

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Petra Pospíšilová

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

METODY MONITORINGU MNOŽSTVÍ A OBJEMU
POHYBOVÉ AKTIVITY

Bakalářská práce

Autor: Petra Pospíšilová, učitelství pro základní školy tělesná výchova – matematika

Vedoucí práce: Mgr. Roman Cuberek, Ph.D.

Olomouc 2013

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Petra Pospíšilová

Název závěrečné písemné práce: Metody monitoringu množství a objemu pohybové aktivity

Pracoviště: Centrum kinantropologického výzkumu

Vedoucí: Mgr. Roman Cuberek, Ph.D.

Rok obhajoby: 2013

Abstrakt: Bakalářská práce se týká problematiky monitoringu pohybové aktivity a možnosti její zaznamenávání. V práci je vypracován přehled druhů záznamů pohybové aktivity. Pohybovou aktivitu můžeme zaznamenat pomocí krokoměrů, akcelerometrů, ActiGraphů, monitorů srdeční frekvence, softwarů do mobilních telefonů, globální navigační systémy a senzorů vkládajících se do bot. Na základě výsledků nalezených ve studiích, byla zjištěna platnost použití přístrojů a jejich vlastnosti.

Klíčová slova: krokoměr, akcelerometr, ActiGraph, validita, reliabilita, rychlost, srdeční frekvence.

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Petra Pospíšilová

Title of the thesis: Methods for monitoring quantity and volume of physical activity

Department: Center for Kinanthropology Research

Supervisor: Mgr. Roman Cuberek, Ph.D.

The year of presentation: 2013

Abstract: This thesis concerns the issue of monitoring of physical activity and the possibility of its recording. In the work a compendium of species records physical activity. The physical activity can be recorded using pedometers, accelerometers, ActiGraph, heart rate monitors, software for mobile phones, global position systems and sensors for sport shoes. Based on the results found in studies was found to validity use of instruments and their characteristics.

Keywords: pedometer, accelerometer, ActiGraph, validity, reliability, speed, heart rate.

I agree with the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou písemnou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí Mgr. Romana Cuberka, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a řídila se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 28. 6. 2013

.....

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, Mgr. Romanovi Cuberkovi, Ph.D., za odborné vedení, rady a pomoc při zpracování této práce.

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 CÍLE	10
2.1 Hlavní cíl práce	10
2.2 Dílčí cíle	10
2.3 Úkoly práce	10
3 METODIKA	11
3.1 Přehled informačních zdrojů	11
4 VÝSLEDKY A DISKUZE	12
4.1 Přístroje k záznamu množství a intenzity pohybové aktivity	12
4.2 Krokoměry (pedometry)	12
4.2.1 Krokoměry značky Omron	13
4.2.2 Krokoměry značky Yamax	15
4.2.3 Krokoměry značky New Lifestyles	17
4.2.4 Krokoměry značky Oregon	17
4.2.5 Krokoměry značky Silva	18
4.2.6 Mluvicí krokoměry	18
4.3 Akcelerometry	19
4.4 Actigraph	25
4.5 Monitorování tepové frekvence	28
4.5.1 Smarthealth	29
4.5.2 Actiheart	30
4.5.3 Polar	30
4.5.4 Suunto	31
4.5.5 Accumen	32
4.5.6 Cardiosport	32
4.5.7 Cardiochamp	32

4.5.8	<i>Cateye</i>	33
4.5.9	<i>Instapulse</i>	33
4.6	Mobilní telefony se specifickým softwarovým zajištěním	33
4.7	Senzor pohybu zakomponované do bot	36
4.8	Přístroje založené na technologii GPS	38
4.9	Dotazníky	41
4.10	Limity práce	46
5	ZÁVĚRY	48
6	SOUHRN	49
7	SUMMARY	50
8	REFERENČNÍ SEZNAM	51
9	PŘÍLOHY	61

1 ÚVOD

Pohyb patří k přirozeným projevům lidského těla. Je nutností k obstarání základních potřeb člověka. S rozvojem techniky se lidé začínají pohybovat daleko méně než v minulosti. Tím dochází ke zhoršování zdravotního stavu lidí. Kompenzací sedavého způsobu života by měl být záměrný pohyb.

Pravidelnou pohybovou aktivitou si udržujeme zdraví, vitalitu a zabráňujeme vzniku řady nemocí. Pomáhá nám zlepšit společenskou konektivitu a kvalitu života. Pravidelným pohybem a zdravým životním stylem zabráníme vzniku obezity a je přirozeným nástrojem jejího redukování. Snižuje klidový krevní tlak a s látkovou výměnou zlepšuje prokrvení těla. Omezuje riziko vzniku cukrovky typu II, srdečně-cévních onemocnění, deprese i řady nádorových onemocnění. Díky tvorbě endorfinu při pohybové aktivitě přispívá k dobré náladě a spokojenosti. Velkou roli hraje při snižování míry osteoporózy a udržování dostatečné síly pro rovnováhu a koordinaci zajišťující dlouhý a kvalitní život (Branca et al., 2007).

Přístroje na měření pohybové aktivity mohou díky zaznamenaným výsledkům motivovat, tím donutit k lepším výkonům, pomoci snížit obezitu dnešní populace a zlepšit zdravotní stav. Tyto přístroje zaznamenávají veškerý pohyb, který člověk udělá během dne. Navíc některé z přístrojů zaznamenávají tepovou frekvenci, a tak si můžeme hlídat hranici, ve které kalorie spalujeme. Každý potřebuje zaznamenat jiná data a podle svých požadavků si musí vybrat jemu vhodný přístroj z velkého množství na trhu.

Ve zdravotnictví jsou tyto přístroje důležité pro hlídání pohybové aktivity, jako zjištění příčiny onemocnění kardiovaskulárního systému, nebo po operaci srdce. Proto je potřeba spolehlivý přístroj s přesným záznamem, který pomůže odhalit onemocnění. Takový přístroj je těžké mezi mnoha nabídkami stále nových, vyvíjejících se přístrojů najít. Proto je vhodné zjistit validitu a reliabilitu těchto přístrojů přečtením množství studií a jejich výsledků, což zabere mnoho času.

Hlídat míru pohybové činnosti si musí i sportovci, aby nedošlo k jejich přetrénování a jejich výkonnost neustále směřovala k lepším a lepším výsledkům. Naměřené údaje slouží ke správnému stanovení tréninkového plánu a zjištění jejich maximálního výkonu. Přístroj zaznamenávající trénink sportovce pomůže k odhalení blížícímu se přetrénování, přehlednost výsledků jednotlivých tréninků, díky tomu lepší přizpůsobení jednotlivých tréninkových jednotek k dalším úspěchům.

Neustálý rozvoj technologií zhoršuje orientaci ve velkém množství přístrojů a možnosti záznamu pohybu. Přístroje jsou neustále vyvíjeny, nacházejí se nové možnosti zjednodušení záznamu a jeho zpřesnění. Tato práce by měla umožnit čtenáři orientovat se v možnostech záznamu pohybu a vybrat si přístroj, který zaznamenává požadovaná data v co nejlepší přesnosti.

2 CÍLE

2.1 Hlavní cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je vytvořit přehled přístrojů používaných k záznamu a hodnocení množství a intenzity pohybové aktivity.

2.2 Dílčí cíle

- 1) Popsat způsob, jak přístroje zaznamenávají data a způsob jejich vyhodnocení.
- 2) Předložit vlastnosti a charakteristiku jednotlivých přístrojů.

2.3 Úkoly práce

- 1) Vyhledat používané přístroje ve studiích zaměřených na monitoring pohybové aktivity.
- 2) Vyhledat vlastnosti u nalezených přístrojů.
- 3) Zpracování získaných dat.
- 4) Sepsání bakalářské práce.

3 METODIKA

3.1 Přehled informačních zdrojů

Pomocí vyhledávače Google byly na základě klíčových slov vyhledány přístroje zaznamenávající množství a/nebo intenzitu pohybové aktivity. Následně byly u těchto přístrojů dohledány firmy vyrábějící jednotlivé produkty. K vyhledání přístrojů byly do vyhledávače zadány tato klíčová slova: záznam pohybu, monitoring pohybové aktivity, záznam kroků, záznam intenzity pohybu.

Pro doplnění informací o aktuální ceně výrobků byly využity portály Heuréka (www.heureka.cz), Amazon (www.amazon.com) nebo stránky výrobce.

Zdrojem informací o využívání přístrojů ve výzkumných studiích byly databáze elektronických informačních zdrojů. Za tímto účelem byly využity čtyři informační databáze EBSCO, SPORTDiscus with Full Text, ProQuest a Google Scholar. Všechny databáze jsou dostupné pro členy akademické obce Univerzity Palackého v Olomouci.

Tyto databáze byly zvoleny na základě jejich popisu. Z jejich zaměření je patrné, resp. je vysoká pravděpodobnost, že obsahují nejvýznamnější publikace zaměřené na různé problematiky spojené s pohybovou aktivitou (PA). V těchto publikacích očekáváme využívání přístrojů k deskripci PA.

Při vyhledávání publikací v databázích, které využívají přístroje popisující PA, byla využívána tato klíčová slova: physical activity, monitoring, validity, reliability, pedometer, akcelerometer, ActiGraph, heart rate monitor, software, mobile phone, senzor, shoes, GPS a questionnaires.

Vyloučeny byly studie, které neobsahovaly v abstraktu klíčové slovo vyhledávané skupiny přístrojů.

Takto byl získán přehled o využívaných přístrojích i přehled o vlastnostech (zaměřeno na validitu a reliabilitu) těchto přístrojů.

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

4.1 Přístroje k záznamu množství a intenzity pohybové aktivity

Na základě vyhledávání ve vyhledávači Google byly zjištěny tyto přístroje: krokoměr, akcelerometr, ActiGraph, monitor srdeční frekvence, senzor do bot, software do mobilních telefonů a globální navigační systémy.

Ve vyhledávaných databázích bylo nalezeno 93 studií využívající přístroje k deskripci množství a/nebo intenzity PA. Bylo zjištěno, že v těchto studiích jsou využívány tyto přístroje: krokoměry značky Omron, krokoměry značky Yamax, krokoměry značky New Lifestyles, krokoměry značky Oregon, mluvící krokoměry, krokoměry značky Silva, akcelerometr Tri-Trac, Actical akcelerometr, akcelerometr Lifecorder, ActivTracer, Actimarker, Actiwatch, Biotrainer, Caltrac, Mini-Motionlogger, RT3 akcelerometr, Step Watch 3, ActiGraph GT3X, ActiGraph GT1M, ActiGraph 7164, Smarthealth, Actiheart, Polar monitor srdeční frekvence, Suunto T6, Accumen, Cardiosport, Cardiochamp, Cateye, Instapulse, Nike+, S3+, S3, miCoach, GPSports a MinimaxX.

Uvedené přístroje lze typologicky rozdělit do následujících kategorií: (a) krokoměry, (b) akcelerometry, (c) monitory tepové frekvence, (d) mobilní telefony se specifickým softwarovým zajištěním, (e) senzory pohybu zakomponované do bot a (f) přístroje založené na technologii GPS.

4.2 Krokoměry (pedometry)

Využívání pedometrů je nejstarším a nejrozšířenějším způsobem přístrojového sledování terénní pohybové aktivity. Jsou nástrojem k objektivnímu posouzení chůze a úrovně aktivity. Krokoměry mají mnoho výhod. Jsou dostupné díky jejich nízké ceně (10 – 160 USD), jde o malé, lehké přístroje, které měří vertikální oscilace. Vykonané kroky můžeme přečíst na displeji. Starší typy přístrojů pracovaly na principu zapínání a vypínání elektrického obvodu pomocí ramene kyvadélka, které se pohybovalo vlivem kmitání při chůzi. Každý kmit je započítán jako jeden krok. Nové přístroje pracují elektronicky na základě izoelektronického jevu. Na základě informací vložených do přístroje (délka kroku, hmotnost, výška, věk) nám přístroj přepočítá přibližnou

překonanou vzdálenost, spálené kalorie (Clemes & Biddle, 2013; Sigmund & Sigmundová, 2011).

Krokoměry jsou používány jako nástroje pro hodnocení fyzické aktivity. Jsou jednoduché a mají nižší cenu než akcelerometry. Akcelerometry používají softwary, které si musíme zakoupit navíc. Obvykle se nosí připevněné na opasku nebo pasu, kde vykazují největší spolehlivost. Přesnost může být ovlivněna rychlostí a rostoucím BMI a obezitou (Tudor-Locke, 2001; Crouter, 2003; Melanson, 2004; Holbrook, 2009).

Díky zobrazování kroků na displeji přístroje je krokoměr jedním z nejlepších „motivátorů“ k pohybu. Ještě lepší motivací je, když krokoměr nosí někdo z blízkých příbuzných nebo kolegů v práci, lidé tak mohou vzájemně porovnávat své výkony. Další podmínkou je stanovit si cíl, kolik kroků za den máme vykonat. Všechny donutí v případě volného času jít z práce pěšky místo městskou hromadnou dopravou či autem, v některých případech i snažit se udělat krok navíc.

4.2.1 Krokoměry značky Omron

Studie testovaly platnost některých krokoměrů Omron při jejich nošení v různých pozicích. Tato značka jako první měnila doporučenou pozici nošení. Testován byl HJ-112 Walking Style II. Platně hodnotí kroky při nošení na boku, v kapse, na hrudi i kolem krku. Největší chybu prokázal v kapse kalhot při nízké rychlosti. Ovlivnění BMI se neprokázalo. U HJ-720 byla prokázána největší chyba při nošení v kapse kalhot, zejména při chůzi do schodů (Holbrook, 2009; Hasson, 2009; Zhu, 2010).

Společnost Omron, vydala v listopadu 2010 zprávu, ve které reaguje na snižující se počet lidí navštěvujících nějaký sportovní klub a naopak zvýšení lidí provozujících jogging. Jogging je levnější varianta sportu, a proto přišli na trh s přístrojem Jog Style měřícím vzdálenost, rychlost nebo energii používané při běhu nebo joggingu. Nebude nás nijak omezovat, můžeme ho dát do kapsy, nebo připnout k opasku. Navíc má 7 dní paměti. Zaznamenává i další spotřebu energie jako chůze domů, po schodech, při každé denní činnosti. Trojrozměrný snímač může říct, jestli se osoba pohybuje, kterým směrem a jakou rychlostí. Je to vysoce přesná mikro elektromechanická technologie a používá se v některých rozšířených systémech mobilních telefonů (OMRON Healthcare Europe B. V., 2013).

V listopadu 2012 přišla společnost Omron s novou řadou krokoměrů, Walking style One 2.0, 2.1 a Walking style Pro 2.0. Tato řada má 3D snímací technologii, umožňující tomuto zařízení, přesně měřit, bez ohledu na pozici nošení (svisle, vodorovně, na boku, v kapse, v tašce). Jsou úzké a vhodné pro každou činnost (OMRON Healthcare Europe B. V., 2013).

Platnost a spolehlivost krokoměru Omron HJ-203 byla testována v různých pozicích nošení za kontrolovaných a volných podmínek. 3 testy (test 20 kroků, chůze do schodů a ze schodů, běžecký pás Walking) byly prováděny na 20 dospělých mužích. Účastníci měli krokoměr umístěn v kapse kalhot, tašce a kolem krku. Přesnost byla ovlivněna umístěním a rychlostí chůze. Nejméně přesné bylo nošení v kapse kalhot, zejména při nižší rychlosti, nejlépe pak dopadlo umístění na krku (De Cocker, 2012).

Omron HJ-720 Walking Style Pro byl testován při nošení v kapse, v batohu, vlastním tempem, u osob s nadváhou a obezitou. S výjimkou nošení v batohu prokázal dobrou validitu a reliabilitu. Krokoměr má horší výsledky při nošení v přední kapse kalhot, zejména při chůzi do schodů (De Cocker, 2012).

Omron HJ-303 byl zkoumán se dvěma dalšími krokoměry (Sportline Traq a Yamax SW-200) na dopad rychlosti. Testovala se chůze (rychlá i pomalá), běh, chůze do schodů i ze schodů, stroj elliptical, chůze dopředu, dozadu a do boku. Omron byl spolehlivý pro pěší turistiku, běhání, elliptical machine, chůzi do schodů a ze schodů a zkoušku 100 kroků. Nošení v pase se jeví jako nejspolehlivější (Steeves, 2011).

Holbrook et al. (2009) v článku pro Medicine & Science in Sports & Exercise se zaměřuje na krokoměr HJ-151 a HJ-720ITC od společnosti Omron Healthcare. Zkoumá platnost a spolehlivost použití pro stanovené a vlastní tempo chůze. Po několika pokusech studie prokázala, že oba krokoměry byly platné a spolehlivé pro obě podmínky chůze.

Nejvíce využívaným krokoměrem při studiích zabývajících se pohybovou aktivitou je ze všech typů krokoměrů Omron HJ-720ITC, a to díky datům stažitelným do počítače. Ve většině případů se používá s nějakým jednodušším krokoměrem, jako je například Yamax SW-200. Přístroje jsou méně spolehlivé při chůzi do schodů a u lidí s nadváhou a obezitou, díky horšímu sklonu přístroje při umístění na pásku kalhot.



Obrázek 1. Krokomeř Omron, model HJ-720 ITC (Bassett & John, 2010)

4.2.2 Krokoměry značky Yamax

Krokoměry Yamax SW jsou nejrozšířenějšími a nejspolehlivějšími ve výzkumu. V této sérii najdeme typ SW-200, ten je jednoduchý a počítá pouze kroky. Ve výzkumných studiích je jedním z nejpoužívanějších. Další typy jsou SW-801, SW-800, SW-701, SW-700, SW-651, SW-650, SW-501 a SW-500. Všechny mají stejné rozměry 50 × 38 × 14 mm i váhu 21 g. Cena se pohybuje mezi 24 – 30 USD. Typy s číslicí 1 na konci přepočítávají kroky na vzdálenost, rychlost a spálený tuk v amerických jednotkách (mílech a uncích). Funkce a rozměry přístrojů jsou zaznamenány v Příloze 1 (Tschirhart).

Bergman et al. (2008) ve své studii zkoumali platnost pohybových senzorů u starších osob bydlících v domech s pečovatelskou službou. Porovnávali StepWatch 3 Step Activity Monitor a Yamax Digi-Walker SW-200 pedometer. Měřili přesnost zaznamenaných kroků za ušlou vzdálenost 161 m a pohybovou aktivitu během jednoho dne (24 hodin). V porovnání 161 m chůze Yamax zaznamenal 51,9% a StepWatch 102,6% kroků. V 24 hodinovém měření Yamax naměřil výrazně méně kroků než StepWatch. Pro pohybovou aktivitu seniorů tedy není Yamax SW-200 přesným přístrojem na měření.

Yamax SW-200 je malý, lehký, obvykle se nosí na pasu a funguje na principu pružinové hmoty (pružina se natáhne vytěsněním hmotnosti a regenerační silou se pak stáhne nazpět). Vnitřní mechanismus je obvykle horizontální pružinou vinuté rameno páky, která uzavírá okruh zdvihu pohybem od středu hmoty pro digitální počítání a zobrazení kroků. Mechanismus nemusí být citlivý pro přesné měření kroků při pomalé rychlosti chůze a naklonění přístroje od vertikální osy. Obezita nebo používání holí

v kombinaci se změnou chůze může ovlivnit jeho přesnost. Studie zkoumala přesnost Yamax SW-200 a SW-401 ve srovnání se skutečně vykonanými kroky při chůzi na běžecím pásu plně pohyblivých osob s roztroušenou sklerózou. Krokoměr projevil dobrou přesnost na rychlost 67, 80 a 94 m/min, ale špatnou přesnost na rychlost 41 a 54 m/min. Tato zjištění jsou v souladu s výzkumem zdravých dospělých. Krokoměr je méně přesný při samostatně vybrané a pomalé rychlosti chůze. Neměla by odradit od jeho použití, ale měla by být brána v úvahu při interpretaci výsledků ve srovnání s kontrolami. Cena je rozumná a zařízení je jednoduché na ovládání, přijatelné pro osoby s roztroušenou sklerózou (Motl & Sandroff, 2010).

Leicht & Crowther (2007) v článku zkoumají efekt povrchu a pohlaví na přesnost krokoměru. Hodnoceno bylo 52 zdravých studentů, kteří dokončili šest zkoušek 150 metrů chůze na čtyřech různých površích při nošení krokoměru Yamax SW-700 DigiWalker. Výsledky studie ukázaly, že chůze na měkkém povrchu (suchý písek) snižuje rychlost chůze a zapříčiňuje zvýšenou chybu u žen ve srovnání s muži, což může být způsobeno zhoršeným pohybem boků a chůze.



Obrázek 2. Krokoměr Yamax, model SW-200 (Bassett & John, 2010)

Série Yamax Power Walker (PW) obsahuje 3D akcelerometr. Můžeme ho nosit v kapse nebo kabelce, obsahuje režim pro aerobní chůzi. Byl navržen tak, aby snížil počet „omylných“ kroků. Je dražší než série SW. Druhým největším úvodem do krokoměru Yamax byla série CW. Obsahuje klip na připevnění k opasku. Řada CW je dražší než SW, některé typy přístrojů nabízí čas aktivity a 2 týdny paměti. Je produktem japonské kvality a inženýrství. Čtvrtým hlavním úvodem Yamax byla série krokoměru PZ. Jde o originální 1-D akcelerometr s citlivým senzorem pohybu. Nabízí 14 dní paměti,

kterou zobrazuje v jednotýdenním a dvoutýdenním průměru. Řada EX je nejnovější na trhu, přibližuje se akcelerometru měřicímu ve třech na sebe kolmých osách. Je malý, elegantní, navržen tak, aby se vešel do kapsy nebo kabelky. Obsahuje 30 dnů paměti a týdenní součty až 30 týdnů. Tyto série krokoměrů nebyly použity v žádné studii, jejich parametry jsou uvedeny v tabulce v Příloze 1 (Tschirhart, 2013).

4.2.3 *Krokoměry značky New Lifestyles*

Cílem studie Duncan et al. (2011) bylo posoudit platnost piezoelektrického krokoměru New Lifestyles NL-1000 a všesměrového akcelerometru Actical během jednoho školního dne. Je nutné, aby NL-1000 odhadoval záznamy středně namáhavé PA srovnatelné s akcelerometrem. Přístroje byly studentům umístěny na levý a pravý bok. Nebyly zjištěny žádné významné rozdíly v počtu kroků mezi jednotlivými zařízeními u chlapců nebo dívek ani u věkových rozdílů. Výsledky ukazují, že NL-1000 podceňuje střední intenzitu PA o 37 - 45% u dětí věku 5 - 11 let, NL-1000 postrádá podstatnou část střední PA dětí.

Activity monitor NL-2000 si po vložení údajů (věk, výška, hmotnost a pohlaví) vypočítá klidový metabolismus. Výhodou je, že zařízení je schopno detekovat zvýšené dopady při běhu, na rozdíl od chůze, a tím lépe vypočítat spálené kalorie. Ovlivnění obezitou zde není a přístroj má stejnou přesnost u štíhlých lidí i u lidí s nadváhou (Bassett & John, 2010).

Správnost NL-2000 Activity Monitor byla zjišťována při výpočtu kalorického výdeje při chůzi a běhu na rovném povrchu a chůzi na svahu. Srovnání bylo mezi AEI Moxus Metabolic Card a NL-2000 a proběhlo na dospělých ve věku 18 - 45 let. Při chůzi nebyl zaznamenán žádný rozdíl, pouze na 5% sklonu svahu byl kalorický výdej nižší. Při běhu byl naopak kalorický výdej přeceněn. Přístroj je určen pro osoby, které usilují o splnění fyzické aktivity a cíle kalorického výdeje (Eveland-Sayers et al, 2007).

4.2.4 *Krokoměry značky Oregon*

Ve srovnávací studii 13 krokoměrů Oregon Scientific PE316CA byl jeden ze tří, který výrazně přeceňoval kroky, v porovnání s kritérii Yamax Digi-Walker SW-200. Krokoměr Oregon bylo jediné zařízení, které často zaznamenávalo dvojité kroky, jež vysvětlují nadhodnocení v této studii (Schneider et al., 2004).

4.2.5 *Krokoměry značky Silva*

Krokoměr Silva byl použit ve zdravotnictví pro zvýšení pohybové aktivity pacientů a tím předcházení některých nemocí, aniž by byla předtím zkoumána jeho platnost. Cílem této studie bylo posoudit přesnost krokoměru Silva (model 56012). Pracuje na kyvadlovém mechanismu, zobrazuje počet kroků, má dvě tlačítka obnovení a stojí asi £9. Obsahuje filtr „falešných“ kroků. Začíná nahrávat kroky po šesti po sobě jdoucích. Krokoměr byl testován na běžeckém pásu při pěti rychlostech. Počet kroků zaznamenaných krokoměrem Silva byl výrazně nižší než skutečné koky počítané při všech rychlostech, nepřesný je tento krokoměr zejména u lidí s nadváhou a obezitou (Clemes et al., 2010).

Cílem této studie bylo zjistit přesnost konkrétního typu krokoměru Silva Krokoměr model Plus 56013-3 a akcelerometr Silva modelu V3 a 56026 u žen trpících obezitou. Z výsledků vyplývá, že kroky registrované na krokoměru se výrazně liší od skutečně napočítaných kroků. Krokoměr i akcelerometr podceňují kroky. Akcelerometr je více přesný, pokud je pověšený na krku než při umístění na levém boku, při umístění na boku nezaznamenal přesné kroky ani krokoměr. Jiné studie ukázaly, že se chyba krokoměru zvýšila při nízkých rychlostech. Akcelerometr přesněji registruje koky, než akcelerometr u žen s obezitou (Wiklund et al., 2012).

4.2.6 *Mluvicí krokoměry*

Mnoho mluvících krokoměrů je k zakoupení se širokou řadou funkcí a cen v rozmezí 10 až 50 dolarů. Typický mluvící krokoměr má tlačítko Hovor, po jehož stlačení hlasový záznam čte data na displeji zařízení. Studie proběhla na mladých vidoucích dospělých, starších dospělých a dospělých se zrakovým postižením. Ověřovaly se Oregon Scientific PE829, Sportline 343, Brookstone Talking Pedometer a Accusplit Alliance AL300. Tyto přístroje mohly zaznamenávat nashromážděné kroky, vzdálenost nebo spálené kalorie. Oregon krokoměr vyžaduje užití sluchátek pro poslech. Největší prospěch z mluvících krokoměrů mají lidé s vadami zraku. Ze čtyř dostupných mluvících krokoměrů měřily s největší přesností dva modely, a to Accusplit a Brookstone (Albright & Jerome, 2011).

Výzkum byl prováděn na mládeži se zrakovým postižením. Tito chodili čtyři úseky 100 m a měli na sobě upevněné dva krokoměry (na pravé a levé straně) tří druhů zvukových oznámení pedometrů (Centrios Talking Pedometer, TALKiNG Pedometer a Sportline Talking Calorie Pedometer 343) a srovnávací krokoměr (NL2000). Shoda mezi hlasovým oznámením krokoměru umístěným na pravé a levé straně byla nízká. Systematická chyba byla zpozorována na umístění na levé straně, zatímco krokoměry umístěné vpravo měly rozdíl od skutečných kroků $\pm 3\%$. Mluvící krokoměry prokázaly přijatelnou přesnost při správném umístění. Shoda mezi umístěním jednotek byla minimální, registrované kroky mezi umístěním vpravo a vlevo byly značně odlišné. Tento rozdíl byl u všech vlevo umístěných krokoměrů. Je proto doporučeno umístit každý ze tří krokoměrů na pravý bok pro osoby se zrakovým postižením (Beets et al., 2007).

Veškeré parametry krokoměrů jsou uvedeny pro srovnání v Příloze 1. Nejjednodušší užívaný krokoměr při záznamu provedených kroků je Yamax SW 200, většinou je používán jako doplňkový monitor. Díky stažitelnosti dat do počítače je oblíbeným přístrojem Omron HJ-720 ITC. Pro výpočet kalorií a klidového metabolismu je užitečný a také ve výzkumu často používaný New Lifestyles NL-2000.

4.3 Akcelerometry

Akcelerometry jsou přenosné snímače registrující změny rychlosti pohybu pomocí vnitřního piezoelektrického krystalu. Ten je schopen mírou vlastní mechanické deformace převádět pohybové zrychlení na změny elektrických impulzů, které lze přepočtem podle individuálních somatických charakteristik vyjádřit v jednotkách výdeje energie (De Vries et al., 2009; Montoye et al., 1996; Sigmund, 2000; Westerterp, 1999).

Akcelerometrie byla navržena jako objektivní metoda měření fyzické aktivity. Vnější a vnitřní přístrojová spolehlivost a platnost na počítačovou vědu a aplikaci akcelerometru, spolu s povahou srovnatelné filtru v přístroji byla studovaná u sinusových pohybů v mechanickém nastavení. Uvnitř přístroje byla spolehlivost relativně dobrá, sporná byla při extrémních hodnotách zrychlení (Brage, S. et al., 2003).

Akcelerometry lze rozdělit podle rozměru snímání pohybu na lineární, rovinné a prostorové. Prostorové snímání pohybu na rozdíl od jednorozměrně monitorujících akcelerometrů neklade tak výrazné požadavky na přesné umístění přístroje na těle, zpravidla v pase. Podle rozsahu výsledků dělíme na zachycení a zobrazení souhrnných výsledků monitorování, ale i jeho průběhu v každém okamžiku, umožňuje detailní analýzu PA s možností jejího srovnávání v jednotlivých sledovaných částech nebo pouze souhrnné monitorování výsledků. Dle závislosti na displeji rozdělujeme akcelerometry podle obsluhy, nastavování a zobrazování výsledků na manuální obsluhu nebo obsluhu pomocí počítače a zobrazení výsledků okamžitě nebo zpětně (Sigmund & Sigmundová, 2011).

Akcelerometr Tri-Trac-R3D firmy Madison, je určen k měření energetického výdeje a monitorování lokomočního charakteru v prostoru. Pracuje na principu detekce zrychlení prostřednictvím vestavěného piezoelektrického krystalu. Zaznamenává odchylky v na sebe kolmých rovinách (3D). Data můžeme vyhodnotit ve spojení s počítačovým programem TRITRACR, zobrazit na obrazovce počítače a vytisknout v podobě grafu. Akcelerometr byl připevněn na pravou SIAS (spina illiaca anterior superior) pomocí gumového opasku. Měření se skládalo ze 3 částí. „Chůze“ (chůze na místě, naboso, v kyčelním a kolenním kloubu nestojné dolní končetiny 90°) na pevné podlaze (5 minut), přestávka – sed (5 minut) a chůze na nestabilní plošině – Psturomedu (5 minut). Akcelerometr Tri-Trac-R3D je schopen monitorovat výchylky těla při chůzi na místě i měřit rozdíly mezi plošinami. Na nestabilní plošině byly naměřeny větší výchylky než na stabilní plošině. Mezi muži a ženami nebyl rozdíl, nesportovci vykazovali na stabilní plošině menší výchylky než sportovci, na nestabilní plošině nebyl rozdíl (Sigmund, 2000; Žujová et al., 2003). Ve studii McMurray (2004) bylo použito i odhadu úrovně fyzické aktivity u dospělých, starších pacientů a dětí. Odlišuje střední a intenzivní fyzickou aktivitu, poskytuje odhad celkové úrovně fyzické aktivity. Po získání informací o pohlaví, výšce, tělesné hmotnosti a věku odhaduje výdej energie po dobu až 14 dnů. Tritrac R3D podcenil energetický výdej u domácích prací. Standardní rovnice pro odhad energetického výdeje byla vyvinuta pro dospělé, proto nemusí souhlasit s energetickým výdejem u dětí. Přesně měří výdej energie v širokém rozsahu pomocí energetického výdeje kyslíku (VO₂). Tato studie se snaží vytvořit rovnici pro

odhad EE pro počítání u mládeže. Statisticky významné rovnice mohou být vytvořeny pomocí vektorové velikosti a jednoduchých vlastností postavy, tělesné hmotnosti, věku a pohlaví. Tritrac R3D má mírný úspěch při posuzování energetického výdeje u osmi- až osmnáctiletých. Směrodatná odchylka je poměrně velká, větší než u klidového metabolismu, nepřesnost je zejména při nízkých rychlostech metabolismu.

Actical akcelerometr je malý všesměrový akcelerometr, který se nosí u pasu. Je citlivý na zrychlení ve vertikální ose. Data jsou uložena po 180 dnů celkově a 44 dnů po 1 minutové epoše. Zaznamenaná data zrychlení jsou převedena do „počtů“, které mohou být uloženy na 15, 30 nebo 60 denních epoch. Data se dají jednoduše stáhnout do počítače a přepočítat na EE (energetický výdej). Actical započítá během dne méně fyzické aktivity než ActiGraph, při současném nošení. Actical měl nejnižší spolehlivost ze 4 testovaných zařízení (ActiGraph, Biotrainer Pro, Tritrac-R3D a Actical). Na druhou stranu studie „mechanická třepačka“ studie zjistila u Actical nejlepší spolehlivost. Je široce užívaným akcelerometrem u dětí ve věku 3 - 5 let. (Bassett & John, 2010). Studie Rosenkranze (2011) zkoumala posouzení počítání kroků Actical akcelerometrem, jak při umístění na kotníku, tak v pasu. Actical je vodotěsný, díky tomu může být upevněn i při koupání, vodních sportech i při spánku. Actical monitor má problémy při měření pomalé chůze, ale účinně měří chůzi rychlostí 100 - 200 kroků za minutu při umístění v pase. Umístění na kotníku má lepší míru spolehlivosti záznamu při rychlostech menších než 130 kroků za minutu, ale má potíže při měření kroků při rychlé chůzi.



Obrázek 3. Actical accelerometer (Bassett & John, 2010)

Lifecorder EX je jednoosý akcelerometr, který se nosí v pase připevněný na boku. Výstupem je intenzita PA, která se skládá ze stupnice 0 - 9 (úroveň 0: klid, úroveň 0,5: mikro pohyb, úroveň 1 - 9: pohyb). Intenzita byla stanovena z frekvence kroků a

velikosti zrychlení. Intenzita byla klasifikovaná do 4 prahů (TH1: 0,06g, TH2: výrobcem stanovená hodnota, TH3: výrobcem stanovená hodnota, TH4: 1,96g). Při vertikálním zrychlení překročeném TH2 nebo pokud mezera mezi impulsy byla menší než 1 sekunda, byl rozpoznán pohyb, který způsobil stupeň, který byl počítán. Lifecorder hůře hodnotí intenzitu PA během nelokomočních činností, protože rovnice jsou specifické pro chůzi a běh na běžecím pásu. Některé nelokomoční činnosti nemusí být vůbec zaregistrovány přístrojem, jelikož jejich interval je často menší než 1s. Podcenění MET hodnoty při běhání je větší než u ActivTracer a Activmarker (Hikiyara et al., 2012).

ActivTracer (AT) je tříosý akcelerometr pro detekci pohybu ve 3 osách. Počítá třírozměrné zrychlení každé 4 sekundy s citlivostí 2 mg. Rovnice syntetického zrychlení byla vložena do vzorce vykazované Midorikawa et al. pro výpočet poměru fyzické aktivity. Přepočítal hodnoty do 18 rovnic pro jednotlivé činnosti (domácí práce, procházka, spánek,...). Midorikawa et al. uvádí, že toto zařízení rozlišuje úroveň aktivity z „domácích prací“ na „chůzi“ na základě poměru vertikálního a horizontálního zrychlení. Výhodou ActivTracer je, že může posuzovat složité pohyby jako pohyby skládající se z obou typů činností jako ambulantního pohybu. AT podceňuje skutečné hodnoty o 11%. Přesnost 3 akcelerometrů (Lifecorder, ActivTracer, Actimarker) v lokomočním pohybu je podobná (Hikiyara et al., 2012).

Actimarker je další tříosý akcelerometr. Získává třídimenzionální zrychlení každých 12 sekund při citlivosti 40 mg a frekvenci 20 Hz. Syntetická rovnice tohoto přístroje byla získána ze vztahu mezi trojrozměrným syntetickým zrychlením a množstvím spotřebovaného kyslíku při sedavé a intenzivní PA, včetně nelokomočního a lokomočního pohybu a dále slouží k převodu na EE (energetický výdej). Má přesně hodnocené MET hodnoty během nelokomoční činnosti (Hikiyara et al., 2012).

Actiwatch (AW) je jednoosý akcelerometr, který je obvykle určen k nošení na zápěstí nedominantní paže, kdy umožňuje studovat nízkou intenzitu fyzické aktivity jako pohyby paží během dne i spánku (hodnocení délky a kvality). Náramkové AW u žen přesně odhadují činnost výdaje za energii. Pro posouzení platnosti byla délka nastavena na 15 sekund. Údaje byly staženy do PC pomocí software a rozhraní podle pokynů výrobce v ActiWatch 6.0 software. Náramkové AW monitory mohou být pro děti alternativou k monitorům připevněným na boku. Vztah mezi počítáním v pase a na zápěstí a odhady výdajů energie se zdá nižší, pokud je akcelerometr umístěn v pase. AW

monitor ukázal nízký variační koeficient, což naznačuje dobrou spolehlivost. Náramkové Actiwatch jsou platné a spolehlivé pro odhad energetického výdeje a intenzitu fyzické aktivity u dětí ve věku 8 - 10 let (Ekblom et al., 2012).

Biotrainer je jednoosý monitor aktivity, i když je posuzován za obousměrný, protože osa záznamu je umístěna 45° ve svislé rovině sagitální (předozadní). Biotrainer Pro ukázal vysokou korelaci s přímým pozorováním u dětí, má LCD displej pro zpětnou vazbu, je levnější, ale informace nelze stáhnout do počítače. I přesto, že má tento přístroj displej, tak ho řadíme mezi aktivity monitory. Biotrainer zobrazuje kontinuální počet kilokalorií spálených během činnosti, při integraci dat v 10 minutových epochách a ukládání dat po 7 dnů. Data z Biotrainer lze stáhnout do počítače a zobrazit v grafu, nebo přečíst z LCD displeje. Doporučené nošení přístroje je na opasku kalhot, nebo v pase. BioTrainer vysoce koreluje s pozorovaným VO₂ v laboratorních podmínkách, ale horší výsledky jsou v terénních podmínkách, jako například při zahradničení. V porovnání s ostatními monitory byla korelace poměrně vysoká jak v laboratoři, tak v terénu. BioTrainers je méně spolehlivý, ale jeho spolehlivost se zdá být přijatelná. Rozdíly mezi BioTrainers byly relativně malé na nízké úrovni aktivity a široké ve vyšší úrovni činnosti. Obecně BioTrainers není tak spolehlivý jako Mini-Motionlogger. Také se liší mezi třemi kroky na běžícím pásu, ale byl jen mírně prediktivní, u využití kyslíku měl podstatně vyšší chybu, přeceňuje energetický výdej (Martínez-Gómez et al., 2010; Garcia et al., 2004).

Akcelerometr Caltrac může být perspektivní zařízení pro sledování fyzické aktivity. Hromadí data na základě celkového vertikálního zrychlení. K odhadu výdeje kalorií během činnosti používá údaje subjektu: věk, pohlaví, výšku a hmotnost. Žádný významný efekt mezi pohlavím u dětí nebyl nalezen, proto mohou být hodnoceny společně. Caltrac byl určen pro dospělé, proto platnost tohoto nástroje pro odhad energetického výdeje u dětí je sporná. Aby bylo možné vypočítat energetický výdej, používá Caltrac interní rovnice pro odhad klidové rychlosti metabolismu pro muže a ženy. Caltrac přeceňuje kalorický výdej, rozdíly jsou výraznější u nižších rychlostí i v klidu. Energetický výdej je podceněn u pomalé a rychlé intenzity, při střední je u dětí nadhodnocen. Použití Caltrac jako monitor aktivity při chůzi je zaručeno, ale neposkytuje platné odhady energetického výdeje. Rozdíly jsou způsobeny změnami v činnostech úrovně v různých rychlostech chůze, ale neodrážejí individuální rozdíly v energetickém

výdeji. Koeficient reliability naznačuje, že je spolehlivý pro děti i dospělé při měření kalorických výdajů. Celkové hodnocení každodenní činnosti může být přesné vyrovnaním podhodnocení a nadhodnocení energetického výdeje (Maliszewski et al., 1991; Bray et al., 1992).

Mini-Motionlogger (MML) pracuje na piezoelektrickém principu, indikuje zrychlení ve třech na sebe kolmých směrech. Počítá podle nastavení zvoleným uživatelem s nejnižší mezní hodnotou pro zrychlení 0,01 g. Údaje mohou být staženy do počítače. Tento přístroj bývá používán v laboratorních studiích, rozlišuje jednotlivé pohyby a měří aktivitu během spánku, nebo hodnotí zdravotní rehabilitace. Na základě korelačního koeficientu ukazuje MML dobrou až velmi dobrou schodu pro všechny úkoly. Velmi dobře sleduje změny tempa, což se projevuje při využití kyslíku (Garcia et al., 2004).

RT3 je tříosý akcelerometr, který se prosadil v klinické studii. Používá dvě baterie typu AAA a má životnost baterie 60 dnů. Má LCD displej, který upozorňuje na plnou paměť, uplynulý čas a stav přístroje. Podle zrychlení jednotlivých os vypočítává velikost celkového zrychlení pomocí velikosti vektoru. Pravidelně zjišťuje velikost zrychlení a převádí jej do digitální podoby, která je zpracována do velikosti činnosti a uložena do paměti. Data mohou být stažena do počítače pomocí dokovací stanice a softwaru, pak odhaduje činnost EE (energetického výkonu). Neexistuje rozdíl ve výstupu RT3 akcelerometru získaných v různých úrovních terénu, chůzi každého účastníka při normální a svižné rychlosti a stejné rychlosti na běžeckém pásu. Velká variabilita byla zjištěna při svižné rychlosti chůze u účastníků. Zvýšená závislost na variabilitě rychlosti byla hlášena u předchozí studie Vanhelst et al. (2009) zkoumající výstup RT3 akcelerometru odvozený z běžícího pásu ve srovnání s úrovní po rovině. Chůze při vyšších rychlostech zvyšuje pravděpodobnost větší variability mezi chůzí po rovině a na běžeckém pásu. Platné je měření chůze a běhu rychlostí 3, 6 a 9 km/h u dětí věku 7 až 12 let. RT3 akcelerometr je považován za vhodný prostředek pro objektivní měření fyzické aktivity u dětí (Hendrick, et al., 2010; Hussey et al., 2009; Bassett & John, 2010).

Step Watch 3 se na rozdíl od ostatních krokoměrů nosí na kotníku a nemá displej. Tento přístroj jsem díky tomu, že nemá displej a data o uživateli se zaznamenávají pomocí softwaru, zařadila mezi akcelerometry. Uživatel zadává do přístroje údaje o sobě (věk, výška, hmotnost a rychlost chůze) pomocí softwaru, které „vyładí“ citlivost

přístroje. S ohledem na přesnost je StepWatch 3 nejvíce přesný krokoměr, který navrhli pro pěší turistiku a je schopný zaznamenávat počet aktuálních kroků s $\pm 3\%$ z rychlostní škály od 1 do 5 mph. SW3 je první generace StepWatch, který má elektronický filtr minimalizující cizí signály. Není ovlivněn nadváhou nebo těhotenstvím, díky pozici na kotníku. Byl zkoumán vliv chyby při řízení motorových vozidel, klepání patou, cyklistiky a svižné chůze. Řízení vozidla nezaznamenalo téměř žádné chybné kroky, ale klepání patou zaznamenalo 29 chybných kroků za 120 minut. Záznam z cyklistiky a klepání patou bylo nepravděpodobné, že by měli velký vliv na kroky za den. StepWatch 3 je platný pro klinickou populaci, která chodí pomalu, včetně starších osob s cévní mozkovou příhodou a mládež s mozkovou obrnou a svalovou dystrofií. StepWatch je přesné zařízení, které může být použito k provedení dlouhodobého sledování kroků mimo laboratoř. SW3 a jeho předchůdce StepWatch prokázali dostatečnou přesnost a spolehlivost (Bassett & John, 2010; Bergman et al., 2008).

Nejčastěji užívaným akcelerometrem ve studiích je Caltrac, většinou spolu s libovolným krokoměrem, nebo ActiGrafem. Actical je vhodný pro monitorování aktivity u dětí, kdy jim přístroj můžeme ponechat i při návštěvě bazénu a nemusíme myslet na jeho zpětné nasazení. Problém je ve spánku, kdy není příjemné mít nasazený přístroj na kotníku či v pase. Actiwatch, můžeme mít nasazený na zápěstí během spánku, kdy zkoumá činnosti i v noci. Tento přístroj také mohou využívat i děti.

4.4 Actigraph

ActiGraph je jedním z nejrozšířenějších aktivit monitorů fyzické činnosti ve výzkumu více než 20 let. Obvykle se nosí v pase a nemá displej, který by poskytl zpětnou vazbu. Přístroj odhaduje intenzitu, která zhruba odpovídá míře energetického výdeje. Data lze stáhnout do počítače, pro analýzu pomocí ActiLife webových stránek. Výroba začala modelem 7164, který používal jednoosý konzolový nosník akcelerometru, je schopen snímat dynamické zrychlení. Se zavedením GT1M na počátku roku 2000 byla také zavedena výroba akcelerometru na principu mikroelektrického mechanického čidla (MEMS) kapacitního akcelerometru. Je dvouosý s předozadním a svislým vektorem. Tyto přístroje s mikroelektrickým mechanismem mají nižší výrobní náklady, nepotřebují

individuální kalibraci a jsou schopné měřit statické zrychlení a dynamickou akceleraci. V lednu 2009 byl vyroben nový model, ActiGraph GT3X, který také používá MEMS akcelerometr a měří zrychlení ve třech rovinách. Kapacita přístroje je 16 MB a výdrž baterie je 20 dní. Nebyly zjištěny žádné významné rozdíly v počtu těchto dvou modelů při chůzi na běžícím pásu a při běhu u dospělých. Významné rozdíly byly při porovnání předozadních počtů. Oba přístroje zaznamenávají zrychlení od 0,05 do 2 g ve frekvenčním rozsahu 0,25 až 2,5 Hz. Tyto přístroje přepočítávají získané údaje regresivními rovnicemi, aby získaly metabolické ekvivalenty nebo čas strávený v lehké, střední a intenzivní aktivitě. Přepočítávání při procházce/joggingu podceňuje EE střední intenzity až o 50% a často vyhodnocuje spíše jako lehkou než střední intenzitu. To vede k podhodnocení času stráveného ve střední intenzitě. ActiGraph je nejpoužívanější monitor aktivity ve výzkumných studiích (Bassett Jr., & John, 2010; Hänggi et al., 2013).

Studie Crouter et al. (2013) je první, která zkoumá platnost Croutel algoritmu 2006 a 2010, Matthews cut-points a NHANES cu-points pro predikci průměrných METů a času stráveného v různé intenzitě PA. 2010 Crouter algoritmus výrazně podceňuje měření času sedavého chování, přeceňuje naměřený čas strávený v lehké (LPA), přiměřené (MPA) a dynamické (VPA) pohybové aktivitě. 2006 Crouter algoritmus výrazně podcenil čas strávený v lehké PA a výrazně nadhodnotil čas strávený v přiměřené PA. Výrazně se liší 2006 a 2010 Crouter algoritmy pro čas strávený ve statickém chování, LPA a MPA. NHANES cut-points přeceňuje čas strávený sedavým chováním a LPA, podcenil čas ve VPA a výrazně podcenil čas v MPA. Matthews cut-points přecenil naměřený čas v sedavém chování i MPA, podcenil čas strávený v VPA a výrazně podcenil čas v LPA.

Korelace minutu po minutě a výstupy VO₂ byly v porovnání mezi šesti komerčně dostupnými monitory aktivity u ActiGraph GT3X mezi nejvyššími. GT3X je schopen detekovat mírné změny v rychlosti chůze. Výrobci zařízení vyvinuli u některých monitorů aktivity ActiGraph rovnice predikce, které jsou veřejně dostupné (Remoortel et al., 2012).

Tato studie zkoumala platnost příbuzného PAM (Personal ActivityMonitor) na ActiGraph, pomocí nepřímé kalorimetrie. Většina účastníků studie byla normální hmotnosti, což snižuje riziko změny úhlu nošení. Výsledky byly nalezeny v laboratorních podmínkách a nemusí být zobecněny v terénních aktivitách. PAM je platné zařízení

zařazené objektům v EE (energetický ekvivalent), ale podceňuje EE o 36% při chůzi na běžecím pásu a o 66% při chůzi do schodů. PAM bude s největší pravděpodobností podceňovat fyzickou aktivitu během 24 hodin v terénním měření jako ActiGraph akcelerometr (Slootmaker et al., 2009).

Actigraph GT1M využívá jednoosý akcelerometr, který snímá vertikální zrychlení. Jde o populární nástroj měření u výzkumníků, protože poskytuje informace o intenzitě, trvání a frekvenci pohybové aktivity. Je možné nastavit počet činnosti pro množství času stráveného v sedavé, lehké, střední nebo intenzivní fyzické aktivitě. Údaje musí být staženy do počítače a jsou uspořádány do tabulky pro analýzu. Dřívější model AG-7164 nahradil AG-GT1M. Tyto dva modely se liší velikostí paměti, typem akumulátoru, stahovacími a kalibračními postupy. AG-GT1M užívá Micro-Electro-Mechanical System (MEMS) a digitální filtr, který zlepšuje spolehlivost zařízení ve srovnání s piezoelektrickým paprskem používaným v AG-7164. AG podcenil pozorované kroky na běžecím pásu rychlostí 54 – 107 m/min. Při rychlosti 134 m/min byly zaznamenané kroky podobné pozorovaným, ale při 161 m/min významně kroky podcenil. AG-based Freedson rovnice podstatně podcenily nepřímou kalorimetrií celkové výdaje za energii na 161 m/min a 188 m/min (Abel et al., 2008). Corder et al. (2007) zjistili, že AG-GT1M podceňuje počítání činnosti v průměru o 9% v průběhu volně žijících podmínek ve srovnání s AG-7164. Rychlost byla průměrně o 11,9 % nižší, než u AG-7164 ve studii King et al. (2004).

Hlavním cílem studie Miller et al. (2010) bylo prozkoumat vztahy mezi obrazem AG-7164 a naměřenou spotřebou kyslíku celé skupiny dospělých v široké škále věkových kategorií. Významné rozdíly byly mezi věkovými skupinami, žádné významné rozdíly nebyly patrné z předpokládané VO₂max mezi pohlavími. Při zkoumání vztahu mezi zaznamenáváním AG-7164 a měřením VO₂ pro každou věkovou skupinu, výsledky ukázaly významné pozitivní korelace při všech rychlostech (chůzi i běhu). Nebyly zjištěny žádné rozdíly v záznamu AG-7164 za minutu podle věkových skupin pro každou rychlost mezi 3,22 až 6,44 km/hod. Při 9,66 km/hod u 60- až 69-letých byla výrazně odlišná od 20- až 29-letých a 40- až 49-letých skupin. Může to být způsobeno tím, že starší dospělí nebyli schopni dokončit test.

Jednoosý akcelerometr pomocí MTI/CSA ActiGraph je cenná objektivní metoda kvantifikace fyzické aktivity a sedavého způsobu chování dětí, je velmi praktická.

ActiGraph je široce používaný a v současné době jedním z mála akcelerometrů, který má k dispozici publikované dětské rovnice pro predikci volně žijícího celkového energetického výdeje (TEE). Hlavním cílem studie bylo ověřit hypotézu, že jednoosá akcelerometrie pomocí „ActiGraph“ CSA/MTI akcelerometru může přesně předpovědět celkový energetický výdej, alespoň na úrovni skupiny 3-6 let užitím zveřejněných predikčních rovnic. U chlapců byla chyba v odhadu větší než u dívek a byla pozitivní. U dívek byla chyba menší a negativní. Předpovídaná a naměřená TEE se jak u chlapců, tak i u dívek významně liší. Přesnost akcelerometrie ActiGraph pro posouzení obvyklé fyzické aktivity a sedavým způsobem chování je vysoká, ale není to stejné jako odhad TEE, jedná se o náročnější aplikaci (Reilly et al., 2006).



Obrázek 4. ActiGraph accelerometer (Bassett & John, 2010)

V současnosti už přístroj AG-7164 není používán vůbec nebo jen ojediněle. Často používaným ve studiích je novější ActiGraph GT1M, který je jednoosým akcelerometrem a má dobrou spolehlivost. Nejnovější typ GT3X měřící ve třech rovinách se v záznamu dat výrazně neliší od předchozího přístroje. Vzhledem k měření ve třech rovinách jsou naměřená data mírně lepší než u GT1M. V téměř každé studii je kvůli přesnosti naměřených dat použit jeden z typů Actigraph společně se zkoumaným krokoměrem nebo akcelerometrem. Řadí se mezi nejspolehlivější monitory pohybové aktivity, ale neslouží jako motivační prostředek kvůli chybějícímu displeji.

4.5 Monitory tepové frekvence

Měření srdeční frekvence a monitorování pohybu sehrálo zásadní roli v oboru sportovních věd. Přesné zjištění srdeční frekvence je důležité pro sledování intenzity

cvičení a může být použito i jako určitý tréninkový účinek, stejně jako bezpečnost jednotlivce při tréninku (American College of Sports Medicine, 2010). Společnost Polar Electro, představila první bezdrátový monitor tepové frekvence v roce 1982, od té doby bylo na trh uvedeno více modelů bezdrátových monitorů i jiných výrobců. Většina těchto tradičních monitorů srdečního tepu se skládá z hrudního pásu, který komunikuje s hodinkami nošenými na zápěstí. Novější technologie vedly k vytvoření monitoru nevyžadujícího hrudní pás. Zadní kryt hodinek slouží jako jedna elektroda a přední kryt jako dvě elektrody umístěné nad a pod displejem. Srdeční frekvence se zobrazí, když prsty druhé ruky umístíte na elektrody (Lee & Gorelick, 2011).

4.5.1 *Smarthealth*

Hodnoty tepové frekvence zaznamenané Smarthealth hodinkami a Polar měřiči tepové frekvence byly porovnány s EKG ve stejném období. Údery srdce získané z Smarthealth a hodinek korelovaly s údaji z EKG. Smarthealth hodinky jsou platným zařízením pro měření srdeční frekvence v klidu, při chůzi na běžícím pásu a joggingu. Chyby byly nižší než 5 tepů za minutu pro všechna měření, což je srovnatelné s jinými sporttestery. Při vyšších rychlostech na běžeckém pásu mají tendenci ztratit schopnost rozpoznat puls. Předchozí studie naznačují, že tradiční monitory srdečního tepu, které využívají hrudní popruh, mají vysokou míru platnosti a jsou schopny poskytnout srdeční frekvenci s přesností EKG. Terbizan et al. (2002) zjistil, že Polar Ventage XL měří srdeční frekvenci přesněji než u ostatních čtyřech hodnocených modelů. Přesnost Smarthealth je podobná jako u Polar Ventage XL monitoru. U běhu a během joggingu procento měření získalo snižující se tendenci u Smarthealth při rostoucí intenzitě cvičení. Snížená schopnost detekce se připisuje pohybu horních končetin nebo elektrickému rušení. Tato studie byla provedena u mladých zdravých dospělých (Lee & Gorelick, 2011).



Obrázek 5. Smarthealth watt (Lee et al., 2011)

4.5.2 Actiheart

Přístroj Actiheart kombinuje monitor srdeční frekvence (HRM) a akcelerometr. Actiheart je spolehlivý a platný nástroj pro měření pohybu a srdeční frekvence u lidí v klidu, při chůzi i běhu. Actiheart má citlivost 0,25 mV, EKG signál je 128 Hz na konci každé epochy, ořezaný průměr posledních 16 R-R intervalů se vypočítá ignorací hodnot mimo $\pm 25\%$ počátečních záznamů. Tento signál je převeden na tepy za minutu a zapíše se do paměti na konci každé doby. Údaje z Actiheart můžeme stáhnout pomocí dokovací stanice a mini-Mitter software, kde se nám vypočítají výdeje energie pomocí rovnice. Actiheart je zařízení s velkým potenciálem, protože bere v úvahu dvě užívané měření fyzikální činnosti, a to pohyb a srdeční frekvenci. Stanovený energetický výdej podle spirometrie, podceňuje v laboratorních podmínkách při nejvyšších zátěžích. Během přirozeného pohybu koreluje s ActiGraph u výdeje energie a Polar HR (Barreira et al., 2009).

4.5.3 Polar

Jednoduchost Polar Vantage XL zajišťuje flexibilitu ve výzkumu. Starší model Sporttester PE 3000 byl ověřen EKG při různých aktivitách dospělých i dětí. Je spolehlivý, nákladově efektivní a tolerován dětmi. Hlavním výsledkem experimentu 1, kdy děti šlapaly na cykloergometru, bylo, že hodnoty srdeční frekvence byly podobné, vysoce korelující se záznamy z EKG pro různé úrovně aktivity u tří- až pětiletých dětí. XL má tendenci zaznamenat nižší hodnoty pro cyklistiku, ale výrazně vyšší hodnoty pro zotavení. Důležitým praktickým zjištěním u experimentu 2, kdy se zjišťovala reakce dětí na přístroj, je proveditelnost a úspěch užít tyto nástroje u malých dětí. Polar Vantage XL

se ukázal být vhodným nástrojem pro posouzení srdeční frekvence u dětí ve věku 3 let za různých podmínek činnosti (Bar-Or et al., 1996).

Polar S810 je model třetí generace, celosvětově dostupný náramkový monitor srdečního tepu, který zaznamenává R-R intervaly srdečního tepu a analýzu variability úderů. Přesnost a spolehlivost měření tepové frekvence se ukázala jako velmi vysoká. V této práci byla analyzována krátkodobá variabilita v časové oblasti na stejném tepovém intervalu. Cílem bylo, vyzkoušet stálé podmínky odpočinku v laboratorních podmínkách vleže na zádech a ve stoji. Tento model je velmi praktický, provede záznamy série RR intervalů pro analýzu variability a zpracuje data softwarem. Analýza potvrzuje vysokou citlivost s podobnou přesností s EKG. Vleže na zádech byly výsledky výrazně podhodnoceny, ostatní byly nadhodnoceny. Výsledky potvrzují spolehlivost, i když zde existují jisté rozdíly. Analýza proměnlivosti srdečního intervalu založená na sériích RR intervalů získaných automatizovanou akvizicí, byla spolehlivá (Porto & Junqueira, 2009).

Terbizan (2002) ve své studii poskytuje důkazy o platnosti sedmi různých typů monitorů srdeční frekvence. Pět z nich získává informace prostřednictvím hrudního pásu a hodinek na zápěstí (Polar Vantage XL, Polar Accurex II, Accumen Basix Performance, Cardiosport Exel ZW-8 a Cardiochamp-Sensor Dynamics) a další byl nošen na ušním boltci (Cateye Model PL-6000) a jeden byl ruční (Instapulse monitor srdeční frekvence, model 100). Bylo provedeno srovnání srdeční frekvence pomocí EKG a sedmi monitorů. Žádný z monitorů není považován za platný při nejvyšší rychlosti cvičení (160,8 m/min). Polar Vantage XL, Polar AccurexII byly platné v klidu a na první dvě rychlosti testování (85,7 m/min a 107,3 m/min).

4.5.4 *Suunto*

Komerčně dostupný monitor srdečního tepu Suunto T6 byl používán, protože RR měření získané tímto typem monitoru bylo porovnáno „Holter záznamníkem“ a nebylo prokázáno, že je v dobrém stavu podle dohody stanoveným měřítkem. Analýza byla provedena v osobním počítači pomocí softwaru napsaného na zakázku pro několik parametrů variabilit srdeční frekvence (HRV). Údaje byly zaznamenány přímo do monitoru srdeční frekvence (Roy et al., 2009).

Validace monitoru srdeční frekvence je založená na předpovědi kyslíku a výdeji energie. Tato studie ověřovala VO₂ a předpověď energetických údajů podle tepové frekvence u přístroje Suunto (HR) principem analýzy plynů. Hodnoty metabolického košíku byly použity jako kritérium opatření VO₂ a výdeje energie (kJ) ve srovnání s předpokládanými hodnotami z programu Suunto. Pro tyto 3 stupně analýzy systému Suunto pomocí softwaru byly použity základní osobní údaje, základní osobní údaje + naměřená maximální srdeční frekvence a osobní údaje + měření VO₂. Srovnání bylo analyzováno pomocí lineární regrese pro stanovení standardní chyby odhadu. Pro určení spolehlivosti opakovali někteří zkoušku do 7 dnů. Přestože je spolehlivá, základní srdeční frekvence – založená na odhadu VO₂ a výdeji energie ze systému Suunto – podceňovala VO₂ a výdej energie. Lepší odhad může být uskutečněn, pokud budou do analýzy softwaru přidány hodnoty VO₂ a maximální srdeční frekvence (Montgomery et al., 2009).

4.5.5 *Accumen*

Ve výše zmíněné studii Terbizan (2002), bylo zmíněno o sedmi zkoumaných srdečních monitorech, mezi které se řadil i Accumen Basix Performance. Accumen měří srdeční frekvenci pomocí hrudního pásu a hodinek. Tento monitor nebyl platný stejně jako ostatní u nejvyšší zkoumané rychlosti (160,8 m/min), platný byl pouze během prvních dvou rychlostí testování (85,7 m/min a 107,3 m/min).

4.5.6 *Cardiosport*

Cardiosport Exel ZW-8 měří srdeční frekvenci pomocí hrudního pásu a hodinek, na kterých se zobrazují naměřené údaje. Při nejvyšší rychlosti nejsou naměřené výsledky platné, stejně jako u ostatních zkoumaných monitorů, a nesplnil standardní platnost u každého experimentálního stavu (Terbizan et al., 2002).

4.5.7 *Cardiochamp*

Cardiochamp-Sensor Dynamics měří srdeční frekvenci hrudním pásem přiloženým na processus xiphoideus a naměřená data zobrazuje na displeji hodinek. Cardiochamp naměřil v této srovnávací studii Terbizan (2002) platné údaje v klidu a při

rychlosti 85,7 m/min a 107,3 m/min. Výsledky nebyly platné při rychlosti 160,8 m/min jako u ostatních šesti monitorů.

4.5.8 *Cateye*

Cateye Model PL-6000 je monitor, který měří v této studii Terbizan (2002) srdeční frekvenci pomocí připnutého snímače na ušní boltec. Tento přístroj je platný při měření v klidu a dalších dvou zkoumaných rychlostech (85,7 m/min a 107,3 m/min), není platný při nejvyšší zkoumané rychlosti 160,8 m/min, stejně jako ostatní monitory.

4.5.9 *Instapulse*

Instapulse 100 měří srdeční frekvenci díky snímačům, které se uchopí do obou rukou během sběru dat. Podle studie Terbizan (2002) tento monitor není považován za platný přístroj pro měření srdeční frekvence. Nebyla splněna platnost při žádném z experimentálních stavů ve studii (v klidu, při rychlosti 85,7 m/min, 107,3 m/min a 160,8 m/min). Náhrady běžných monitorů srdeční frekvence s běžnými elektrodami v rukou nebo mezi prsty jsou nedostatečné (Thivierge & Leger, 1988).

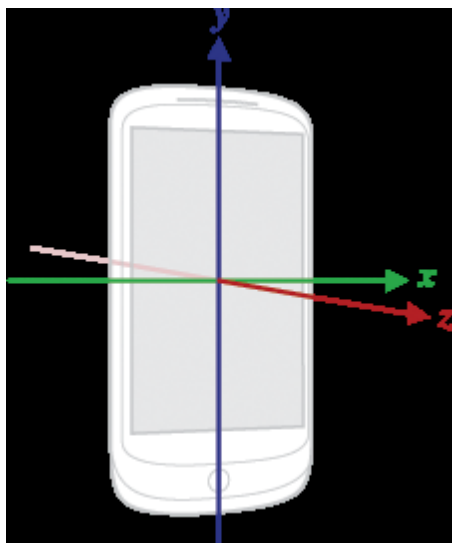
Nejčastěji využívaným a nejdostupnějším monitorem srdeční frekvence je značka Polar Vantage XL. Je platným přístrojem, který snímá srdeční frekvenci pomocí hrudního pásu, kdy je snímač umístěn na mečovitém výběžku kosti hrudní, a naměřená data jsou zobrazena na displeji hodinek. Díky hrudnímu pásu, je srdeční frekvence zaznamenávána neustále. Přístroje bez hrudního pásu nám snímají srdeční frekvenci pouze v okamžiku přiložení prstu na displej hodinek.

4.6 **Mobilní telefony se specifickým softwarovým zajištěním**

Tato studie zkoumala platnost aplikace krokoměru pro iPhone při hodnocení fyzické aktivity. Hodnocení probíhalo na studentech při umístění v kapse, pasu a na paži v 5 rychlostech (54, 67, 80, 94 a 107 m/min). iPhone 3G měl premiéru v USA v červenci 2008, kdy se zvýšila jeho popularita a v současné době se řadí na druhé místo v prodeji na americkém trhu. Typické mobilní telefony nemají specifické požadavky na umístění pro aplikaci krokoměru, jelikož ho mají vestavěný. Ostatní krokoměry mají požadavek

kvůli mechanismu používání pro záznam kroků nad stehnem. Všechny telefony v této studii byly 3G, 16G s vestavěným akcelerometrem. Tato studie zjistila, že IP aplikace pro iPhone přinesla střední hodnoty, nižší než z pozorování a StepWatch. Největší rozdíly byly pozorovány při nošení v kapse na 107 m/min. Tento výsledek je možná díky zrychlení kroku a zmenšení síly pro krok hůře detekován. Akcelerometr použitý v iPhone je na mikro elektromechanickém systému (MEMS). Při posledních 3 rychlostech by měl být kladen důraz na sílu kroku. Kromě zkoumaných umístění, může být nošen i v zadní kapse kalhot, kabelce nebo batohu. IP jsou drahé a nemusí být nejlepší volbou pro měření činnosti v obecné populaci (Bergman et al., 2012).

Na trhu existuje mnoho operačních systémů pro mobilní zařízení, pro které se dá vyvíjet software. Například Symbian, BlackBerry, iOS, Windows Phone 7 a Android. Pro tuto studii byl použit dotykový telefon s operačním systémem Android od společnosti Google, jelikož se stále dynamicky rozvíjí a má rostoucí zastoupení na trhu. Pokud je v mobilním zařízení obsažen akcelerometr (aplikace zapsaná kódem v jazyce Java, zkompileovaná do jediného souboru), lze ho využít k aktigrafickému snímání. Abychom mohli snímat akcelerometrem celý den, musíme zabránit vypnutí displeje. Dá se nastavit několik režimů. Například snímání s frekvencí 40 vzorků za vteřinu, bez ovlivnění zapnutí displeje nebo snímání se stejnou frekvencí, pouze při zapnutém displeji a při vypnutém displeji s frekvencí 10 vzorků za vteřinu. OS Android používá pro práci s akcelerometry a dalšími senzory vztažnou soustavu, která je znázorněna na Obrázku 6 (Mosinger, 2012).



Obrázek 6. Vztažná soustava použitá v OS Android (Google Inc., 2012)

Když jdeme na pěší turistiku, cykloturistiku nebo jednoduše na dlouhou procházku po okolí, můžeme mít přehled o vzdálenosti, kterou jsme překonali, nebo o specifických detailech, jako je například rychlost. Rostoucí pronikání smartphonů na trh s vestavěným GPS zařízením umožňuje konfiguraci mobilního telefonu přihlásit se nebo odeslat aktuální hodnoty ze senzorů do serverového prohlížeče a jejich zpracování. Tento design popisuje jednoduchý přístup k log hodnotám (záznamům) z GPS pomocí skriptovacího jazyka Python. Vše, co je potřeba, je instalace softwaru Python (tlumočnick Python a textový soubor obsahující skript) do mobilního telefonu. Skript inicializuje mobilní telefon a GPS zaznamenává polohu a rychlost dat periodicky do souboru. Informace může nahrát prostřednictvím GPRS (General Packet Radio Service) nebo je poslat pomocí SMS na jiný mobilní telefon. Novinkou myšlenky je použití, kdy jsou rovnice vestavěny v akcelerometru pro výpočet přijatých kroků v případě, že uživatel chodí nebo provozuje jogging a na základě těchto dat vypočítá množství spálených kalorií pomocí rovnic, které má k dispozici. Pracuje pomocí jednoduchého softwaru v telefonu, aniž by potřeboval další hardware (Asgher & Sami, 2012).

Jako důsledek pokroků v senzorových technologiích, tříosových akcelerometrů, jsou nyní k dispozici jako miniaturní přenosná zařízení, které jdou integrovat do různých technologií, jako jsou smartphony (iPod touch, Apple, atd.). Akcelerometry byly použity k monitorování činnosti, počtu kroků a při dalších denních činnostech. Cílem studie je vyhodnotit spolehlivost a platnost akcelerometru ve smartphonu pro posouzení fyzické aktivity. iPod1 byl nošen na pravé paži připevněn páskem, iPod2 v pase na pravé ASIS (horní výběžek kosti pánevní) připevněn pomocí opasku. Další zařízení bylo vloženo do vložky bot. Testovalo se stání, skákání na místě a chůze. Vysoká spolehlivost je u iPod1 a iPod2, akcelerometrů na bázi smartphonů. Dobrou spolehlivost měly smartphony i v porovnání s přístrojem vloženým do vložky bot (Saha et al., 2010).

Díky zlepšování technologií a vývoji mobilních telefonů existují softwary, které si můžeme do „chytrých“ telefonů nainstalovat. Pro instalování softwaru do telefonu je zapotřebí mít v mobilním telefonu daný operační systém. Pro nainstalování softwaru je požadován jeden z těchto operačních systémů: Android, Symbian, BlackBerry, iOS nebo Windows Phone 7. Některé telefony mají software pro krokoměr nainstalován už při

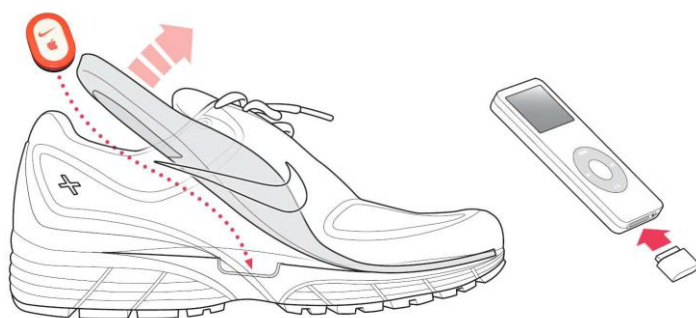
zakoupení mobilního telefonu. Výhodou „chytrých“ telefonů je zúžení potřebných přístrojů, které nám nahrazuje telefon s jednotlivými aplikacemi, takže nemusíme u sebe nosit telefon a navíc krokoměr.

4.7 Senzor pohybu zakomponované do bot

Většina výzkumů se snaží vytvořit nový hardware pro záznam pohybu, který je nevhodný na dlouhodobé použití mimo laboratoř, senzorové platformy je drahé postavit a mají náročnou údržbu. Je snaha snížit překážky pro vytvoření aplikací s informacemi o aktivitě do mobilních telefonů, ukázat jak v iPhone může být použita vytvořená aplikace s užitím klasifikací aktivit v reálném čase v iPhonech s tříosým akcelerometrem a Nike+iPod Sport Kit. iPhone je atraktivní zařízení pro tyto aplikace, jelikož má více-dotykové rozhraní, umístění smyslového systému, rychlý procesor a vysoko dostupné síťové připojení. Rozšíříme schopnosti tím, že demonstrujeme možnosti přesné klasifikace jednoduchých lidských činností jako běh, chůze, jízda na kole a sezení. Několik společností vydalo produkty vybavené senzory určenými ke sledování fitness aktivit, jako je Nokia 5500 Sport a Nike+iPod Sport Kit. Tyto produkty detekují malý soubor činností, např. chůzi. Používáme 124 prvků přes iPhone s tříosým akcelerometrem a příslušenství Nike+iPod Sport Kit. Nike+iPod je snímač uložený v botě, který přenáší datové pakety přibližně jednou za sekundu na iPhone a umožňuje uživatelům sledovat jejich rychlost běhu a vzdálenost během tréninku. Nike+iPod není oficiálně podporované příslušenství pro iPhone, ale je možno ho nakonfigurovat, aby poslouchal okolí boty s využitím vestavěného sériového portu a přijímače Nike+iPod. Pro každého z osmi lidí jsme postavili V-person model podle jejich prvního sezení a testování byli na svém druhém sezení. Průměrná přesnost pro tyto testy byla 99,48%, která je vysoce přesná. U cross-person model byla průměrná přesnost 97,4%, klasifikace je přesná, ale záleží na individuálním stylu pohybu a oblečení (Saponas et al., 2008).

Nike+iPod Sport Kit design může vést ke kompromisu osobního soukromí a bezpečnosti. Když Nike+iPod má uživatel v botě a chodí nebo běží, senzor vysílá identifikátor, který může být detekován až na 60 metrů. Může být sestaven prototyp monitorovacího systému, který bude vyhodnocovat umístění na GoogleMaps-webových

stránkách, posílat e-maily a textové zprávy s aktuálním umístěním sledovaného. Nike+iPod Sport Kit od Apple Computer se skládá ze dvou modulů – senzoru, který se vkládá do boty, a přijímače, který je možno připojit k iPod Nano. Pokud se spustí nebo začne reagovat na pohyb, můžeme zjistit informace o překonané vzdálenosti nebo spálených kaloriích. Senzor je $3,5 \times 2,5 \times 0,75$ cm malý a přijímač je $2,5 \times 2 \times 0,5$ cm malý. Když člověk pracuje nebo chodí, čidlo začne s vysíláním senzorických dat prostřednictvím vysílače, zda je nebo není iPod Nano přítomen. Když člověk přestane chodit nebo běhat po dobu deseti sekund, snímač přejde do režimu spánku. iPod software nabízí celou řadu cvičicích režimů: základní, čas, vzdálenost, kalorie atd. Kdykoliv během tréninku může uživatel zmáchnout tlačítko a dostává mluvenou zpětnou vazbu přes sluchátka o uplynulém času od počátku cvičení, překonané vzdálenosti nebo momentálním tempu. Uživatel může nastavit cíle v podobě doby trvání, vzdálenosti nebo spálených kalorií po spuštění (Saponas et al., 2006).



Obrázek 7. Nike+iPod sensor v botě Nike+ a Nike+iPod (Saponas et al., 2006)

Akcelerometr S3+ v modelu Polar RCX5 má podobu nožního snímače oválného tvaru o rozměrech 55×38 mm. Výrobek je na trh uváděn ve dvou provedeních. Jednak pro přímé vložení do speciální běžecké obuvi, nebo pro připevnění na nárt do šněrování boty. Tato varianta byla předmětem zkoumání. Varianta senzoru S3+ se liší od předchozí verze S3 v systému uchycení na šněrování boty. Akcelerometr využívá frekvenci měření 2,4 GHz a digitální přenos dat do přijímače Polar RCX5. Data jsou přenositelná do PC pro analýzu s využitím software Polar Pro Trainer 5 stejného výrobce. Základním výstupem naší práce je zjištění, že rychlost lokomoce detekované akcelerometrem se neliší od hodnot referenčního systému, tj. běhátkového ergometru. Obdobný výzkum provedli Hausswirth et al. (2009). Výsledky jejich šetření ukazují na vysokou míru přesnosti a spolehlivosti akcelerometru S3, která není ovlivněna vyšší či nižší rychlostí

běžecské lokomoce. Hendl (1997) uvádí, že maximální chyba 10% byla detekována u akcelerometru S3 na úrovni rychlosti chůze 5,5 km/h. Chybovost tohoto systému nepřekračuje údaj uvedený výrobcem $\pm 3\%$ (Hnízdil et al. 2012).

Adidas miCoach byl vyvinut jako osobní vzdělávací systém pro odhad rychlosti, vzdálenosti a energetického výdeje (EE). Ověřována byla ve venkovní chůzi a běhu na dvou různých konfiguracích snímačů. Ověření bylo při chůzi na 53,6; 80,4; a 107,2 m/min a běhu 134; 160,8; 187,6 a 214 m/min na venkovní dráze. Čidlo miCoach bylo připevněno k pravé tkaničce a druhé čidlo bylo vloženo do pravé stélky boty. Pro vzdálenosti byly odhady mezi tkaničkou a stélkou podobné u všech rychlostí, ale byly pozorovány významné rozdíly v mezipodešvi v 53,6 m/min a pro obě tkaničky a stélku na 80,4 a 107,2 m/min ve srovnání se skutečnou vzdáleností. Pro chůzi se odhadovaný EE významně lišil mezi tkaničkou a stélkou ve srovnání s aktuálním EE, mezipodešev na 160,8 m/min a obou tkaničkách a stélkou na 187,6 a 214 m/min. Tyto údaje ukazují, že Adidas miCoach je přesný pro odhad vzdálenosti, ovšem postrádá schopnost přesně odhadnout rychlost a EE v různých rychlostech chůze a běhu. Navíc tkaničky produkovaly přesnější odhad než mezipodešev (Porta et al, 2012).

Výrobci bot Nike a Adidas vyvinuli snímače pohybové aktivity, které se dají schovat do mezipodešve boty nebo připevnit na šněrování bot. Tyto snímače měří naši pohybovou aktivitu, zaznamenávají ji do přístroje v podobě dat a ty se pak přenáší do mobilních zařízení, stažením do počítače můžeme vést tréninkový deník. Během tréninku nám může být poskytnuta zpětná vazba o našem výkonu a tím můžeme mít přehled o našem aktuálním výkonu jako uběhnuté vzdálenosti, aktuální rychlosti, popřípadě zbývající čas, vzdálenost do našeho nastaveného cíle. Adidas poskytuje kompletní sadu, kdy si můžeme pořídit i hrudní pás, který nám zaznamenává srdeční frekvenci a díky těmto datům může mít komplexnější přehled o našem tréninkovém výkonu. K akcelerometru S3 a S3+ nepotřebujeme „chytrý“ telefon pro záznam dat, ale je potřeba zakoupení hodinek, na kterých jsou zobrazována data přijímané ze senzoru vloženého v botě nebo připevněného na šněrování boty.

4.8 Přístroje založené na technologii GPS

Záznam trasy pohybu s využitím satelitní navigace je relativně nová metoda, v praxi běžně užívaná. Kvalita GPS signálu je rozhodující pro přesnost získaných dat. S rychlým rozvojem a nástupem nových technologií se i ta dále zvyšuje. S úspěchem ji lze použít u pohybových aktivit, kde nedochází k typickému pohybu detekovatelnému tříosým akcelerometrem (in-line bruslení, pádlování, pohyb v členitém terénu). Využitelnost metody stoupá v propojení s kvalitními mapovými podklady pro další zpracování naměřených dat. (Hnízdil et al., 2012).

Vzhledem k logistické účelnosti alternativní aplikace globálních navigačních systémů (GPS) pro účely měření sprintů zůstává atraktivní vyhlídkou. Relativně nedávný pokrok v mikro elektrických mechanických systémech (MEMS), má rovněž podporu integrace technologie GPS s vestavěným tříosým akcelerometrem. Tříosý akcelerometr je umístěn v proudu GPSsports modelů, měří kompozitní vektor velikosti tím, že zaznamená součet správného zrychlení měřeného ve třech samostatných kolmých osách. Platnost GPSports SPI-Pro byla zkoumána na hráčích rugby při sprintech na 10 m, 20 m a 30 m oddělených 3 minutovým pasivním využitím. Vesta GPS byla pevně namontována na účastníka, mezi jeho lopatky. Data byla analyzována pomocí Team AMS software (verze 2.1). Výsledky ukazují systematické podceňování z GPS měření v porovnání naměřené vzdálenosti a výpočtem rychlosti pomocí intervalu naměřeným mezi časovými bránami. Uplatňování z 95% poměru období ukázalo celkovou chybu dosahující 39% na 10 m vzdálenosti a 45% chybu pro rychlost na 10 m. Na základě současných důkazů se navrhuje, aby GPS zařízení (5 Hz, SPI-Pro) mohlo být použito pro malé, ale prakticky významné změny ve sprinterském výkonu, s ohledem na opatření maximální rychlosti u mladých rugby hráčů. Výpočty pomocí GPS nebo určování času brány se mohou výrazně lišit (Waldron et al., 2011).

GPS přijímače získávají na popularitě v řadě sportů jako prostředek pro posouzení konkrétních pohybových požadavků sportovců. Osm identických s jedinou frekvencí, nediferenciálních, komerčně dostupných GPS přijímače s aktualizací ve výši 1 Hz (WI SPI Elita, GPSports) byly hodnoceny v této studii. Vzdálenost byla kalkulována izolovaně ze změn poloh a podléhá výrobci algoritmem integrovaným pro snížením chyby měření. Přístroje byly upevněny na úrovni lopatek. Účastník překonával trasu 200 m chůzí 1,6 m/s, joggingem 3,5 m/s, během 5 m/s nebo sprintem 7 – 8 m/s. Jeden přístroj byl ze studie vyloučen kvůli poruše hardwaru. Systém GPS podmínek během sběru dat byl

dobrý, a to jak počasí, tak satelitní podmínky, které ovlivňují přesnost GPS. Vzdálenost byla mírně nadhodnocena na všech pohybových intenzitách, u chůze a sprintu byla výrazně víc nadhodnocena, než vzdálenost u joggingu a běhu. Četné zpomalení způsobené změnami směru je pravděpodobné, že způsobilo výrazně nižší rychlosti na nelineárním průběhu, než na lineárním charakteru. GPS mírně nadhodnotilo ujeté vzdálenosti v rovině ve všech pohybových intenzitách, i když chůze a sprint měly vyšší celkovou vzdálenost s porovnáním chyby u joggingu a běhu. Platnost vzdálenosti GPS je ovlivněna linearitou cesty a pohybovou intenzitou. Celková spolehlivost byla ve všech studiích dobrá, snížená spolehlivost byla pozorována při vyšší intenzitě, zejména sprintu. Tato studie ukázala, že dráha pohybu a intenzita významně ovlivňuje platnost a spolehlivost odhadu vzdálenosti o 1 Hz nediferenciálních GPS přijímačů. Měření ujeté vzdálenosti GPS ukazuje sníženou platnost v nelineárních pohybových vzorcích, včetně zakřivení nebo kruhové dráhy. Ačkoli 1 Hz GPS přijímač by měl být považován za spolehlivý nástroj pro měření ujeté vzdálenosti sportovců v terénních týmových sportech, několik změn ve směru při vysoké rychlosti může snížit spolehlivost i platnost (Gray et al., 2010).

Cílem této studie Coutts & Duffield (2010) bylo posoudit platnost několika GPS zařízení pro měření vzdálenosti a maximální rychlosti během vysoké intenzity přerušovaného cvičení a v rámci modelu spolehlivosti zařízení GPS pro měřenou rychlost jízdy a vzdálenosti u sportovců týmových sportů. Každý zápas se skládá ze šesti kol 128,5 m zahrnující chůzi, jogging, rychlý běh, sprint a stání na místě. Na jedno kolo byla umožněna minuta. Vzdálenost a rychlost byly shromážděny současně při každé zkoušce na 1 Hz pomocí šesti přenosných GPS zařízení (2 SPI-10, 2 SPI Elite a 2 WiSPI). SPI-10 zaznamenal nižší maximální rychlost, než SPI Elite zařízení. Celková vzdálenost SPI-10 byla odlišná od WiSPI. V této studii prokázaly všechny GPS přístroje dobrou úroveň přesnosti skutečně naměřenými vzdálenostmi. Tyto výsledky ukazují, že novější modely zařízení GPS mají větší přesnost a spolehlivost než starší modely SPI-10. Omezením této studie je to, že průměrná rychlost sprintu byla posuzována na standardní vzdálenosti (20 m), a že vrchol rychlosti se neměří přímo. GPS zařízení v této studii mají přijatelnou přesnost a spolehlivost pro většinu výkonných opatření týkajících se kolektivních sportů, které vyžadují krátké, přerušované sprinty přes nelineární směr.

V této studii byly použity tři typy GPS: SPI-10, SPI-Pro a MinimaxX. MinimaxX a SPI-Pro přístroje s 5Hz GPS signálu, SPI-10 používá pouze 1 Hz signál GPS. Dvě samostatné jednotky MinimaxX a dvě jednotlivé SPI-Pro jednotky byly použity pro určení velikosti mezi jednotkovými variacemi. Dvě jednotky byly nošeny současně na zádech ve spodní části krční páteře mezi lopatkami. Platnost byla hodnocena v rozmezí vzdálenosti a konkrétních pohybových vzorů při kriketu. Míra platnosti se mění v závislosti na vzdálenosti a intenzitě lokomočního pohybového vzoru. Spolehlivost odhadu GPS pohybových vzorů byla lepší pro delší vzdálenosti. MinimaxX a SPI-Pro neustále podceňovaly vzdálenosti u krátkého sprintu. Platnost GPS měří přijatelně pro delší vzdálenosti při pomalejších rychlostech pohybu. MinimaxX lehce nadhodnocuje, zatímco SPI-Pro a SPI-10 lehce podhodnocují tyto vzdálenosti. Je třeba dbát zvýšené opatrnosti při krátkých impulzivních úsilí, kdy komerčně dostupné GPS jednotky nadhodnocují data až o 24%, při podhodnocení je zkreslení až 37% (Petersen et al., 2009).

Ve studiích jsou oblíbenými GPS přístroji GPSports, které se neustále vyvíjejí. Na GPSports (2012) můžeme najít posloupnost vývoje přístrojů. V roce 2003 byl uveden na trh první přístroj této společnosti, SPI-10, následoval ho SPI Elite, Wi SPI, SPI Pro I, SPI Touch, SPI Pro X a jako poslední novinka byl v roce 2012 uveden přístroj SPI HPU. Mají dobrou spolehlivost na delší tratě při chůzi a joggingu. Snížená spolehlivost je u krátkých sprintů. Ve všech výzkumech byly zařízení umístěny na zádech mezi lopatkami, aby se mohly přístroje spojit se satelity. V nepříznivých podmínkách nebo nepřístupných prostorech může být signál zhoršen. Spolehlivost u přístrojů může být ovlivněna linearitou překonávané trasy a pohybovými návyky jednotlivých uživatelů.

4.9 Dotazníky

Přestože dotazníky neřadíme mezi přístroje, jsou způsobem záznamu pohybové aktivity a je jich velké množství. Proto stojí za zmínku alespoň některé z nich zmínit.

Měření fyzické aktivity se stala prioritou věd souvisejících se zdravím. Subjektivní metody měření fyzické aktivity jsou užitečné v populaci, protože jsou levné a snadno

se aplikují. Ačkoliv subjektivita má svá omezení, můžeme sledovat změny v naší fyzické aktivitě. Od roku 1970 bylo vyvinuto více než 50 různých typů dotazníků fyzické aktivity, některé mají ověřenou platnost. Tyto dotazníky byly ještě upraveny pro jednotlivé státy a jejich specifika podle jejich návyků na pohybovou aktivitu a rozvoj státu. Proto se v této práci zaměřím na podle mě, jedny z nejdůležitějších. Dotazníky se musí vztahovat na všechny druhy fyzických činností, nejen týkající se práce, ale také prováděnou ve volném čase a transportu (Roman-Viñas et al, 2010).

Dotazník mezinárodní fyzické aktivity (IPAQ) byl vyvinut pro hodnocení fyzické činnosti v práci, cestování, volném čase a domácí činnosti. V této studii byl použit za posledních 7 dnů vlastním přihlášením dlouhou formu IPAQ. Hodnotil fyzickou aktivitu, frekvenci a čas strávený těžkou a střední intenzitou aktivity a čas strávený chůzí jsou registrovány pro každou kategorii. Činnost musí trvat nejméně 10 minut. Údaje byly staženy do počítače pro analýzu. Jednotlivci nosili po 7 dnů akcelerometr, který sundávali pouze na spaní a koupání. Informace z akcelerometru byly porovnány s informacemi zapsanými v dotazníku IPAQ a analyzovány pomocí korelačního koeficientu. Bland-Altmanova analýza pro střední a intenzivní aktivitu ukázala, že rozdíl mezi dotazníkem a akcelerometrem se zvyšuje s rostoucí úrovní hlášených činností v dotazníku. Zlepšení schopnosti dotazníku zachytit střední intenzitu pohybové aktivity by posílilo platnost, zejména ve vzorku s nízkou úrovní fyzické aktivity a vysokým podílem žen. IPAQ spoléhá na schopnosti jednotlivce vzpomenout si na minulé fyzické aktivity. Kromě toho, vnímání intenzity cvičení závisí na individuálních zkušenostech. Výsledky ukazují přijatelné kritérium platnosti a dobrou reprodukovatelnost pro dlouhou verzi IPAQ ve Španělské populaci (Roman-Viñas et al, 2010).

IPAQ se ukázal jako užitečný nástroj pro měření PA celé země, věkových skupin a pohlaví. Nicméně, žádné studie nezkoumala vztah IPAQ k oběhovému systému, a to krevnímu tlaku (BP), průtoku krve (BF) a vaskulární rezistenci (VR), u mladých jednotlivců. Experiment 1 a 2 zkoumal spolehlivost a platnost IPAQ proti antropometrickému a fitness opatření. Experiment 3 se zaměřil na vztah dotazníku s oběhovým opatřením. Experiment 1 a 2 zjistil, že IPAQ je spolehlivým nástrojem k posouzení úrovně PA. Energetický a celkový výdej koreloval s 6 minutami maximální vzdálenosti chůze (6MWD). 6MWD slouží k odhadu kardiovaskulární vytrvalosti u mladých, zdánlivě zralých dospělých. Výsledky naznačují, že splnění doporučení PA a

pravidelná účast PA, jsou důležité pro fyzickou kondici a složení těla. IPAQ může diskriminovat jednotlivce v závislosti na jejich úrovni tělesné zdatnosti. U experimentu 3 je zajímavé, že je to první studie, která ukazuje pro vztah mezi IPAQ a BP opatření biofotonů (systolický BP, diastolický BP a střední arteriální tlak) nižší hodnoty u jedinců s vyšší hodnotou PA. Zjišťování vztahů mezi BP a PA ve skupině mladých normotenzních osob s úzkou věkovou skupinou (18-23 let) naznačuje, že BP se snižuje s pravidelným zapojením do PA. Výsledky potvrzují spolehlivost IPAQ (Alomari et al., 2011).

Dotazník mezinárodní fyzické aktivity - krátká verze (IPAQ-SF) byla doporučena jako efektivní metoda pro posouzení fyzické aktivity. V tomto přehledu bylo zahrnuto 23 validačních studií, byla u nich velká shoda variability metody používané ve studiích, ale výsledky byly podobné. Korelace mezi celkovou PA měřenou IPAQ-SF a objektivních norem byla v rozmezí 0,09 – 0,39, žádná ze studií nedosáhla minimálního přijatelného standardu. Korelace mezi IPAQ-SF pro intenzivní činnost nebo střední úroveň aktivity/pěší na objektivním standardu ukázala velkou variabilitu, přestože několik studií dosáhlo minimálního přijatelného standardu. Pouze 6 studií dosáhlo objektivního kritéria. Korelace mezi IPAQ-SF a objektivním měřítkem činnosti nebo vhodnosti u většiny studií byla nižší, než přijatelná úroveň. IPAQ-SF obvykle podceňoval PA v průměru o 84%. Důkazy na podporu použití IPAQ-SF jako indikátora relativní nebo absolutní PA je slabý (Lee et al., 2011).

Pro adolescenty byl upraven dotazník IPAQ, dotazník mezinárodní fyzické aktivity adolescentů, který zahrnuje: školní PA včetně aktivit během tělesné výchovy, dopravu, domácnost a volný čas. Do dotazníku byla zaznamenána mírná, střední nebo vysoká intenzita PA, chůze a čas provozování PA. Pro výpočet celkové fyzické činnosti, byla data převedena do energetického výdeje odhadem METs použitím zveřejněných hodnot a doporučení z IPAQ bodovacího protokolu. Tato validační studie je neobvyklá, protože údaje byly shromažďovány u dospívajících z 9 škol Evropských zemí. IPAQ koreloval s akcelerometrem ve starší věkové skupině dospívajících, ale nekoreloval u mladší věkové skupiny. IPAQ byl upraven pro mládež na základě rozhovorů a zkušeností ze studijních středisek. Nedostatkem je to, že jeden odhad energie na určité činnosti se vztahuje na všechny adolescenty. Používané pojmy nemusí být pochopitelné pro mladší dospívající. Na rozdíl od starších dospívajících, je činnost mladších založena na

spontánní aktivitě a ty jsou obtížné určit v dotazníku. Výsledky naznačují, že je třeba, aby se dotazník zabýval konkrétními problémy mladších adolescentů, přizpůsobit ho jejich prostředí, zkušenostem a pomoci jim ho vyplnit přesněji. Rozumná platnost byla při posuzování intenzity a celkové fyzické aktivity u dospívajících ve věku 15 až 17 let. Neuspokojivě nízká byla u dospívajících mladších 14 let (Hagströmer et al., 2008).

V současné době existují dva dotazníky, které byly vyvinuty pro rozvojové populace: Dotazník mezinárodní fyzické aktivity (IPAQ) a Dotazník globální fyzické aktivity (GPAQ). IPAQ byl vyvinut jako první mezinárodní snaha poskytnout srovnatelné opatření fyzické činnosti v různých zemích. GPAQ byl vyvinut Mezinárodní zdravotnickou organizací (WHO). GPAQ se zaměřuje na fyzickou aktivitu typického týdne, zatímco IPAQ se soustředí na posledních 7 dnů. IPAQ se dotazuje na domácí aktivity odděleně, u GPAQ jsou zahrnuté v pracovní oblasti. GPAQ zahrnuje chůzi mírné intenzity činnosti, IPAQ posuzuje chůzi samostatně. Činnost v pracovní oblasti (GPAQ) naproti aktivitám v práci a domácí práce (IPAQ) tvořily podobně velké rozměry, více než 80% celkové fyzické aktivity. MET-průměrné hodiny práce naměřené GPAQ byly menší, než součet MET-průměrných hodin práce a domácích aktivit naměřených IPAQ. Účastníci s proměnnou pracovní činností nebyli schopni oznámit stálou fyzickou aktivitu v typickém týdnu. IPAQ měl obvykle mírnou spolehlivost a souběžnou platnost, zatímco jiné studie uvádějí příznivější výsledky. GPAQ nemá vyšší platnost, než IPAQ (Thuy et al., 2010).

Tato studie Bull et al. (2009) shrnuje vývoj dotazníku globální fyzické aktivity (GPAQ) a metody protokolů a výsledků mezinárodní spolupráce v oblasti výzkumu, který probíhal od roku 2003 do roku 2005 a testoval měření vlastností GPAQ. Došlo k výraznému posunu v zaměření z opatření celkové fyzické aktivity zájmu o sledování trendu ve specifických oblastech, zejména transportu. Výsledky ukazují, že celkové položky GPAQ mají dobrou reprodukovatelnost. Některé rozdíly byly pozorovány u věku, pohlaví, vzdělání, městské/venkovské a podle státu. Reprodukovatelnost průběžných opatření z GPAQ byla zjištěná jako silná, ale byly tam rozdíly ve výsledcích různých dílčích populací. Silnější spolehlivost byla zaznamenána u mužů a v městské populaci. Výsledky vyhledávání pro kritéria platnosti jsou shodné s očekávanými a výsledky obdobných studií testujících různé nástroje PA. Reprodukovatelnost a platnost

GPAQ jsou srovnatelné a v některých případech lepší, než další podobné dotazníky týkající se PA.

Přesné měření tělesné aktivity (PA), zejména dotazníky fyzické aktivity (PAQs), zůstává nadále výzvou. Cílem této práce Helmerhorst et al. (2012) je poskytnout aktualizovaný systematický přehled o spolehlivosti a platnosti vlastností stávajícího a nedávno vyvinutého PAQ a kvantitativně porovnat výkon mezi stávajícím a nově vyvinutým PAQ. Rešerše z elektronických databází byla provedena pro studie hodnotící spolehlivost a platnost údajů o PAQ pomocí objektivního kritéria pro měření PA od 1997 do 2011. Medián korelace spolehlivosti byl 0,62 - 0,71 pro stávající a od 0,74 do 0,76 pro nové PAQs. Medián koeficientů platnosti 0,30 až 0,39 pro stávající a 0,25 až 0,41 pro nové PAQs. Nezdá se, že by nově vyvinuté PAQs fungovaly podstatně lépe než stávající PAQs z hlediska reliability a validity. Budoucí PAQ studie by měly zahrnovat opatření platnostia chyby struktury tohoto nástroje.

Je důležité, aby existovaly oprávněné nástroje pro posuzování fyzické aktivity u různých věkových kategorií a životních stádií. Dva dotazníky, které byly použity v poslední době: dotazník fyzické aktivity pro děti (PAQ-C) a dotazník fyzické aktivity pro dospívající (PAQ-A). Společně vyhodnocované schéma bylo použito pro klasifikaci předmětů do různých úrovní fyzické aktivity a zkoumali vztah mezi fyzickou aktivitou a zdravotními výsledky. Byl zkoumán vztah celkového dotazníku PAQ pro dospělé (PAQ-AD) a menších dotazníků volnočasových cvičení (LTEQ), zdravé fyzické aktivity (HPAQ) a subjektivní fyzická aktivity (SR-PAR). Výsledky studií ukazují, že PAQ-AD mírně koreluje s opatřeními PA u dospělých, v důsledku čehož 3 verze dotazníku (PAQ-C, PAQ-A a PAQ-AD) poskytují užitečnou „rodinu“ dotazníků pro PA. Poskytují šetření střední až silné PA po celou řadu let. PAQ-C a PAQ-A údaje z validačních studií měly nejvyšší subjektivní úroveň aktivity podle všech opatření, včetně PAQ (Copeland et al., 2005).

Je třeba přijmout dotazník zhodnocující činnost chování v předškolním věku. Malé děti nemají poznávací kapacitu posouzení jejich činnosti. Dotazník fyzické aktivity předškolního věku (Pre-PAQ) posuzuje měření populačních odhadů činnosti u malých dětí v domácím prostředí. Zahrnuje 3denní aktivitu tak, aby zahrnul měření obvyklé fyzické aktivity a sedavého způsobu dětí v domácím prostředí. Jsou zde otázky týkající se ovlivnění fyzické aktivity rodičů, jejich návyků a postojů, rodinné demografie,

domovem, prostřením a vlastních činností dětí. Posouzení fyzické aktivity dítěte (jeden všední den a dva víkendové dny) zahrnuje seznam činností typických u předškolních dětí s odpovědí „Ano“ nebo „Ne“. Byly provedeny dvě metody hodnocení: dotazník + akcelerometr a dotazník + další vyplnění dotazníku za 2 týdny. Pre-PAQ se jeví jako slibný nástroj pro měření aktivního chování ve velkých populačních studiích zahrnujících děti předškolního věku. Pre-PAQ má obvykle dobrou spolehlivost. Výhodou je, že poskytuje souhrnné údaje o charakteru, úrovni a délce trvání činnosti dítěte. Tento dotazník zahrnuje i ovlivnění pohybové aktivity rodiči, rodinou a okolními faktory (Dwyer et al., 2011).

Dvě studie posuzovali platnost dotazníku fyzické aktivity starších dětí (PAQ-C) po 7 předešlých dnů, kdy posuzuje mírnou až silnou úroveň fyzické aktivity během školního roku. PAQ-C nebylo spojené s vnímáním chování. Tyto dvě studie podporují platnost PAQ-C jako metodu posuzování fyzické aktivity starších dětí (Kowalski et al., 1997a).

Studie Kowalski et al. (1997b) hodnotila konvergentní platnost dotazníku fyzické aktivity pro adolescenty (PAQ-A). Je to upravená verze pro studenty středních škol, která hodnotí 7 dní aktivit zpětně a slouží pro posouzení obecné úrovně fyzické aktivity během školního roku. Výsledky podporují konvergentní platnost PAQ-A jako opatření obecné úrovně pohybové aktivity pro studenty středních škol.

Dotazníků fyzické aktivity je velké množství. Některé posuzují jen jednotlivé činnosti podle potřeby jejich sestavení nebo jsou sestaveny pro různé sporty. Kromě specifických dotazníků jsou i komplexní dotazníky, ve kterých jsou zahrnuty činnosti našeho běžného dne: školní aktivity, volnočasové aktivity, činnosti v práci, domácnosti. V některých dotaznících nalezneme otázky zkoumající prostředí a naši psychiku. Dělení dotazníků je také podle věkových skupin a států. Dotazníky mohou doplňovat měření aktivity přístroji ve studiích. Známým dotazníkem v českých zemích je INDARES, ale ještě nebyla zjištěna jeho platnost. Můžou být dotazníky také použity jako nástroj zvýšení pohybové aktivity, ale má velkou závislost na subjektivním prožitku.

4.10 Limity práce

Výsledky hledání, resp. přehled přístrojů umožňujících záznam množství a/nebo intenzitu pohybové aktivity jsou do jisté míry limitovány volbou používaného internetového vyhledávače Google, přestože jej považujeme za adekvátní nástroj k tomuto vyhledávání. Rovněž volba způsobu vyhledávání v elektronických databázích je limitujícím faktorem předložené práce. Zajisté nebyl takto zjištěn kompletní výčet studií využívající hledané přístrojové vybavení. Zajisté byly opomenuty publikace, které v žádných informačních databázích indexovány nejsou. Nepředpokládáme však, že takto vynechané publikace operují při deskripci pohybové aktivity s přístroji, které by nebyly využívány ve významnějších studiích indexovaných databázích.

5 ZÁVĚRY

Bylo zjištěno, že v praxi je využíváno k záznamu množství a/nebo intenzity pohybové aktivity (PA) šest typů zařízení (krokoměry, akcelerometry, monitory tepové frekvence, mobilní telefony, senzory pohybu zakomponované do bot a přístroje založené na technologii GPS). V těchto kategoriích bylo zjištěno celkem 82 přístrojů různých značek a výrobních sérií.

V odborných studiích jsou k záznamu množství PA využívány krokoměry, akcelerometry, ActiGraphy, monitory srdeční frekvence, senzory pohybu zakomponované do bot a přístroje založené na technologii GPS. K záznamu intenzity PA jsou využívány především ActiGraphy. Vlastnosti (validita, reliabilita, hmotnost) těchto přístrojů se značně odlišují. Ukazuje se však, že na přístroje je nutné nahlížet komplexně a nikoliv pouze na tyto vlastnosti. Využívání přístrojů značně ovlivňují také skutečnosti, jako jsou dostupnost, cena, praktická využitelnost k plošným (rozsáhlým) studiím apod.

Doufám, že poznatky této práce budou prospěšné zájemcům o koupi zařízení tohoto typu, zjednoduší jim orientaci v množství dostupných přístrojů a jejich technických parametrech.

6 SOUHRN

Hlavní část práce, ve které je uveden přehled přístrojů zaznamenávajících pohybovou aktivitu, byla podle sběru dat rozdělena do 8 skupin. Jsou zde zpracovány informace o krokoměrech, akcelerometrech, ActiGraphch, monitorech srdeční frekvence, mobilních telefonech se specifickým softwarovým zajištěním, senzorech pohybu zakomponovaných do bot a přístrojích založených na technologii GPS. V jednotlivých skupinkách jsou vypsány přístroje použité ve studiích, u kterých je ověřená platnost. Uvedeny jsou zde funkce přístrojů, platnost záznamu dat a jejich zpracování. Pro větší přehlednost jsou technické parametry přístrojů uvedeny v tabulkách.

7 SUMMARY

The main part of work where is conduct overview instruments recorders physical activity, according to the data collection was separated into 8 groups. There are processing information about pedometers, accelerometers, ActiGraph, heart rate monitors, specific software for mobile phones, motion sensor for sport shoes and global positioning systems (GPS). In individual groups are listed devices used in this study, which is verified validity. It includes the functions of devices, validity data recording and processing. For bigger lucidity, technical parameters of devices are listed in tables.

8 REFERENČNÍ SEZNAM

- Abel, M. G., Hannon, J. C., Sell, K., Lillie, T., Conlin, G., & Anderson, D. (2008). Validation of the Kenz Lifecorder EX and ActiGraph GT1M accelerometers for walking and running in adults. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 33(6), 1155-1164.
- Albright, C., & Jerome, G. J. (2011). The accuracy of talking pedometers when used during free living: A comparison of four devices. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 105 (5), 299-304.
- Alomari, M. A., Keewan, E. F., Qhatan, R., Amer, A., Khabour, O. F., Maayah, M. F., & Hurtig-Wennlöf, A. (2011). Blood pressure and circulatory relationships with physical activity level in young normotensive individuals: IPAQ validity and reliability considerations. *Clinical & Experimental Hypertension*, 33(5), 345-353.
- American College of Sports Medicine (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (8th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams, and Wilkins.
- Anastasiadi, I., & Tzetzis, G. (2013). Construct validation of the Greek version of the children's assessment of participation and enjoyment (CAPE) and preferences for activities of children (PAC). *Journal of Physical Activity & Health*, 10, 523-532.
- Asgher, A., & Sami, A. (2012). Convert your smartpheno into a pedometer and tracking device. *EDN*, 57(16), 56-57.
- Bar-Or, T., Bar-Or, O., Waters, H., Hirji, A., & Russell, S. (1996). Validity and social acceptability of the Polar Vantage XL for measuring heart rate in preschoolers. *Pediatric Exercise Science*, 8, 115-121.
- Barreira, T. V., Kang, M., Caputo, J. L., Farley, R. S., & Renfrow, M. S. (2009). Validation of the Actiheart monitor for the measurement of physical activity. *International Journal of Exercise Science*, 2(2), 60-71.
- Bassett Jr, D. R., & John D. (2010). Use of pedometers and accelerometers in clinical populations: validity and reliability issues. *Physical Therapy Reviews*, 15 (3), 135-142.
- Beets, M. W., Foley, J. T., Tindall, D. W. S., & Lieberman, L. J. (2007). Accuracy of voice-announcement pedometers for youth with visual impairment. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 24 (3), 218-227.

- Bergman, R. J., Basset, D. R., & Klein, D. A. (2008). Validity of 2 devices for measuring steps taken by older adults in assisted-living facilities. *Journal of Physical Activity & Health, 1*, 166-175.
- Bergman, R. J., Spellman, J. W. Hall, M. E., & Bergman, S. M. (2012). Is there a valid app for that? Validity of a free pedometer iPhone application. *Journal of Physical Activity & Health, 9*, 670-676.
- Brage, S., Brage, N., Wedderkopp, N. & Froberg, K. (2003). Reliability and validity of the computer science and applications accelerometer in a mechanical petting. *Measurement in Physical Education and Exercise Science, 7*(2), 101-119.
- Brance, F., Nikogosian, H., & Lobstein, T. (Eds.). (2007). *The challenge of obesity in the WHO European region and the strategies for response: Summary*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Bray, M. S., Morrow Jr., J. R., Pivarnik, J. M., & Bricker, J. T. (1992). Caltrac validity for estimating caloric expenditure with children. *Pediatric Exercise Science, 4*, 166-179.
- Bull, F. C., Maslin, T. S., & Armstrong, T. (2009). Global physical activity questionnaire (GPAQ): Nine country reliability and validity study. *Journal of Physical Activity & Health, 6*, 790-804.
- Clemes, S. A., & Biddle, S. J. H. (2013). The Use of Pedometers for Monitoring Physical Activity in Children and Adolescents: Measurement Considerations. *Journal of Physical Activity and Health, 10*, 249-262.
- Clemes, S. A., O'Connell, S., Rogan, L. M., & Griffiths, P. L. (2010). Evaluation of a commercially available pedometer used to promote physical activity as part of a national programme. *British Journal of Sports Medicine, 44*, 1178-1183.
- Copeland, J. L., Kowalski, K. C., Donen, R. M., & Tremblay, M. S. (2005). Convergent validity of the physical activity questionnaire for adults: The new member of the PAQ family. *Journal of Physical Activity & Health, 2*, 216-229.
- Corder, K., Brage, S., Ramachandran, A., Snehalatha, C., Wareham, N., & Ekelund, U. (2007). Comparison of two Actigraph models for assessing free-living physical activity in Indian adolescent. *Journal of Sports & Science, 25*, 1607-1611.

- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS device for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 13(1), 133-135.
- Crouter, S. E., DellaValle, D. M., Haas, J. D., Frongillo, E. A., & Bassett, D. R. (2013). Validity of ActiGraph 2-regression model, Matthews cut-points, and NHANES cut-points for assessing free-living physical activity. *Journal of Physical Activity and Health*, 10, 504-514.
- Crouter, S., Schneider, P., Karabulut, M. et al. (2003). Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance and energy cost. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 1455-1460.
- De Cocker, K. A., De Meyer, J., De Bourdeaudhuij, I. M., & Cardon, G. M. (2012). Non-traditional wearing position of pedometers: Validity and reliability of the Omron HJ-203-ED pedometer under controlled and free-living conditions. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 15 (5), 418+.
- De Vries, S. I., Van Hirtum, H. W. J. E. M., Bakker, I., Hopman-Rock, M., Hirasing, R. A., & Van Mechelen, W. (2009). Validity and reproducibility of motion sensors in youth: A systematic update. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(4), 818-827.
- Duncan, S., White, K., Sa'ulilo, L., & Schofield, G. (2011). Convergent validity of a piezoelectric pedometer and an omnidirectional accelerometer for measuring children's physical activity. *Pediatric Exercise Science*, 23, 399-410.
- Dwyer, G. M., Hardy, L., Peat, J. K., & Baur, L. A. (2011). The validity and reliability of a home environment preschool-age physical activity questionnaire (Pre-PAQ). *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, (1)8, 86-98.
- Eklom, O., Nyberg, G., Eklom Bak, E., Ekelund, U., & Marcus, C. (2012). Validity and Comparability of a Wrist-Worn Accelerometer in Children. *Journal of Physical Activity and Health*, 9, 389-393.
- Eveland-Sayers, B. M., Caputo, J. L., & Farley, R. S. (2007). Validation of the new lifestyles-2000 activity monitor in measuring caloric expenditure. *International Journal of Fitness*, 3 (2), 25+.
- Garcia, A. W., Langenthal, C. R., Angulo-Barroso, R. M., & Gross, M. M. (2004). A comparison of accelerometers for predicting energy expenditure and vertical grand

- reaction force in school-age children. *Measurement in Physical Education & Exercise Science*, 8(3), 119-144.
- Google Inc. (2012). *Android Developers*. Retrieved 10. 6. 2013 from the World Wide Web: <http://developer.android.com/index.html>
- GPSports (20112). *GPSports Systems*. Retrieved 25. 6. 2013 from the World Wide Web: <http://www.gpsports.com/>
- Gray, A. J., Jenkins, D., Andrews, M. H., Taaffe, D. R., & Glover, M. L. (2010). Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports. *Journal of Sports Sciences*, 28(12), 1319-1325.
- Hagströmer, M., Bergman, P., De Bourdeaudhuij, I., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Manios, Y., Rey-López, J. P., Phillipp, K., Von Berlepsch, J., & Sjöström, M. (2008). Concurrent validity of modified version of the international physical activity questionnaire (IPAQ-A) in European adolescents: The HELENA study. *International Journal of Obesity*, 32, 42-48.
- Hänggi, J. M., Phillips, L. R. S., & Rowlands, A. V. (2013). Validation of the GT3X ActiGraph in children and comparison with the GT1M ActiGraph. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 16(1), 40-44.
- Hasson, R., Haller, J., Poher, D. et al. (2009). Validity of the Omron HJ-112 pedometer during treadmill walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41, 805-809.
- Hauswirth, Ch. et al. (2009). Accuracy and Repatability of the Polar RS800sd to evaluate stride rate and running speed. *International Journal of Sports Medicine*, 30(5), 354-359.
- Helmerhorst, H. J. F., Brage, S., Warren, J., Besson, H., & Ekelund, U. (2012). A systematic review of reliability and objective criterion-related validity of physical activity questionnaires [Abstract]. *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, 9, 103+.
- Hendrick, P., Boyd, T., Low, O., Takarangi, K., Paterson, M., Claydon, L., & Milosavljevic, S. (2010). Construct validity of RT3 accelerometer: A comparison of level-ground and treadmill walking at self-selected speeds. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 47(2), 157-168.

- Hikihara, Y., Tanaka, S., Ohkawara, K., Ishikawa-Takata, K., & Tabata, I. (2012). Validation and comparison of 3 accelerometers for measuring physical activity intensity during nonlocomotive activities and locomotive movements. *Journal of Physical Activity and Health*, 9, 935-943.
- Hnízdil, J., Škopek, M., & Havel, Z. (2012). Validita a reliabilita akcelerometru S3+ pro měření rychlosti chůze a běhu systém Polar RCX5. *Studia sportka*, 6, 61-68.
- Holbrook, E., Barreira, T., & Kang, M. (2009). Validity and reliability of Omron pedometers for prescribed and self-paced walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 669-673.
- Hussey, J., Bennett, K., Dwyer, J. O., Langford, S., Bell, Ch., & Gormley, J. (2009). Validation of the RT3 in the measurement of physical activity in children. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 12(1), 130-133.
- Chia, M., Wong, P., Balasekaran, G., Kheng, T. S., Canagasabai K., & Chiang, J. (2009). Motion sensor outputs of children and adolescents walking and running to free treadmill speeds. *Sport Science*, 2 (2), 27+.
- King, G. A., Torres, M., Potter, C., Brooks, T. J., & Coleman, K. J. (2004). Comparison of activity monitors to estimate energy cost of treadmill exercise. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 36, 1244-1251.
- Kowalski, K. C., Crocker, P. R. E., & Faulkner, R. A. (1997a). Validation of the physical activity questionnaire for older children [Abstract]. *Pediatric Exercise Science*, 9, 174-186.
- Kowalski, K. C., Crocker, P. R. E., & Kowalski, N. P. (1997b). Convergent validity of the physical activity questionnaire for adolescents[Abstract]. *Pediatric Exercise Science*, 9, 342-352.
- Larson, T. A., Normand, M. P., & Hustyi, K. M. (2011). Preliminary evaluation of an observation system for recording physical activity in children. *Behavioral Interventions*, 26 (3), 193-203.
- Lee, C. M., & Gorelick, M. (2011). Validity of the Smarthealth watt to measure heart rate during rest and exercise. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 15, 18-25.

- Lee, P. H., Duncan, J. M., Lam, T. H., & Stewart, S. M. (2011). Validity of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF): A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, 8, 115+.
- Leicht, A. S., & Crowther, R. G. (2007). Pedometer Accuracy during walking over different surfaces. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (10), 1847-1850.
- Maliszewski, A. F., Freedson, P. S., Ebbeling, Ch. J., Crusemeyer, J., & Kastango, K. B. (1991). Validity of the caltrac accelerometer in estimating energy expenditure and activity in children and adults. *Pediatric Exercise Science*, 3, 141-151.
- Marius, N. (2012). Functional assessment of the gait for the patient with a total hip endoprosthesis. *Sport & Society*, 12 (1), p93 8p.
- Martínez-Gómez, D., Calabro, M. A., Welk, G. J., Marcos, A., & Veiga, O. L. (2010). Reliability and validity of a school recess physical activity recall in Spanish youth. *Pediatric Exercise Science*, 22, 218-230.
- McClain, J. J., & Tudor-Locke, C. (2009). Objective monitoring of physical activity in children: considerations for instrument selection. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12 (5), 526-533.
- McMurray, R. G., Baggett, Ch. D., Harrell, J. S., Pennell, M. L., & Bangdiwala, S. I. (2004). *Pediatric Exercise Science*, 16, 219-230.
- Melason, E., Knoll, J., Bell, M. et al. (2004). Commercially available pedometers: considerations for accurate step counting. *Preventive Medicine*, 39, 361-368.
- Midorikawa, T., Tanaka, S., Kaneko, K. et al. (2007). Evaluation of low-intensity physical activity by triaxial accelerometer. *Obesity (Silver Spring)*, 15, 3031-3038.
- Miller, N. E., Strath, S. J., Swartz, A. M., & Cashin, S. E. (2010). Estimating absolute and relative physical activity intensity across age via accelerometer in adults. *Journal of Aging & Physical Activity*, 18(2), 158-170.
- Montgomery, P. G., Green, D. J., Etxebarria, N. Pyne, D. B., Saunders, P. U., & Minahan, C. L. (2009). Validation of heart rate monitor-based predictions of oxygen uptake and energy expenditure. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(8), 1489-1495. Retrieved 21. 6. 2013 from World Wide Web: http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2009/08000/Validation_of_Heart_Rate_Monitor_Based_Predictions.18.aspx

- Montoye, H. J., Kemper, H. C. G., Saris, W. H. M., & Washburn, R. A. (1996). *Measuring physical activity and energy expenditure*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mosinger, J. (2012). *Vhodnocování stavu maniodepresivních pacientů pomocí chytrého telefonu s operačním systémem Android* [bakalářská práce]. Praha: ČVUT Praha
- Motl, R. W., & Sandroff, B. M. (2010). Objective monitoring of physical activity behavior in multiple sclerosis. *Physical Therapy Reviews*, 15 (3), 204-211.
- Omron Healthcare (2013). *Omron Healthcare Online Store – All for Healthcare*. Retrieved 22. 3. 2013 from the World Wide Web: <http://store.omronhealthcare.com/store/omron/home>.
- OMRON Healthcare Europe B. V. (2013). *HOME| Omron Healthcare*. Retrieved 20. 3. 2013 from the World Wide Web: <http://www.omron-healthcare.com/eu/en>.
- Pavlidou, S., Michalopoulou, M., Aggelousis, N., & Taxildaris, K. (2011). Validation of a three-day physical activity record and the sw200 pedometer in greek children. *Biology of Exercise*, 7 (1), p25 15p.
- Petersen, C., Pyne, D., Portus, M., & Dawson, B. (2009). Validity and reliability of GPS units to monitor cricket-specific movement patterns. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 381-393
- Porta, J. P., Acosta, D. J., Lehker, A. N., Miller, S. T., Tomaka, J., & King, G. A. (2012). Validating the Adidas miCoach for estimating pace, distance and energy expenditure during outdoor over-ground exercise accelerometer [Abstract]. *International Journal of Exercese Science*, 2(4), 23. Retrieved 25. 6. 2013 from World Wide Web: <http://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol2/iss4/23/>
- Porto, L. G. G., & Junqueira, L. F. (2009). Comparison of time-domain short-term heart interval variability analysis using a wrist-worn heart rate monitor and the conventional electrocardiogram. *Pacing & Clinical Electrophysiology*, 32(1), 43-51.
- Reilly, J. J., Kelly, L. A., Montgomery, C., Jackson, D. M., Slater, Ch., Grant, S., & Paton, J. Y. (2006). Validation of Actigraph accelerometer estimates of total energy expenditure in young children. *International Journal of Pediatric Obesity*, 1(3), 161-167.

- Remoortel, H. V., Raste, Y., Louvaris, Z., Giavedoni, S., Burtin, Ch., Langer, D., Wilson, F., Rabinovich, R., Vogiatzis, I., Hopkinson, N. S., & Troosters, T. (2012). Validity of six activity monitors in chronic obstructive pulmonary disease: A comparison with indirect calorimetry. *PLoS ONE*, 7(6), 1-11.
- Roman-Viñas, B., Serra-Majem, L., Hagströmer, M., Ribas-Barba, L., Sjöström, M., & Segura-Cardona, R. (2010). International Physical Activity Questionnaire: reliability and validity in a Spanish population. *European Journal of Sport Science*, 10(5), 297-304.
- Rosenkranz, R. R., Rosenkranz, S. K., & Weber, C. (2011). Validity of the actual accelerometer Step-Count function in children. *Pediatric Exercise Science*, 23, 355-365.
- Rowe, D. A., Mahar, M. T., Raedeke, T. D., & Lore, J. (2004). Measuring Physical Activity in Children With Pedometers: Reliability, Reactivity and Replacement of Missing Data. *Pediatric Exercise Science*, 16, 343-354.
- Roy, R. A., Boucher, J. P., & Comtois, A. S. (2009). Heart rate variability modulation after manipulation in pain-free patients vs patients in Pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 32(4), 277-286.
- Ryan, C. G., Grant, P. M., Tigbe, W. W., & Granat, M. H. (2006). The validity and reliability of a novel activity monitor as a measure of walking. *British Journal of Sports Medicine*, 40 (9), 779+.
- Saha, I. K., Dirik, A. E., Topkara, U., Memon, N., Gutierrez, G., & Rao, S. (2010). Reliability and validity of accelerometer-based smartphones to assess physical activity. *Conference Proceedings of the Annual Meeting of the American Society of Biomechanics*, 571-572.
- Saponas, T. S., Lester, J., Froehlich, J., Fogarty, J., & Landay, J. (2008). *iLearn on the iPhone: Real-Time human activity classification on commodity mobile phones*. Washington: University of Washington.
- Saponas, T. S., Lester, J., Hartung, C., & Kohno, T. (2006). *Devices that tell on you: The Nike+iPod Sport Kit*. Washington: University of Washington.
- Schneider, P. L., Crouter, S. E., & Bassett, D. R. (2004). Pedometer Measures of free-living physical activity: Comparison of 13 models. *Medicine & Science in sports & exercise*, 36 (2), 331-335.

- Sigmund, E. (2000). *Pohybová aktivita v životním způsobu dětí ve věku 11-12 let*. Disertační práce, Univerzita Palackého. Olomouc: FTK UP.
- Sigmund, E., & Sigmundová, D. (2011). *Pohybová aktivita pro podporu zdraví dětí a mládeže*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Slootmaker, S. M., Chin A Paw, M. J. M., Schuit, A. J., van Mechelen, W., & Koppes, L. J. (2009). Concurrent validity of the PAM accelerometer relative to the MTI Actigraph using oxygen consumption as a reference. *Scand J Med Sci Sports*, 19, 36-43.
- Smitherman, T. A., Dubbert, P. M., Grothe, K. B., Sung, J. H., Kendzor, D. E., Reis, J. P., Ainsworth, B. E., Newton Jr., R. L., Lesniak, K. T., & Taylor Jr., H. A. (2009). Validation of the Jackson Heart Study Physical Activity Survey in African Americans. *Journal of Physical Activity and Health*, 6, 124-132.
- Steeves, J. A., Tyo, B. M., Connolly, Ch. P., Gregory, D. A., Stark, N. A., & Bassett, D. R. (2011). Validity and Reliability of the Omron HJ-303 Tri-Axial Accelerometer-Based Pedometer. *Journal of Physical Activity and Health*, 8, 1014-1020.
- Terbizan, D. J., Dolezal, B. A., & Albano, C. (2002). Validity of seven commercially available heart rate monitors. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 6, 243-247.
- Tschirhart, G. (2013). *Yamax.com*. Retrieved 6. 4. 2013 from the World Wide Web: <http://www.optimalhealthproducts.com>.
- Tudor-Locke, C., & Myers, A. (2001). Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. *Sports Medicine*, 31, 91-100.
- Vanhelst, J., Zunquin, G., Theunynck, D., Mikulovic, J., BuiXuan, G., & Beghin, L. (2009). Equivalence of accelerometer data for walking and running: Treadmill versus on land. *Journal of Sports & Science*, 27(7), 669-675.
- Waldron, M., Worsfold, P., Twist, C., & Lamb, K. (2011). Concurrent validity and test-retest reliability of a global positioning system (GPS) and timing gates to assess sprint performance variables. *Journal of Sports Sciences*, 29(15), 1613-1619.
- Weimo Zhu, & Miyoung Lee (2010). Invariance of Wearing Location of Omron-BI Pedometers: A Validation Study. *Journal of Physical Activity & Health*, 7 (6), 706+.

- Westterterp, K. R. (1999). Physical activity assessment with accelerometers. *International Journal of Obesity*, 23(3 Suppl.), 45-49.
- Wiklund, M., Cider, A., & Olsén, M. F. (2012). Accuracy of a pedometer and an accelerometer in women with obesity. *The Open Obesity Journal*, 4, 11-17.
- Zhu, W., & Lee, M. (2010). Invariance of wearing location of Omron-BI pedometer: a validation study. *Journal of Physical Activity and Health*, 7, 706-717.
- Žujová, E., Vařeka, I., & Sigmund, E. (2003). Monitorování posturální stability akcelerometrem Tri-Trac-R3D[Článek ve sborníku]. *Nové perspektivy výzkumu a praxe v kinantropologii*, 42-43.

9 PŘÍLOHY

Příloha 1. Krokoměry

Příloha 2. Akcelerometry

Příloha 3. Monitory srdeční frekvence

Příloha 4. ActiGraph

Příloha 5. Senzory do bot

Příloha 6. Globální navigační systémy

Příloha 1. Krokoměry¹

Typ přístroje	Mechanismus	Rozměry (cm)	Hmotnost (g)	Funkce	Paměť	USB	Cena
KROKOMĚRY OMRON							
Omron HJ-005E	2D	63×36×23	24	Kroky	ne	ne	\$ 12.08**
Omron HJ-109E	2D	63×36×23	37	Kroky Aerobní kroky Vzdálenost Kalorie Hodiny	7 dnů	ne	\$ 11.87**
Omron HJ-112	2D	66×47×16	31	Kroky Aerobní kroky Vzdálenost Čas aerob. kroků Kalorie Tuky	7 dnů	ne	\$ 22.99*
Omron HJ-150	2D	Ø53×26	35	Kroky	7 dnů	ne	\$ 5***
Omron HJ-151	2D	Ø53×26	35	Kroky Čas cvičení	7 dnů	ne	\$ 20.99***
Omron HJ-152K	1D	Ø53×26	33	Kroky Vzdálenost Kalorie Tuky Aerobní kroky Hodiny	7 dnů	ne	\$ 26.80**
Omron HJ-203	2D	68×35×11	20	Kroky Vzdálenost Kalorie Tuky	7 dnů	ne	\$ 29.95*
Omron HJA-300	3D	75×33×12	28	Běhání Aerobní režim Čas běhání Vzdálenost Kalorie Tuky Průměrná rychlost Hodiny	ano	ne	\$ 59.88**
Omron HJ-303	3D	75×33×12	28	Kroky Vzdálenost Kalorie Běžné/aerobní kroky	7 dnů	ne	\$ 29.90*
Omron HJ-304	3D	75×33×12	28	Kroky Vzdálenost Kalorie Intenzita cvičení Množství cvičení Cíl	7 dnů	ne	\$ 50.03**
Omron HJA-306	3D	78×33×10	28	Kroky Vzdálenost Kalorie Energie Tuky Hodiny	7 dnů	ne	

Omron HJA-312	3D	47×47×1 3	25	Kroky Vzdálenost Kalorie Týdenní kalorie Čas cvičení Tempo	7 dnů displej 22 dnů paměť	ano	
Omron HJ-320	3D	75×31×8	20	Kroky Vzdálenost	7 dnů	ne	\$ 15.95 *
Omron HJ-321	3D	75×31×8	20	Kroky Aerobní kroky Vzdálenost Kalorie Čas	7dnů	ne	\$ 17.32 *
Omron HJ-322U	3D	78×34×1 2	27	Kroky Aerobní kroky Vzdálenost Kalorie	7 dnů displej 22 dnů paměť	ano	\$ 38.00 ***
Omron HJ-323U	3D	78×34×1 2	27	Kroky Aerobní kroky Vzdálenost Kalorie Aerob. kroky/minuta	7 dnů displej 22 dnů paměť	ano	\$ 31.55 *
Omron HJ-720 ITC	3D	73×47×1 6	35	Kroky vzdálenost Aerobní kroky Čas aerob. kroků Tuk Kalorie	7 dnů displej 41 dnů paměť	ano	\$ 37.80 *

KROKOMĚRY YAMAX

Yamax SW-200	1D	51×38×19	21	Reset Kroky	ne	ne	\$ 19.50 *
Yamax SW-801	1D	50×38×14	21	Kroky Vzdálenost (míle) Kalorie Rychlost (míle/h)	ne	ne	\$ 71.26 ***
Yamax SW-800	1D	50×38×14	21	Kroky Vzdálenost (km) Kalorie Rychlost (km/h)	ne	ne	\$ 39.07 **
Yamax SW-701	1D	50×38×14	21	Kroky Vzdálenost (míle) Kalorie	ne	ne	\$ 30.45 *
Yamax SW-700	1D	50×38×14	21	Kroky Vzdálenost (km) Kalorie	ne	ne	\$ 37.50 **
Yamax SW-651	1D	50×38×14	21	Kroky Vzdálenost (míle) Kalorie Stopky	ne	ne	
Yamax SW-650	1D	50×38×14	21	Kroky Vzdálenost (km) Kalorie Stopky	ne	ne	
Yamax SW-501	1D	50×38×14	21	Kroky Vzdálenost (míle) Stopky	ne	ne	
Yamax SW-	1D	50×38×14	21	Kroky	ne	ne	

500				Vzdálenost (km) Stopky			
Yamax PW-611	3D	71×49×15	34	Kroky Vzdálenost (míle) Kalorie Čas cvičení Výkon chůze Tuk (unce) Rychlost (míle/h) Hodiny	7 dnů	ne	
Yamax PW-610	3D	71×49×15	34	Kroky Vzdálenost (km) Kalorie Čas cvičení Výkon chůze Tuk (g) Rychlost (km/h) Hodiny	7 dnů	ne	
Yamax CW-701	1D	61×46×19	38	Kroky Vzdálenost (míle) Kalorie Čas aktivity Hodiny	7 dnů 2 týdny celková	ne	
Yamax CW-700	1D	61×46×19	38	Kroky Vzdálenost (km) Kalorie Čas aktivity Hodiny	7 dnů 2 týdny celková	ne	
Yamax CW-600	1D	61×46×19	38	Kroky Čas aktivity Hodiny	7 dnů 2 týdny celková	ne	
Yamax CW-300	1D	61×46×19	38	Kroky Hodiny Čas cvičení	ne	ne	
Yamax CW-200	1D	61×46×19	38	Kroky Hodiny	ne	ne	
Yamax PZ-271	1D	57×35×15	29	Kroky Vzdálenost (míle) Kalorie Hodiny	14 dnů 2 týdny celková	ne	
Yamax PZ-270	1D	57×35×15	29	Kroky Vzdálenost (km) Kalorie Hodiny	14 dnů 2 týdny celková	ne	
Yamax EX-510	3D	76×34×10	24	Kroky Vzdálenost Kalorie	30 dnů	ne	\$ 34.95 *
Yamax EX-210	3D	60×33×11	20	Kroky Hodiny	7 dnů	ne	
KROKOMĚRY NewLifestyle							
NL-2000	piezoelekt rický	63×38×22	56	Kroky Kalorie aktivity Kalorie	8 dnů	ne	\$ 69.95 *****
NL-1000	piezoelekt rický	63×38×22	56	Kroky Vzdálenost Čas aktivity	7 dnů	ne	\$ 54.95 *****
NL-800	piezoelekt	63×38×22	56	kroky	7 dnů	ne	\$ 49.95

rický				****			
KROKOMĚRY OREGON SCIENTIFIC							
Oregon pedometer/FM radio				Kroky Čas cvičení Vzdálenost Hodiny		ne	
Oregon PE 903	3D	70×34×9	41	Kroky Kalorie Vzdálenost Pokrok Připomínky Hodiny Kalendář	ano	ne	\$ 35.99 ****
Oregon PE 823		52×47×25	33	Kroky Vzdálenost Kalorie Čas cvičení Cíle Hodiny Kalendář Budík Podsvětlení	7 dnů	ne	\$ 19.99 ****
Oregon PE 828		63×58×32	33	Kroky Vzdálenost Poosvětlení Hodiny Tísňový poplach		ne	\$ 24.95 ****
Oregon PE 830		51×51×32	91	Kroky Kalorie Vzdálenost Čas cvičení Cíl Časovač Hodiny Zámek klávesnice	7 dnů	ano	\$ 19.95 ****
Oregon PE 326		63×38×32	16	Kroky Vzdálenost Kalorie Stopky Časovač	ne	ne	\$ 15.95 ****
Oregon PE 320		66×41×15	16	Kroky Vzdálenost Hodiny Nastavení citlivosti	ne	ne	\$ 7.99 ****
KROKOMĚRY HAMA							
Hama PM Start	2D	60×50×30	34	Kroky Vzdálenost Kalorie Hodiny Stopky Citlivost	ne	ne	\$ 29.84 ***
Hama Pro 3	3D	75×40×10	17	Kroky Vzdálenost Kalorie Hodiny	ne	ne	
Hama Pro 3+	3D	70×45×15	25	Kroky Vzdálenost	7 dnů	ne	\$ 37.70 ***

				Kalorie Hodiny			
Hama Alarm	2D	60×50×30	39	Kroky Kalorie Citlivost Stopky Alarm Hodiny	ne	ne	\$ 26.70 ***

KROKOMĚRY SILVA

Silva Step Counter		52×50×22	32	Kroky	ne	ne	\$ 25.85 ***
Silva Dist/Step			32	Kroky Vzdálenost Kalorie	ne	ne	\$ 21.98 ***
Silva Plus	1D	52×50×22	32	Kroky Vzdálenost Kalorie Automatické stopky	ne	ne	\$ 6.99 ***
Silva Alarm				Kroky Vzdálenost Kalorie Nouzový alarm Podsvětlení	ano	ne	\$ 39.27 ***
Silva Pulse			47	Kroky Vzdálenost Rychlost Efektivní čas chůze Pulsmetr Podsvětlení Nouzový alarm	ano	ne	\$ 43.98 ***
Silva Radio			64	Kroky Vzdálenost Rychlost Kalorie Efektivní čas chůze FM rádio Podsvětlení	ano	ne	\$ 57.04 **

*cena uvedená na portálu amazon

**cena uvedená na portálu heuréka

*** cena uvedená na portálu eBay

**** cena uvedená výrobcem New Lifestyles (2003-2006), Oregon Scientific (1999-2013)

Příloha 2. Akcelerometry¹

Typ přístroje	Rozměry (cm)	Hmotnost (g)	Typ	měření	Paměť	umístění
TriTrac-R3D	10,8×6,8×3,3	170	3D	Počítání činnosti Vektorová magnituda EE	14 dnů	pás
Actical	1,14×1,45×0,43	15,88	3D	Vodotěsný Počítání činnosti EE	7 dnů	Pas Zápěstí kotník
Lifecorder EX	7,25×4,15×2,75	60	3D?	Počítání činnosti EE	7 dnů na displeji 200 dnů	pas
ActivTracer	6,7×4,8×1,6	57	3D	Počítání činnosti		
Activmaker	6,0×3,5×1,3	24	3D			
ActiWatch	3,7×2,9×1	16	1D	Počítání činnosti Srdeční frekvence Tělesná teplota Světlo Zvuk Třes těla	1 Mb 11/44 dnů	Zápěstí Pás nohy
BioTrainer	6,3×6×2,9	28	3D	Počítání činnosti EE	9 dnů	pas
Caltrac			1D	Počítání činnosti EE	ne	pas
Mini-Motionlogger	6,3×8,9×1,9	85	3D	Počítání činnosti Spánek cirkadiánní rytmus		zápěstí
RT3	7,1×5,6×2,8	65,2	3D	Počítání činnosti Vektorová magnituda EE	21 dnů	pas
Step Watch 3	7,5×5,0×2,0	38	3D	Kroky	2 měsíce	kotník

Příloha 3. Monitory srdeční frekvence¹

Typ přístroje	Funkce	Snímání	Cena
Smarthealth	Srdeční frekvence Kalorie Čas Budík Časovač Vodotěsnost Podsvícení	Dotykem na displej	\$ 29,99*
Actiheart	Srdeční frekvence Vodotěsnost	Elektrody na hrudi	
Polar Vantage XL	Srdeční frekvence Čas Cílové zóny Časovač 2 podsvícení	Hrudní pás	
Polar S810	Srdeční frekvence kalorie		
Polar Accurex II	Srdeční frekvence Stopky Čas Časovač 2 Cílové zóny Vodotěsnost podsvícení	Hrudní pás	
Suunto T6	Srdeční frekvence Stopky Časovač Hodiny Kalendář Výškoměr Tlak vzduchu Teplota	Hrudní pás (kolo, bota)	\$ 399*
Suunto (HR)	Srdeční frekvence Vodotěsnost Čas Stopky časovač Cílové zóny Kompas barometr	Hrudní pás	\$ 249*
Accumen Basix Performance	Srdeční frekvence Vodotěsnost Cílové zóny Hodiny budík	Hrudní pás (kolo)	
Cardiosport Exel ZW-8	Srdeční frekvence	Hrudní pás	
Cardiochamp-Sensor Dynamics	Srdeční frekvence vodotěsnost	Hrudní pás	\$ 89**
Cateye Model PL-6000	Srdeční frekvence Budík	Ušní klip	

	Uplynulý čas	
	kalorie	
Instapulse 100	Srdeční frekvence	Snímače do ruky
* amazon		

** výrobce

Příloha 4. ActiGraph¹

Typ	Rozměry (mm)	Hmotnost (g)	Mechanismus	Funkce
ActiGraph GT1M	38,1×36,6×17,8	27	2D	Zrychlení Intenzita PA Výdej energie
ActiGraph GT3X	38,1×36,6×17,8	27	3D	Zrychlení Výdej energie Intenzita PA Pozice těla Množství spánku Voděodolný
ActiGraph 7164	50,8×40,6×15,3	42	2D	Zrychlení Výdej energie Intenzita PA

Příloha 5. Senzory pohybu zakomponované do bot¹

Typ	Rozměry (mm)	Snímání	Funkce
S3+	55×38	Stélka šněrování	Rychlost Vzdálenost Vodotěsnost
Nike+	35×25×7,5	stélka	Čas Vzdálenost Rychlost Kalorie Cíle
miCoach		Stélka šněrování	Vzdálenost Rychlost Energetický výdej

Příloha 6 Přístroje založené na technologii GPS¹

Typ	Rozměry (mm)	Hmotnost (g)	Funkce
GPSportsSPI-Pro	48×20×87	76	Vzdálenost Rychlost Srdeční frekvence
GPSports WiSPI	91×45×21	80	Čas Rychlost Srdeční frekvence Vzdálenost
GPSports Elite	91×45×21	75	Čas Rychlost Srdeční frekvence Vzdálenost
GPSports SPI-10	110×52×25	110	Čas Rychlost Vzdálenost Srdeční frekvence
MinimaxX	50×45×14	30	Vzdálenost Srdeční frekvence Rychlost

¹ Tabulky byly doplněny pomocí údajů z použité literatury v textu, nákupních portálů amazon, heureka, ebay a jejich odkazů na webové stránky jednotlivých prodejců.