.* 1. ed. Praha: Grada Publishing; 2006.

29. Novotná M, Novotný J. *Fyziologická podstata rychlostního a vytrvalostního běžeckého výkonu.* Brno: Masarykova univerzita; 2007.

30. Kuhn K, a kol. *Vytrvalostní trénink.* 1. ed. České Budějovice: Kopp; 2005.

31. Fernström M, Tonkonogi M, Sahlin K. Effects of acute and chronic endurance exercise on mitochondrial uncoupling in human skeletal muscle. *The Journal of Physiology.* 2004;554(3):755-763.

32. Leuchter T, Smrčka V. Návrh stimulačního přístroje pro regeneraci sportovců. *Studia Kinanthropologica.* 2009;10(2):60-72.

33. Zahradník D, Korvas P. Specifika sportovní přípravy dětí. In: *Základy sportovního tréninku.* Brno: Masarykova Univerzita; 2012.

34. You T, Nicklas B. Effects of Exercise on Adipokines and the Metabolic Syndrome. *Curr Diab Rep.* 2008;8(1):7-11.

35. Fischer CP, Berntsen A, Perstrup LB, Eskildsen P, Pedersen BK. Plasma levels of interleukin-6 and C-reactive protein are associated with physical inactivity independent of obesity. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(5):580-587.

36. Campbell L, Wallman K, Green D. The effects of intermittent exercise on physiological outcomes in an obese population: continuous versus interval walking. *J Sports Sci Med.* 2010;9(1):24-30.

37. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, et al. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism.* 2005;54(11):1472-1479.

38. Polak J, Klimcakova E, Moro C, et al. Effect of aerobic training on plasma levels and subcutaneous abdominal adipose tissue gene expression of adiponectin, leptin, interleukin 6, and tumor necrosis factor alpha in obese women. *Metabolism.* 2006;55(10):1375-1381.

39. Kondo T, Kobayashi I, Murakami M. Effect of Exercise on Circulating Adipokine Levels in Obese Young Women. *Endocr J.* 2006;53(2):189-195.

40. Esposito K, Pontillo A, Di Palo C, et al. Effect of Weight Loss and Lifestyle Changes on Vascular Inflammatory Markers in Obese Women: A Randomized Trial. *JAMA.*2003;289(14):1799-1804.

41. Pedersen BK. Exercise-induced myokines and their role in chronic diseases. *Brain Behav Immun.* 2011;25(5):811-816.

42. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nat Rev Endocrinol.* 2012;8(8):457-465.

43. Munoz-Canoves P, Scheele C, Pedersen BK, Serrano AL. Interleukin-6 myokine signaling in skeletal muscle: a double-edged sword? *FEBS J.* 2013;280(17):4131-4148.

44. Stupka N, Lowther S, Chorneyko K, Bourgeois JM, Hogben C, Tarnopolsky MA. Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *J Appl Physiol.* 2000;89(6):2325-2332.

45. 360 Fit. Core Strength for Runners. 2010; Dostupné z: http://360fittip.blogspot.cz/2010_03_01_archive.html. Accessed 23.8. 2012.

46. Horton TJ, Pagliassotti MJ, Hobbs K, Hill JO. Fuel metabolism in men and women during and after long-duration exercise. *J Appl Physiol* 1998;85(5):1823-1832.

47. Kent-Braun JA, Ng AV, Doyle JW, Towse TF. Human skeletal muscle responses vary with age and gender during fatigue due to incremental isometric exercise. *J Appl Physiol.* 2002;93(5):1813-1823.

48. Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, et al. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol (1985).* 1999;86(1):188-194.

49. Tanaka H, Seals DR. Age and gender interactions in physiological functional capacity: insight from swimming performance. *J Appl Physiol.* 1997;82(3):846-851.

50. Torbenson D. Georgetown to Idaho Springs! 2006; Dostupné z: http://debtorby.typepad.com/connections/2006/08/index.html.Accessed 23.8. 2012.

51. Joosen AMCP, Gielen M, Vlietinck R, Westerterp KR. Genetic analysis of physical activity in twins. *Am J Clin Nutr.* 2005;82(6):1253-1259.

52. Tennis T. TopspinTitans.com congratulates Bryan Brothers and Sam Querrey. 2010; Dostupné z: http://topspintitans.wordpress.com/2010/08/01/topspintitans-com-congratulates-bryan-brothers-and-sam-querrey/. Accessed 23.8. 2012.

53. National Cancer Institute. Walking & bicycling related items from physical activity questionnaires. 2014; Dostupné z: http://appliedresearch.cancer.gov/paq/reflist.html. Accessed 16.7. 2014.

54. Gibbs-Smith CH, Rees G. *The inventions of Leonardo da Vinci.* Phaidon; 1978.

55. Tudor-Locke C. Taking Steps toward Increased Physical Activity: Using Pedometers To Measure and Motivate. *Research Digest.* 2002;17(3):1-8.

56. Hatano Y. Use of the pedometer for promoting daily walking exercise. *ICHPER.* 1993;29:4-8.

57. Ammoni. Krokoměr. 2007; Dostupné z: http://emagus.blogspot.cz/2007/01/krokomr.html. Accessed 21.9. 2014.

58. Bassett D, Ainsworth B, Leggett S, et al. Accuracy of five electronic pedometers for measuring distance walked. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(8):1071-1077.

59. Hendelman D, Miller K, Bagget C, Debold E, Freedson P. Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(9):S442-S449.

60. Bassett D, Cureton A, Ainsworth B. Measurement of daily walking distance-questionnaire versus pedometer. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(5):1018-1023.

61. Walter PL. The history of the accelerometer. *Sound and Vibration.* 2007(40):84-92.

62. Maddocks M, Petrou A, Skipper L, Wilcock A. Validity of three accelerometers during treadmill walking and motor vehicle travel. *Br J Sports Med.* 2010;44(8):606-8.

63. Cardon G, De Bourdeaudhuij I. Comparison of pedometer and accelerometer measures of physical activity in preschool children. *Pediatr Exerc Sci.* 2007;19(2):205-214.

64. Cuberek R, El Ansari W, Fromel K, Skalik K, Sigmund E. A Comparison of Two Motion Sensors for the Assessment of Free-Living Physical Activity of Adolescents. *Int J Environ Res Public Health.* 2010;7(4):1558-1576.

65. Harris TJ, Owen CG, Victor CR, Adams R, Ekelund U, Cook DG. A Comparison of Questionnaire, Accelerometer, and Pedometer: Measures in Older People. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1392-1402.

66. Pagels P, Boldemann C, Raustorp A. Comparison of pedometer and accelerometer measures of physical activity during preschool time on 3-to 5-year-old children. *Acta Paediatrica.* 2011;100(1):116-120.

67. Tudor-Locke C, Leonardi C, Johnson WD, Katzmarzyk PT, Church TS. Accelerometer steps/day translation of moderate-to-vigorous activity. *Prev Med.* 2011;53(1–2):31-33.

68. Tudor-Locke C, Hatano Y, Pangrazi R, Kang M. Revisiting "How Many Steps Are Enough?". *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(7):S537-S543.

69. Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al. Physical Activity and Public Health - A Recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA.* 1995;273(5):402-407.

70. Haskell WL LI-M, Pate RP, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A. Physical activity and public health: updated

recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007;116(9):1081-1093.

71. Welk GJ, Differding JA, Thompson RW, Blair SN, Dziura J, Hert P. The utility of the Digi-Walker step counter to assess daily physical activity patterns. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(9):S481-S488.

72. Tudor-Locke C, Bassett DR. How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Med.* 2004;34(1):1-8.

73. Tudor-Locke C, Jones G, Myers A, Paterson D, Ecclestone N. Contribution of structured exercise class participation and informal walking for exercise to daily physical activity in community-dwelling older adults. *Res Q Exerc Sport.* 2002;73(3):350-356.

74. Hardman CA, Horne PJ, Rowlands AV. Children's Pedometer-determined Physical Activity During School-time and Leisure-time. *J Exerc Sci Fit.* 2009;7(2):129-134.

75. Rowlands AV, Eston RG, Ingledew DK. Relationship between activity levels, aerobic fitness, and body fat in 8- to 10-yr-old children. *J Appl Physiol.* 1999;86(4):1428-1435.

76. Sugiura H, Sugiura H, Kajima K, Mirbod S, Iwata H, Matsuoka T. Effects of long-term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women: randomised controlled trial [ISRCTN21921919]. *BMC Women's Health.* 2002;2(1):3.

77. Chaloupka V. Zátěžové testy v kardiologii. Zátěžová elektrokardiografie. Doporučené postupy České kardiologické společnosti. *Cor et Vasa.* 2000;42(3):K43-K49.

78. Ainsworth B, Haskell W, Whitt M, et al. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(9):S498-S516.

79. Puntila E, Kröger H, Lakka T, Tuppurainen M, Jurvelin J, Honkanen R. Leisure-time physical activity and rate of bone loss among peri- and postmenopausal women: a longitudinal study. *Bone.* 2001;29(5):442-446.

80. Hayashi T, Wojtaszewski JFP, Goodyear LJ. Exercise regulation of glucose transport in skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 1997;273(6):E1039-1051.

81. Ivy J. Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Sports Medicine.* 1997;24(5):323-338.

82. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical Activity/Exercise and Type 2 Diabetes. *Diabetes Care.* 2006;29(6):1433-1438.

83. Wilde BE, Sidman CL, Corbin CB. A 10,000-step count as a physical activity target for sedentary women. *Res Q Exerc Sport.*. 2001;72(4):411-414.

84. Ross R, Dagnone D, Jones P, et al. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men - A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 2000;133(2):92-103.

85. Ross R, Janssen I, Dawson J, et al. Exercise-Induced Reduction in Obesity and Insulin Resistance in Women: a Randomized Controlled Trial. *Obesity.* 2004;12(5):789-798.

86. Richardson CR, Newton TL, Abraham JJ, Sen A, Jimbo M, Swartz AM. A Meta-Analysis of Pedometer-Based Walking Interventions and Weight Loss. *Ann Fam Med.* 2008;6(1):69-77.

87. Meek SE, Nair KS, Jensen MD. Insulin regulation of regional free fatty acid metabolism. *Diabetes.* 1999;48(1):10-14.

88. Meijer EP, Westerterp KR, Verstappen FTJ. Effect of exercise training on total daily physical activity in elderly humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999;80(1):16-21.

89. Lamarche B, Despres J, Pouliot M, et al. Is body-fat loss a determinant factor in the improvement of carbohydrate and lipid-metabolism following aerobic exercise training in obese women. *Metabolism.* 1992;41(11):1249-1256.

90. Bray GA. Exercise and obesity. In: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, McPhcrson BD. *Exercise, Fitness and Health: A consensus of current knowledg*. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1988:740.

91. Cernansky R. Fast Food Advertising is On the Rise -- With a Focus on Minority Youth -- While Kids Continue to Grow Fatter. What's Wrong With This Picture? 2011; Dostupné z: http://www.treehugger.com/green-food/fast-food-advertising-is-on-the-rise-with-a-focus-on-minority-youth-while-kids-continue-to-grow-fatter-whats-wrong-with-this-picture.html. Accessed 23.8. 2012.

92. Chapman MJ, Caslake M. Non-high-density lipoprotein cholesterol as a risk factor: addressing risk associated with apolipoprotein B-containing lipoproteins. *Eur Heart J Suppl.* 2004;6(suppl A):A43-A48.

93. O'Donovan G, Owen A, Bird SR, et al. Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. *J Appl Physiol.* 2005;98(5):1619-1625.

94. Yoshioka M, Ayabe M, Yahiro T, et al. Long-period accelerometer monitoring shows the role of physical activity in overweight and obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2005;29(5):502-508.

95. Ayabe M, Aoki J, Kumahara H, et al. Minute-by-minute stepping rate of daily physical activity in normal and overweight/obese adults. *Obes Res Clin Pract.* 2011;5(2):e151-e156.

96. Pons-Villanueva J, Segui-Gomez M, Martinez-Gonzalez MA. Risk of injury according to participation in specific physical activities: a 6-year follow-up of 14 356 participants of the SUN cohort. *Int J Epidemiol.* 2010;39(2):580-587.

97. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, et al. Exercise Standards for Testing and Training: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. *Circulation.* 2001;104(14):1694-1740.

98. Dixon S, Newton J, Teh J. Stress fractures in the young athlete: a pictorial review. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2011;40(1):29-44.

99. Fox SD. How to Prevent Sports Injuries. 2012; Dostupné z: http://www.ctpost.com/healthyyou/home/article/How-to-Prevent-Sports-Injuries-3667089.php#photo-3126458. Accessed 23. 8. 2012.

100. Myers J. Exercise and Cardiovascular Health. *Circulation.* 2003;107(1):e2-e5.

101. WHO. *Waist Circumference and Waist-hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation, Geneva, 8-11 December 2008.* Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2011.

102. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews.* 2012;13(3):275-286.

103. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0·5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev.* 2010;23(02):247-269.

104. STATISTICA (data analysis software system). Version 10. StatSoft, Inc; 2011

105. Slentz CA, Duscha BD, Johnson JL, et al. Effects of the Amount of Exercise on Body Weight, Body Composition, and Measures of Central Obesity: STRRIDE--A Randomized Controlled Study. *Arch Intern Med.* 2004;164(1):31-39.

106. Český statistický úřad. Organizace práce a uspořádání pracovní doby podle výsledků ad hoc modulu 2004 výběrového šetření pracovních sil. 2005; Dostupné z: http://www.vykazy.cz/csu/2005edicniplan.nsf/kapitola/1531-05--50. Accessed 12. 6. 2012.

107. Buxton OM, Marcelli E. Short and long sleep are positively associated with obesity, diabetes, hypertension, and cardiovascular disease among adults in the United States. *Soc Sci Med.* 2010;71(5):1027-36.

108. Buysse DJ, Grunstein R, Horne J, Lavie P. Can an improvement in sleep positively impact on health? *Sleep Med Rev.* 2010;14(6):405-10.

109. Cappuccio FP, Cooper D, D'Elia L, Strazzullo P, Miller MA.. Sleep duration predicts cardiovascular outcomes: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Eur Heart J.* 2011;32(12):1484-92..

110. Marshall NS, Glozier N, Grunstein RR. Is sleep duration related to obesity? A critical review of the epidemiological evidence. *Sleep Med Rev.* 2008;12(4):289-298.

111. Piskáčková Z, ZdražiI T, Forejt M, Bienertová Vašků J. Délka spánku u dospělé populace ve vztahu k BMI. *Hygiena.* 2012;57(1):10-16.

112. McQuaid RW, Chen T. Commuting times – The role of gender, children and part-time work. *Research in Transportation Economics.* 2012;34(1):66-73.

113. Roberts J, Hodgson R, Dolan P. "It's driving her mad": Gender differences in the effects of commuting on psychological health. *J Health Econ.* 2011;30(5):1064-1076.

114. Crane R. Is There a Quiet Revolution in Women's Travel? Revisiting the Gender Gap in Commuting. *J Am Plann Assoc.* 2007;73(3):298-316.

115. Batalova JA, Cohen PN. Premarital Cohabitation and Housework: Couples in Cross-National Perspective. *J Marriage Fam.* 2002;64(3):743-755.

116. Ruppanner LE. Cross-national reports of housework: An investigation of the gender empowerment measure. *Social Science Research.* 2010;39(6):963-975.

117. Valdemarsson M, Jernryd E, Iwarsson S. Preferences and frequencies of visits to public facilities in old age—a pilot study in a Swedish town center. *Arch Gerontol Geriatr.* 2005;40(1):15-28.

118. Engels B, Liu G-J. Social exclusion, location and transport disadvantage amongst non-driving seniors in a Melbourne municipality, Australia. *J Transp Geogr.* 2011;19(4):984-996.

119. Tudor-Locke C, Ainsworth B, Whitt M, Thompson R, Addy C, Jones D. The relationship between pedometer-determined ambulatory activity and body composition variables. *Int J Obes.* 2001;25(11):1571-1578.

120. Clemes S, Hamilton S, Lindley M. Four-week pedometer-determined activity patterns in normal-weight, overweight and obese adults. *Prev Med.* 2008;46(4):325-330.

121. Hirvensalo M, Telama R, Schmidt MD, et al. Daily steps among Finnish adults: variation by age, sex, and socioeconomic position. *Scand J Public Health.* 2011;39(7):669-677.

122. Marshall SJ, Levy SS, Tudor-Locke CE, et al. Translating Physical Activity Recommendations into a Pedometer-Based Step Goal: 3000 Steps in 30 Minutes. *Am J Prev Med.* 2009;36(5):410-415.

123. Tudor-Locke C, Camhi SM, Leonardi C, et al. Patterns of adult stepping cadence in the 2005–2006 NHANES. *Prev Med.* 2011;53(3):178-181.

124. Rowe DA, Welk GJ, Heil DP, et al. Stride rate recommendations for moderate-intensity walking. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(2):312-318.

125. Thompson DL, Rakow J, Perdue SM. Relationship between accumulated walking and body composition in middle-aged women. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(5):911-914.

126. Lam SC, Lee LY, Wong SL, Wong AK. Pedometer-determined physical activity and body composition in Chinese working adults. *J Nurs Scholarsh.* 2012;44(3):205-214.

127. Zafari A, Mackie B. Physical activity and the metabolic syndrome. *Hospital Physician.* 2006;42(9):26-38.

128. Ibrahim MM. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. *Obes Rev.* 2010;11(1):11-18.

129. Mathieu P, Lemieux I, Despres JP. Obesity, inflammation, and cardiovascular risk. *Clin Pharmacol Ther.* 2010;87(4):407-416.

130. Carr DB, Utzschneider KM, Hull RL, et al. Intra-abdominal fat is a major determinant of the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria for the metabolic syndrome. *Diabetes.* 2004;53:2087 2094.

131. Blair S. Evidence for success of exercise in weight-loss and control. *Ann Intern Med.* 1993;119(7):702-706.

132. Smith S, de Jonge L, Zachwieja J, et al. Concurrent physical activity increases fat oxidation during the shift to a high-fat diet. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(1):131-138.

133. Fogelholm M, Kukkonen-Harjula K. Does physical activity prevent weight gain – a systematic review. *Obes Rev.* 2000;1(2):95-111.

134. Eaton S, Eaton S. An evolutionary perspective on human physical activity: implications for health. *Comp Biochem Physiol A Physiol.* 2003;136(1):153-159.

9. Seznam zkratek

acetyl CoA	acetyl koenzym A
ACSM	American College of Sports Medicine
ADP	adenosindifosfát
AEE	Activity Energy Expenditure, aktivitou vyvolaný energetický výdej
AeK	aerobní kroky
AHA	American Heart Association,
AMK	aminokyseliny
ANOVA	Analysis Of Variance, Analýza rozptylu
ATP	adenosintrifosfát
Bcl-2	B-cell lymphoma 2, protoonkogen, protiapoptotický protein
Ca^{2+}	kationt vápníku
cm	centimetr
CNS	centrální nervová soustava
CO_2	oxid uhličitý
CVD	Cardiovascular Desease, onemocnění kardiovaskulárního systému
DF	dechová frekvence
DNA	Deoxyribonucleic Acid, deoxyribonukleová kyselina
F	female, ženy
FFA	Free Fatty Acids, volné mastné kyseliny
H^+	vodíkový kationt
$H_2PO_4^-$	dihydrogenfosforečnan
IGF1	Insulin-like growth factor 1, růstový faktor
IDL	Intermediate-density lipoprotein, lipoprotein se střední hustotou
IL-1RA	antagonista IL-1 receptoru
IL-10	interleukin 10
IL-1ß	interleukin-1 beta
kcal	kilokalorie
kg	kilogram
km	kilometr
LCA	Leukocyte Common Antigen, obecný leukocytární antigen
LTPA	Leisure Time Physical Activity, volnočasová aktivita
M	male, muži
MET	metabolický ekvivalent
min.	minuta
N	Normal weight, normální hmotnost (BMI=18,5-24,9)
NIDDM	Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus, na inzulinu nezávislá cukrovka
O_2	kyslík
OB	Obesity, obezita (BMI?30,0)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development, Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj

OW	Overweight, nadváha (BMI=25,0-29,9)
PA	Physical Activity, pohybová aktivita
PCr	kreatinfosfát, fosfokreatin
pH	potential of hydrogen, potenciál vodíku
Pi/PCR	poměr anorganického fosfátu a fosfokreatinu
Q	minutový objem srdeční
QS	systolický objem srdeční
SF	srdeční frekvence
SPI	Sport Participation Index, index sportovního zapojení
T	time, čas
T*I	čas vynásobený intenzitou
TNF-α	Tumor Necrosis Factor alpha, Faktor nádorové nekrózy alfa
U	Underweight, podváha (BMI<18,50)
V	minutová ventilace
VC	vitální kapacita plic
V_c	běžná a společná environmentální variabilita
V_e	jedinečná environmentální variabilita
V_g	genetická variabilita
VLDL-C	Very-Low-Density Lipoprotein, lipoprotein s velmi nízkou hustotou
$VO_{2\ max}$	maximální spotřeba kyslíku
V_T	dechový objem
V_{tot}	celková variabilita
WHO	World Health Organisation, Světová zdravotnická organizace
WHR	Waist to Hip Ratio, poměr obvodu pasu a obvodu boků
WHtR	Waist to Height Ratio, poměr obvodu pasu a tělesné výšky
wk	week, týden

10. Seznam obrázků a grafů

Obr. 1 – Metabolické účinky IL-6…….....23
Obr. 2 – Vrcholoví atleti mužského a ženského pohlaví…….…24
Obr. 3 – Vliv věku a pohlaví na plavecký výkon…….…27
Obr. 4 – Dva senioři po závodu v půl maratonu……..28
Obr. 5 – Radost dvojčat Bryanových po vítězství ve čtyřhře na turnaji z okruhu ATP…...30
Obr. 6 – Krokoměr Omron……...32
Obr. 7 – Dětská obezita a příklad nezdravého stravování……41
Obr. 8 – Zranění svalového původu…….44

Graf 1 – Rozdělení jedinců do věkových kategorií……..51
Graf 2 – Rozdělení jedinců do hmotnostních kategorií……51
Graf 3 – Rozdělení jedinců do hmotnostních a věkových kategorií v závislosti na jejich pohlaví…….....52
Graf 4 – Krabicové grafy zobrazující měnící se antropometrické rozměry s ohledem na věkové kategorie……54
Graf 5 – Průměrný čas věnovaný vybraným činnostem v pracovním týdnu a během víkendu…….…56
Graf 6 – Průměrný čas věnovaný vybraným činnostem u jedinců v jednotlivých BMI kategoriích……....57
Graf 7 – Průměrný čas věnovaný vybraným činnostem u jedinců v jednotlivých věkových kategoriích……...60
Graf 8 – Procentuální zastoupení jednotlivých pohybových aktivit, u kterých byla zaznamenána intenzita pohybu…….…64
Graf 9 – Procentuální zastoupení hodnot intenzit v jednotlivých pohybových aktivitách...70
Graf 10 – Počet jedinců splňujících pohybové doporučení z roku 2007……..71
Graf 11 – Krabicové grafy zobrazující medián průměrného počtu běžných a aerobních kroků za den v různých věkových kategoriích……73
Graf 12 – Krabicové grafy zobrazující medián průměrného počtu běžných a aerobních kroků za den v různých hmotnostních kategoriích……..74
Graf 13 – Bodový graf zobrazující rozvrstvení jedinců v kategoriích průměrného počtu běžných kroků s ohledem na jejich věk a BMI……...78

11. Seznam tabulek

Tab. 1 – Základní popisná statistika studovaného souboru……..….50
Tab. 2 – Popisná statistika antropometrických rozměrů pro ženy (F) a muže (M)……..53
Tab. 3 – Korelace mezi jednotlivými antropometrickými rozměry…….55
Tab. 4 – 24 hodinový záznam činnosti jedinců zjištěný dotazníkovým šetřením……....56
Tab. 5 – Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v pohybových aktivitách mezi jednotlivými BMI kategoriemi……58
Tab. 6 – Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v pohybových aktivitách mezi jednotlivými věkovými kategoriemi…61
Tab. 7 – Čas věnovaný jednotlivým aktivitám - muži a ženy……..64
Tab. 8 – Korelace (Spearmanovo ρ) mezi pohybovými aktivitami a antropometrickými údaji……..65
Tab. 9 – Vzájemná korelace (Spearmanovo ρ) mezi jednotlivými pohybovými aktivitami……..66
Tab. 10 – Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v pohybových aktivitách, u kterých byla zjišťována intenzita, mezi jednotlivými BMI kategoriemi……...67
Tab. 11 – Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v pohybových aktivitách, u kterých byla zjišťována intenzita, mezi jednotlivými věkovými kategoriemi……....68
Tab. 12 – Čas věnovaný jednotlivým pohybovým aktivitám, u kterých byla zjišťována intenzita, u mužů a žen…….69
Tab. 13 – Procentuální zastoupení hodnot intenzit v jednotlivých pohybových aktivitách……..70
Tab. 14 – Korelace (Spearmanovo ρ) počtu běžných a aerobních kroků s antropometrickými údaji……..72
Tab. 15 – Průměrný počet běžných a aerobních kroků v jednotlivých věkových kategoriích……73
Tab. 16 – Průměrný počet běžných a aerobních kroků v jednotlivých hmotnostních kategoriích……74
Tab. 17 – Průměrný počet kroků a aerobních kroků u žen a mužů……..75

Tab. 18 – Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a popisná statistika antropometrických rozměrů v kategoriích průměrného počtu běžných kroků……..…75
Tab. 19 – Vypočítaná hodnota Kruskal-Wallisova testu a popisná statistika antropometrických rozměrů v kategoriích průměrného počtu aerobních kroků……..….76
Tab. 20 – Mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v antropometrických charakteristikách mezi kategoriemi průměrného počtu běžných kroků……...77
Tab. 21 – Mnohonásobné srovnání z-skóre pro zjištění rozdílů v antropometrických charakteristikách mezi kategoriemi průměrného počtu aerobních kroků……78
Tab. 22 – Kontingenční tabulka zobrazující počty jedinců v BMI kategoriích a v kategoriích průměrného počtu běžných kroků……79
Tab. 23 – Kontingenční tabulka zobrazující počty jedinců v BMI kategoriích a v kategoriích průměrného počtu aerobních kroků……...80
Tab. 24 – Kontingenční tabulka zobrazující počty jedinců ve WHR a WHtR kategoriích a kategoriích průměrného počtu běžných a aerobních kroků……81
Tab. 25 – Tabulka zobrazující počty běžných a aerobních kroků během pracovních dní a o víkendu a hodnotu Mann-Whitneyova U……82

12. Seznam příloh

Příloha 1 – Dotazník na pohybovou aktivitu použitý ve studii……...96-97

13. Seznam odborných publikací autora

DUCHEČKOVÁ, Petra, Martin FOREJT a Julie BIENERTOVÁ VAŠKŮ. Physical activity and obesity: comparison between different approaches. *Anthropologie*, 2012, roč. 48, č. 3, s. 231–238. ISSN 0323-1119.

DUCHEČKOVÁ, Petra, Martin FOREJT: Aerobic Steps As Measured by Pedometry and Their Relation to Central Obesity. *Iranian Journal of Public Health*, 2014, 43(8):1070-1078.

14. Souhrn poznatků disertační práce

Výsledky této disertační práce podporují důležitost pohybové aktivity v boji proti vzniku obezity. Pomocí dotazníkového šetření i na základě údajů z krokoměru byl zjištěn statisticky významný vliv věku na množství pohybové aktivity. Z hlediska metodiky byla pro tvorbu pohybových doporučení navržena metoda pedometrie. Chůze byla pro všechny jedince přirozenou součástí denní aktivity a zároveň počet kroků nebyl zkreslen intenzitou chůze, jako tomu bylo u času stráveného chůzí. Jedinci s rizikovými zdravotními parametry (na základě BMI, WHR a WHtR) ušli denně statisticky významně méně kroků a aerobních kroků v porovnání s jedinci, kteří měli normální tělesné parametry ($p<0,05$). Počet aerobních kroků, měřený pomocí krokoměru Omron, má tedy své opodstatnění pro hodnocení množství pohybové aktivity, což je cenným zjištěním disertační práce. Velmi důležitým poznatkem je také to, že index centrální obezity WHtR je pro vytváření doporučení účinnější, než BMI a WHR. Zjistili jsme, že jedinci mohou téměř 6krát snížit riziko WHtR>0,50 zvýšením pohybové aktivity nad 8985 kroků za den.

DUCHEČKOVÁ, Petra, Martin FOREJT a Julie BIENERTOVÁ VAŠKŮ. Physical activity and obesity: comparison between different approaches. *Anthropologie*, 2012, roč. 48, č. 3, s. 231–238. ISSN 0323-1119.

DUCHEČKOVÁ, Petra, Martin FOREJT: Aerobic Steps As Measured by Pedometry and Their Relation to Central Obesity. *Iranian Journal of Public Health*, 2014, 43(8):1070-1078.

Jméno a podpis studenta

Jméno a podpis školitele