

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

STANDARDIZACE FITNESS NÁRAMKŮ V LABORATORNÍCH PODMÍNKÁCH PŘI
BĚHU

Diplomová práce

Autor: Bc. Monika Brandejská, Tělesná výchova-biologie

Vedoucí práce: Mgr. Filip Neuls, Ph.D.

Olomouc 2017

Jméno a příjmení autora: Bc. Monika Brandejská

Název diplomové práce: Standardizace fitness náramků v laboratorních podmínkách při běhu

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Filip Neuls, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2017

Abstrakt:

Cílem diplomové práce bylo určit přesnost měření fitness náramků typu Polar Loop 2, Garmin VivoFit 2, Garmin VivoSmart a Garmin VivoFit 3 v laboratorních podmínkách při běhu ve třech různých rychlostech (8, 10 a 12 km/hod). Výzkumu se celkem zúčastnilo 30 probandů, jejichž úkolem bylo na běžícím páse uběhnout 1000 kroků. Validita měření byla ověřena porovnáním získaných dat z různých přístrojů a skutečného počtu provedených kroků, který byl zajištěn metodou přímého pozorování. Se zvyšující se rychlostí byly u testovaných přístrojů značky Garmin zaznamenány mírné rozdíly v přesnosti měření. Procentuální odchylka u Garmin VivoFit 3 v rychlosti 12 km/hod vzrostla na -1,99 %. Naopak fitness náramky typu Polar již při rychlosti 8 km/hod měřily s větší odchylkou. Jejich procentuální odchylka se pohybovala od -2,71% do -4,52 %. Jako nejpřesnější byl vyhodnocen Garmin VivoSmart připevněný na pravé ruce.

Klíčová slova: pohybová aktivita, fitness náramky, monitorování PA, běh, validita

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and Surname: Bc. Monika Brandejská

Title of the bachelor thesis: Standardization activity trackers in laboratory conditions at runtime

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Supervisor: Mgr. Filip Neuls, Ph.D.

The year of presentation: 2017

Abstract:

The aim of the thesis was to measure the accuracy of activity trackers Polar Loop 2 types, Garmin VivoFit 2, Garmin VivoSmart and Garmin VivoFit 3 in laboratory conditions while running at three different speeds. There were 30 subjects who took part in this research. They were asked to run 1000 steps on the running belt. The validity of measurement was verified by comparison of the data obtained from different devices and the real number of steps which was ensured by the method of direct observation. As far as growing speed is concerned, there were some minor differences in accuracy of measurements with Garmin devices. The percentage deviation of Garmin VivoFit 3 at a speed of 12 km/h increased to -1,99 %. On the other hand, the Polar activity trackers showed more deviation when the speed exceeded 8 km/h. Their percentage deviation ranged from -2,71 % to -4,52 %. The Garmin VivoSmart fastened on the right hand was evaluated as the most accurate one.

Keywords: physical activity, activity tracker, physical activity monitoring, running, validity

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí Mgr. Filipa Neulse, Ph.D., uvedla všechny použité literární i odborné zdroje a dodržela všechny zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 20. dubna 2017

.....

Tato diplomová práce byla realizována v rámci projektu IGA s názvem Využití fitness náramků pro monitoring pohybové aktivity: Validita přístrojů ve vybraných podmínkách a jejich reliabilita v segmentech dne (IGA_FTK_2017_002, hlavní řešitel Mgr. Adam Šimůnek).

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce, Mgr. Filipu Neulsovi, Ph.D., za odborné vedení, pomoc a cenné rady při zpracování této práce. Děkuji všem probandům, především z řad studentů FTK UP Olomouc, kteří byli ochotni se na mém výzkumu podílet.

Obsah

1 Úvod	8
2 Přehled poznatků	9
2.1. Pohybová aktivita	9
2.1.1. Faktory PA	9
2.1.2. Zdravotní aspekty PA	11
2.1.3. Doporučení PA	15
2.2. Biomechanika běhu	17
2.3. Validita a reliabilita	19
2.3.1. Monitorování pohybové aktivity	22
2.4. Měřicí přístroje pohybové aktivity	25
2.4.1. Pedometry	25
2.4.2. Akcelerometry	27
2.4.3. Snímače srdeční frekvence	28
2.4.4. Trendy v individuálním monitoringu	29
3 Cíle	33
3.1. Hlavní cíl práce	33
3.2. Dílčí cíle	33
3.3. Výzkumné otázky	33
4 Metodika	34
4.1. Charakteristika výzkumu	34
4.2. Charakteristika výzkumného souboru	35
4.3. Charakteristika měřicích přístrojů	36
4.3.1. Polar Loop 2	36
4.3.2. Garmin Vivofit 2	37
4.3.3. Garmin Vivofit 3	38
4.3.4. Garmin VivoSmart	39

4.3.5. Yamax Digiwalker SW-700	39
4.4. Charakteristika zpracování dat	40
5 VÝSLEDKY	41
5.1. Vyhodnocení nejpřesnějšího přístroje	44
5.2. Hodnocení odchylky od 1000 kroků	47
5.4. Hodnocení rozdílu mezi pravou a levou stranou	49
5.5. Hodnocení rozdílů mezi muži a ženami	50
6 DISKUZE	52
7 ZÁVĚRY	56
8 SOUHRN	57
9 SUMMARY	58
10 REFERENČNÍ SEZNAM	59
11 ZÁZNAMNÍ ARCH.	66

1 Úvod

Pohybová aktivita (dále PA) by měla být nedílnou součástí života každého člověka. Její příznivý vliv na fyzické i psychické zdraví je již řadu let uznávaný a vědci se shodují na jejích blahodárných účincích v rámci léčby různých onemocnění a především v rámci jejich prevence. Mnoho světových institucí, zabývajících se vlivem pohybu na zdraví, uvádí, že 10.000 kroků je minimální množství pohybu, které by za den měl člověk provést. Většina těchto institucí dále uvádí různá doporučení ohledně způsobu pohybu, typu cvičení, jeho intenzitě, objemu, frekvenci apod. Avšak jednotlivá cvičení by měla být přizpůsobena potřebám a schopnostem jednotlivce, zejména pokud se jedná o starší osobu či o člověka s určitým typem onemocnění. To ale již vyžaduje konzultaci s odborníky. Pro širokou veřejnost je nejjednodušším a nejrychlejším způsobem ověření si dostatečného množství denní pohybové aktivity využití moderní technologie v podobě přístrojů určených ke sledování PA. Patří mezi ně například krokoměry, akcelerometry, mobilní aplikace, měřiče srdeční frekvence, fitness náramky a mnoho dalších. Jelikož se v průběhu let úroveň PA celosvětově snižuje u všech věkových skupin, světové instituce se různými metodami, tvorbou nových měřících přístrojů apod., snaží lidi opět přivést k pohybu. Globální inaktivita velmi zatěžuje ekonomiku, systémy zdravotní péče a pojišťovny jednotlivých zemí a dochází ke ztrátám v pracovní produktivitě (Ding et al., 2016; Neuls & Frömel, 2016).

V roce 2014 byl vytvořen nový typ měřícího přístroje umožňující sledování PA v terénu každým uživatelem zvlášť, a tím byl fitness náramek. Fitness náramky společně s chytrými hodinkami patří mezi tzv. nositelnou elektroniku, kterou je možné nosit buď na ruce či na opasku a může být i vhodným estetickým doplňkem pro muže i ženy. Cílem nositelné elektroniky je především motivovat lidi k pohybu a pozitivní je, že na základě zvyšujícího se zájmu o studie zabývající se měřícími přístroji lze usoudit, že se tento cíl daří plnit.

Je však nutné ověřit validitu a reliabilitu měření pomocí těchto fitness náramků, aby získané poznatky byly co nejpřesnější a sloužily svému uživateli jako zpětná vazba a podklad pro změnu jeho životního stylu. V této studii se budu zabývat ověřením přesnosti měření počtu kroků u fitness náramků typu Polar Loop 2, Garmin VivoFit2, Garmin VivoFit 3 a Garmin VivoSmart. Pro kontrolu správnosti měření jednotlivých fitness náramků bude počet kroků zaznamenáván i metodou přímého pozorování.

2 Přehled poznatků

2.1. Pohybová aktivita

V obecném slova smyslu pohybovou aktivitu člověka chápeme jako jakékoliv činnosti vedoucí k uspokojování lidských potřeb, mezi které patří i potřeba pohybu. Tyto činnosti jsou realizovány pomocí kosterního a svalového systému za součinnosti všech fyziologických funkcí a jsou doprovázeny určitou mírou energetického výdeje (Cuberek & Měkota, 2007). Pohybová aktivita má pro člověka obrovský význam, jelikož jsou s ní spjaty všechny funkce lidského těla. Tyto funkce jsou přizpůsobeny způsobu života našich předků, který byl náročný a vyžadoval udržení si fyzické zdatnosti z důvodu obstarání si potravy a ochrany před nebezpečím. Bohužel s nástupem moderní doby se rapidně snížil objem a intenzita přirozené pohybové aktivity jak u dospělých jedinců, tak i u dětí a změna životního stylu má fatální dopady na lidské zdraví. Vzniká totiž kvalitativní a kvantitativní rozpor mezi ontogenezí a fylogenezí a je důležité, aby si široká veřejnost uvědomila, že pohyb je k životu velmi potřebný (Máček, Radvanský et al., 2011). Kromě vlivu pohybu na zdraví člověka pohyb velmi významně ovlivňuje i rozvoj a udržení určité úrovně kognitivních funkcí, jako je například vnímání, pozornost, paměť, myšlení atd., jak uvádějí ve své práci Vařeková a Daňová (2014). Tyto kognitivní funkce jsou v dnešní moderní době téměř stejně důležitou složkou osobnosti jako fyzická zdatnost a je tedy důležité je patřičně rozvíjet a udržovat si jejich vysokou úroveň. Vařeková a Daňová (2014, 210) také poukazují na fakt, že „řada studií potvrzuje významně lepší úroveň kognitivních funkcí u pohybově aktivních seniorů a označuje pohybovou aktivitu za základní nástroj prevence degenerace kognitivních funkcí ve stáří“. Toto zjištění je jen o další důvod více, proč se během života věnovat pravidelné pohybové aktivitě a může být využito jako jedna z možností motivace veřejnosti k pohybu.

2.1.1. Faktory PA

Velikost pohybové aktivity je určována několika faktory. Jsou jimi frekvence, intenzita, doba trvání a druh pohybové aktivity, ve zkratce FIDD (z anglického jazyka FITT = frequency, intensity, time, type), (Barisic et al., 2011). Nejpodstatnějšími z nich pro rozvoj fyzické zdatnosti je objem a intenzita.

Kvantitativní stránku sportovního tréninku zastupuje objem, který lze vyjádřit pomocí obecných (doba PA – délka tréninkové jednotky, doba trvání dané práce apod.) a speciálních ukazatelů (množství PA – absolvované kilometry apod.). Intenzita zatížení zastupuje kvalitativní stránku PA a představuje úsilí, kterým byla daná činnost vykonána. Vyjadřuje

tedy například rychlost běhu, podmínky prostředí (běh do kopce/z kopce, odpor větru atd.), váhu závaží apod. Vynakládané úsilí je však různé úrovně a pohybuje se od nízké až po maximální úroveň (Perič & Dovalil, 2010). Také je závislá na jednotlivci, jeho relativním stupni zdatnosti a také na jeho předchozích zkušenostech se cvičením. V tabulce 1 jsou uvedeny příklady pohybových činností s danou úrovní intenzity vyjádřenou v jednotkách METs (Neuls & Frömel, 2016).

Tabulka 1. Příklady pohybových činností mírné, střední a vysoké intenzity (upraveno dle Neuls & Frömel, 2016)

METs	Příklady sportovních aktivit	Příklady domácích aktivit
1,0	vířivka (regenerace)	sledování televize, jízda v autě či autobuse, ležení
1,5		sezení, relaxování, konverzování, stravování, práce na počítači, koupání
2,0	lehký strečink	vaření a příprava jídel ve stoje, stlaní postele, stání, sprchování, cestování
2,5	kempování, pozorování přírody, kulečnick, šipky	utírání prachu, vaření (s chůzí), jízda na travní sekačce, na motocyklu, nakupování
3,0	lehké cvičení, bowling, frisbee, rybaření	chůze uvnitř domu a ze schodů, vynášení odpadků, úklid okolo domu, zametání
3,5	lukostřelba, parašutismus, jízda na sněžném skútru	vytírání a vysávání, venčení psa, lehká procházka
4,0	jízda na koni, stolní tenis, volejbal, Tai-Chi, curling	procházka, drhnutí podlahy a vany, shrabování listí, zahrádkaření (obecně)
4,5	badminton, golf	práce se sněžnou frézou
5,0	společenské tance, baseball, dětské hry, šnorchlování, jízda v kajaku	chůze do práce nebo do školy, svižná chůze, chůze do schodů, čištění okapů
5,5	cvičení ve fitness centru	sekání trávy
6,0	vysokohorská turistika, vzpírání, šerm, basketbal, rekreační plavání, sjezdové lyžování	opravy na domě, zahradničení s elektrickými nástroji, ruční odhrnování sněhu
7,0	jogging, tenis, jízda na kolečkových bruslích, plavání na znak	vynášení nákupu do schodů
8,0	běh (trénink), cyklistika, lakros, pólo, volejbal (závodně), lední hokej, běh na lyžích, chůze se sněžnicemi	
9,0	přespolní běh, americký fotbal (závodně)	stěhování nábytku do schodů
10,0	bojové sporty, ragby, skákání přes švihadlo, běh (na ovále)	
11,0	skálolezení, plavání (motýlek)	
12,0	squash, box, jízda v kanoi (závodně), bruslení (závodně)	vybíhání schodů

2.1.2. Zdravotní aspekty PA

Vlivem snižování každodenních pohybových nároků na člověka dochází k nedostatku pohybové aktivity, který se nazývá inaktivita. Inaktivní člověk má velmi nízký objem jak běžných, tak i jakýchkoliv jiných pohybových aktivit a negativně tak ovlivňuje své zdraví (Hendl & Dobrý, 2011). V mnoha studiích po celém světě byly zjištěny alarmující výsledky týkající se množství pohybové aktivity všech věkových skupin. V rozsáhlém výzkumu Hallala a kolektivu (2012) bylo zjištěno, že prevalence pohybové aktivity u dospělých po celém světě je 31,1 % (a to od 17 % v jihovýchodní Asii po 43 % v Severní a Jižní Americe a v regionu východního Středomoří) a podíl pubescentů ve věku mezi 13-15 lety vykonávajících mírnou pohybovou aktivitu méně než 60 minut za den je 80,3 %, přičemž nečinnost se s věkem zvyšuje. Je však nutné si uvědomit, že se zde uvažuje pouze dynamický či lokomoční pohybový projev a jak tvrdí Máček, Radvanský a kolektiv (2011), dnešní generace má pouze změněný pohybový režim, kdy převládá statická složka nad dynamickou. Z tohoto názoru vyplývá, že celkové množství pohybu zůstává stejné, pouze se mění charakter aktivit směrem ke statickým činnostem.

2.1.2.1. Zdravotní rizika nedostatku PA

Díky současnému životnímu stylu, kdy je monitorován celkový nedostatek dynamického pohybu společně s nadměrným energetickým příjmem, dochází v posledních letech u velké části lidstva k poruchám regulačních systémů, což s sebou nese nemalá zdravotní rizika, která mohou vyústit v různá onemocnění. Těmto onemocněním říkáme civilizační choroby nebo hromadná neinfekční onemocnění, ve zkratce HNO (Šeflová, 2014), které se častěji vyskytují v industriálních zemích, a předpokládá se, že jsou důsledkem moderního způsobu života. Několik faktorů, které jsou spojeny s urbanizací, mohou občany velmi snadno odradit od různých pohybových aktivit. Jsou jimi například strach z násilí a trestných činů ve venkovním prostředí, vysoká hustota provozu, nízká kvalita ovzduší a nedostatek parků/chodníků a sportovních/rekreačních zařízení (WHO, 2017). Hallal a kolektiv (2012) ve své práci uvádějí, že v roce 2009 byl nedostatek pohybové aktivity identifikován jako čtvrtý nejčastější rizikový faktor způsobující civilizační choroby a podle WHO (2002) jsou až v 60 % příčinou všech úmrtí na světě. HNO bývají způsobovány skupinou faktorů, které se souhrnně nazývají metabolický syndrom, jenž se vyvíjí především u osob s genetickou predispozicí při špatném životním stylu. Šeflová (2014, 20) píše, že mezi faktory způsobující metabolický syndrom se řadí „obezita (zejména abdominální), inzulínrezistence, vysoký krevní tlak, dyslipémie (hypercholesterolémie, zvýšená hladina cholesterolů,

LDL – low density lipoprotein, IDL – intermediate density lipoproteins, VLDL – very low density lipoprotein, snížená hladina cholesterolu HDL – high density lipoprotein, hypertriglyceridémie), hyperurikémie, hyperfibrinogenémie“.

Mezi nejčastější civilizační choroby řadíme (Makarová, 2010):

- cévní onemocnění – infarkt myokardu, cévní mozková příhoda, hypertenze, ateroskleróza,
- poruchy příjmu potravy – anorexie, bulimie,
- diabetes mellitus 2.typu,
- nádory a rakoviny,
- psychické potíže – deprese, únavový syndrom, syndrom vyhoření),
- alergie a astma.

Tento seznam onemocnění se může časem rozšiřovat. Avšak propuknutí některé z civilizačních chorob u jedince většinou vyžaduje dlouhodobější (nejčastěji několikaletou) nečinnost spojenou s dalšími rizikovými faktory, jako jsou výše uvedené společně s nadměrným energetickým příjmem, kouřením, požíváním alkoholu, jiných omamných látek atd. Nedostatečná pohybová aktivita se však na jedinci může projevit již po poměrně krátkodobém přerušení pravidelné PA. Máček, Radvanský a kolektiv (2011, 31), kteří vycházeli z pokusu B. Saltina z roku 1968, který nechal skupinu zdravých studentů ležet 3 týdny na lůžku, uvádějí, že „tělesná inaktivita znamená snížení schopnosti maximálního příjmu kyslíku, maximálního MV a také Qs“. Kromě těchto projevů je nedostatek pohybové aktivity doprovázen i:

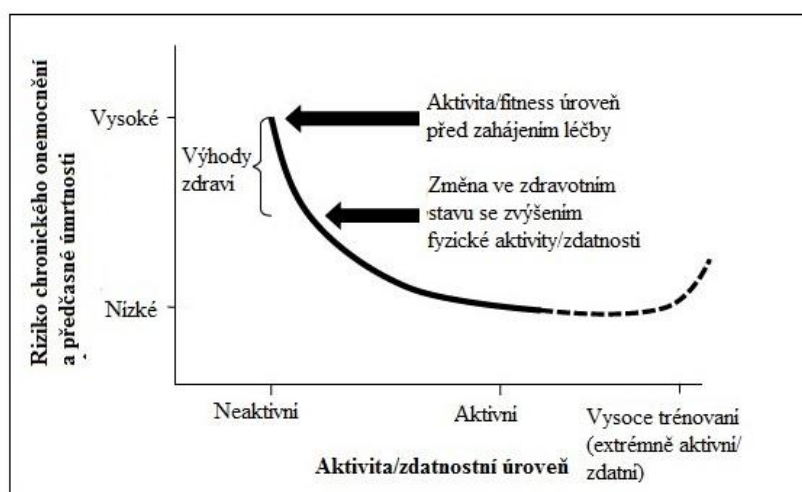
- snížením objemu cirkulující krve,
- snížením objemu červených krvinek,
- poklesem fibrinolytické aktivity se zvýšenou možností vzniku trombů,
- úbytkem aktivní tělesné hmoty, projevující se ztrátami bílkovin, což je důsledkem negativní dusíkové bilance,
- vyplavováním vápníku z kostí,

- snížením metabolismu a místního prokrvení,
- změnami v metabolismu sacharidů (snížená tolerance glukózy i citlivost na inzulin).

Ve zkratce by se dalo říci, že nedostatek dynamického pohybu je pro člověka velmi škodlivý. Je proto nutné zvyšovat povědomí široké veřejnosti o potřebě jeho dostatečného množství. A jak říká Vašíčková a kolektiv (2011), největší možnost poskytnout gramotnost ohledně zdravého životního stylu má škola, která to má dokonce i za povinnost, bez ohledu na to, že je potřeba se v této oblasti vzdělávat celoživotně.

2.1.2.2. Význam a výhody PA pro zdraví

První filozofové a lékaři, jako je Platón a Hippokrates, věřili ve vztah mezi pohybovou aktivitou a zdravím a mezi nedostatkem pohybu a onemocněním. Avšak až do poloviny 20. století se věřilo, že pohybová aktivita může být zdraví škodlivá. Mezníkem se stala teprve v roce 1950 epidemiologická studie Dr. J. Morisse, která pohybovou nečinnost spojila se zvýšeným rizikem výskytu ischemické choroby srdeční (McKinney et al., 2016). McKinney a kolektiv (2016) ve své studii, posuzující vztah kondice a pohybové aktivity s úmrtností ze všech příčin s přihlédnutím k věku, zjistili, že mezi lidmi z kvartilu „nejméně-fit“ a lidmi z kvartilu hned vedle tohoto je rozdíl v úmrtnosti až 41 %. Toto zjištění naznačuje, že i malé zlepšení fyzické zdatnosti významně snižuje riziko úmrtnosti ze všech příčin a posiluje zdraví. Teoretický vztah mezi pohybovou aktivitou a rizikem úmrtí a chronickým onemocněním je znázorněn na obrázku 1.



Obrázek 1. Závislost odpovědi na dávce mezi pohybovou aktivitou / kondicí a zdravotním stavem (McKinney et al., 2016)

Pohybová aktivita může být využita při léčbě různých onemocnění, ale také má velký preventivní vliv na zdraví člověka. Mezi výhody preventivního působení PA patří dle Kalmana, Hamříka a Pavelky (2009) například to, že:

- mění metabolismus tuků tím, že upravuje biochemické hodnoty tuků v krvi (úbytek nadbytečných kilogramů, zpomalení kornatění tepen srdce a mozku, možnost snižování dávek inzulínu u diabetiků).
- preventivně působí na úbytek vápníků z kostí.
- zvyšuje svalovou sílu, vytrvalost a klidové napětí svalu, ohebnost kloubů a také zlepšuje pružnost a pevnost vazů a šlach.
- podporuje krevní oběh (zlepšení látkové výměny i na periférii těla, prevence vzniku křečových žil, zvýšené srážlivosti krve, trombózy hlubokých žil dolních končetin a poruchy lymfatické cirkulace).
- zlepšuje přenos kyslíku krví.
- zlepšuje činnost srdce, čímž se snižuje klidová hodnota SF a normalizuje se krevní tlak.
- zlepšuje náladu a snášení bolesti stimulací produkce endorfinů v mozku.
- zvyšuje schopnost déle se soustředit a zlepšuje paměť zvyšováním duševního potenciálu.
- harmonizuje endokrinní systém a systém vegetativního nervstva (vyšší odolnost vůči stresu).
- zvyšuje sebevědomí a zmírňuje rozčílení uvolňováním svalového napětí.
- napomáhá zpomalování stárnutí a prodlužování délky života.
- podporuje hluboké břišní dýchání.
- působí preventivně proti vzniku chronického únavového syndromu.
- pomáhá lidem překonat abstinenční příznaky, když přestanou kouřit, pít alkohol, brát drogy atd.
- usnadňuje porod, snižuje riziko potratu (aktivním matkám se rodí zdravější děti).

Obrovský význam má pohybová aktivita z hlediska stárnutí. Jak je uváděno výše, napomáhá zpomalování procesu stárnutí a to především zlepšováním tělesných a kognitivních funkcí a mobility (chůze, rychlost a stoj). Vzhledem ke zvýšenému výskytu různých onemocnění u starších osob, k čemuž dochází také vlivem prodlužování délky života díky

zlepšující se zdravotnické péči, stal se výzkum zajímavější se o populace starších osob celosvětovým zájmem. Například je uvedeno, že kardiorespirační cvičení mohou kompenzovat pokles vytrvalosti a snížit dušnost a únavu u starších lidí (Ndadza, Goon, & Tshitangano, 2015).

2.1.3. Doporučení PA

V posledních desetiletích se objevuje až ohromující přemíra informací ohledně cvičení, fitness a zdraví člověka, až to může být pro jednotlivce doslova matoucí. Režim pohybu, jeho frekvence, intenzita a doba trvání je třeba pečlivě zvážit, a aby nedocházelo ke zmatkům, snížila se rizika poranění a zvýšila se účinnost cvičení, musí poskytovatelé pohybové aktivity připravit cvičení tak pečlivě, jako když lékaři předepisují léky. Cvičení musí být přizpůsobena potřebám a schopnostem jednotlivce a to platí zejména pro populace starších osob, lidí s nadváhou či obezitou, hypertenzí či s diabetickým onemocněním (Kokkinos, 2012).

Doporučený objem PA není tedy jednotně stanoven a doporučení různých organizací se mohou lišit. Současné názory jsou však takové, že dospělý člověk by se měl dynamicky hýbat minimálně 60 minut denně a děti a dospívající ve věku od 5 do 17 let by po tuto dobu měli provádět alespoň středně intenzivní PA (Seman & Stejskal, 2014). Sovová a Pastucha (2012) ve své práci uvádějí doporučení pro českou, evropskou a americkou společnost. Platná doporučení pro ČR k prevenci kardiovaskulárních onemocnění jsou z roku 2005 a uvádí se v nich, že je potřeba provádět minimálně 30–45 minut pohybovou aktivitu většinu dní v týdnu (4x-5x týdně) na úrovni 60–75 % průměrné maximální srdeční frekvence. Doporučený typ cvičení, jeho frekvence, intenzita a objem jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Doporučení pohybové aktivity podle ACSM 2011 (Sovová & Pastucha, 2012)

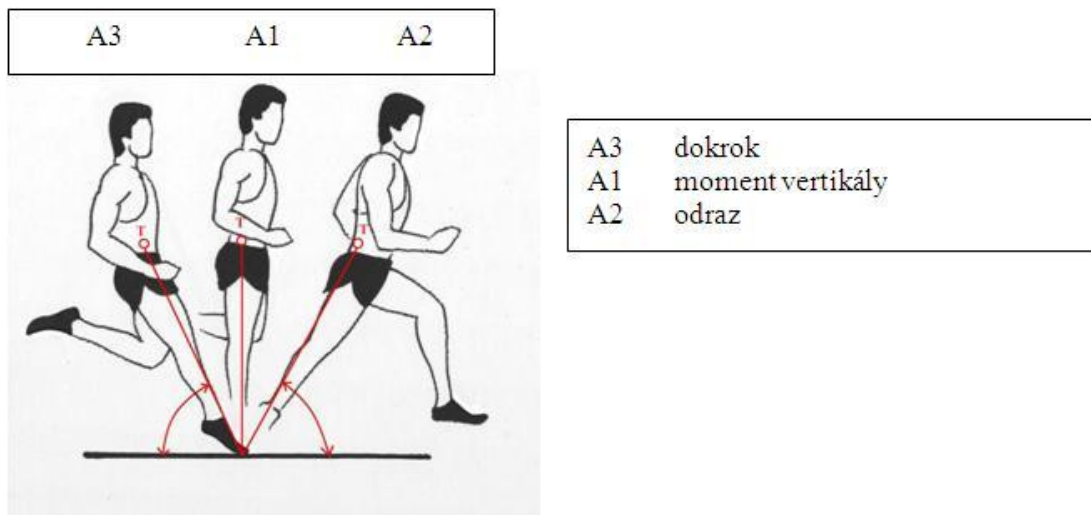
Kardio-respirační (aerobní) cvičení	Frekvence	≥ 5 dní v týdnu střední intenzita, ≥ 3 dny v týdnu vysoká intenzita nebo jejich kombinace
	Intenzita	Střední a vysoká intenzita, u osob s dekondíci nízká až střední
	Doba cvičení	30–60 minut denně (150 minut týdně) střední intenzita, 20–60 minut denně (75 minut týdně) vysoká intenzita nebo jejich kombinace
	Typ cvičení	Pravidelné, kontinuální a rytmické cvičení, které zapojuje hlavní svalové skupiny
	Objem (dávka)	500–1000 MET/min/týden; dosáhnout 7000 kroků/den I cvičení pod tyto hodnoty je prospěšné u osob, které nemohou nebo nechťejí dosáhnout tohoto objemu
	Schéma	Cvičení může být prováděno buď jednou denně, nebo ve více fázích, které trvají déle než 10 minut.
		U osob s dekondíci je možno cvičit i méně než 10 minut. U dospělých je doporučen intervalový trénink.
	Rozvoj cvičení	Postupně zvyšovat dávku pomocí zvyšování doby trvání, intenzity a frekvence zátěže.
Odporová cvičení	Frekvence	Velké svalové skupiny 2–3 dny/týden
	Intenzita	Ke zlepšení svalové síly: 60–70/ 1RM u začátečníků a středně pokročilých, > 80% 1RM u pokročilých, 40–50% 1RM pro starší osoby začátečníky. Ke zlepšení výdrže: < 50% 1RM
	Doba cvičení	Není udáno
	Typ cvičení	Odporové cvičení velkých svalových skupin. Používat různé přístroje nebo vlastní váhu těla.
	Objem (dávka)	8–12 opakování ke zlepšení svalové síly u všech osob 10–15 opakování ke zlepšení svalové síly u starších začátečníků 15–20 opakování ke zlepšení výdrže
	Schéma, série	2–4 série pro zlepšení svalové síly a výkonnosti u většiny osob 1 série u starších začátečníků ≤ 2 série ke zlepšení výdrže Přestávka mezi sériemi 2–3 minuty Přestávka mezi cvičením pro jednotlivé svalové skupiny ≥ 48 hod.
	Rozvoj cvičení	Postupně zvyšovat dávku zvýšením zátěže, počtu opakování a frekvence
	Cvičení ohebnosti	Frekvence
Intenzita		Protažení do pocitu lehkého diskomfortu
Doba cvičení		Statický strečink 10–30 sekund u většiny osob, u starších osob 30–60 sekund
Typ cvičení		Statický, dynamický, balistický a PNF strečink.
Objem (dávka)		60 sekund strečinku pro každé cvičení
Schéma		2–4 opakování pro každé cvičení
Rozvoj cvičení		Není známo
Neuromotorická cvičení	Frekvence	≥ 2–3 dny/týden
	Intenzita	Není definováno
	Doba cvičení	>20–30 minut/den
	Typ cvičení	Zlepšení motorické dovednosti (rovnováha, koordinace, mrštnosti, držení těla, proprioceptivní cvičení (tai-chi, jóga) u starších osob.
		Objem, schéma a rozvoj cvičení – není znám

Máček a Máčková (2013, 96) ve své práci uvádějí, že „pouze přesně definovaná intenzivní zátěž aplikovaná delší dobu může vést k opravdovému trvalejšímu úspěchu“. Avšak od efektu pohybové aktivity nelze odtrhnout efekt výživy, která jde s pohybem ruku v ruce. Lidé, kteří jsou fyzicky aktivnější, velmi často jedí i zdravější stravu. Není žádným tajemstvím, že pohybová aktivita v kombinaci se zdravou stravou či správně naordinovanou dietou významně snižují výskyt cukrovky, kardiovaskulárních a nádorových onemocnění. Výživa se na vzniku veškerých onemocnění podílí až ze 75 %, a proto je potřeba jí také věnovat intenzivní pozornost (Hendl, Dobrý et al., 2011).

2.2. Biomechanika běhu

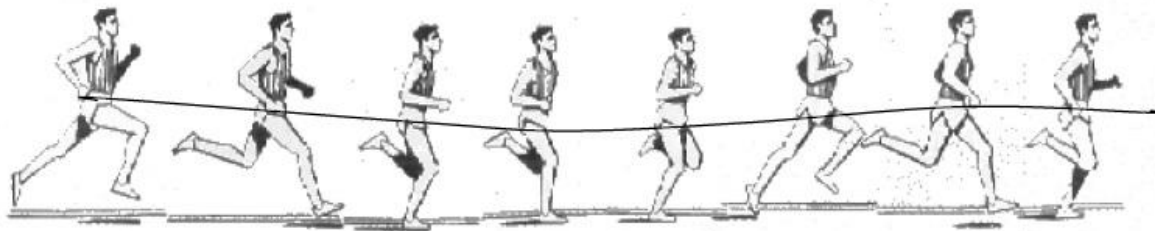
Na běh lze nahlížet jako na řadu odrazů střídavě z pravé a levé nohy, tedy na cyklickou soustavu skoků. Hnací sílu produkuje především pohyb v kotnících, kolenou a kyčlích (pohyb pažemi tělo zdvihá). Celý cyklus běhu se dělí na oporovou fázi a letovou fázi. Během oporové fáze je největší riziko, že dojde ke zranění, jelikož na tělo působí největší množství sil a klouby nesou největší zátěž (Chalfen, 2012).

Oporová fáze, znázorněna na obrázku 2, se dělí na dvě další podfáze. První se nazývá fáze brzdná neboli absorpční a obsahuje dokrok, kdy se chodidlo poprvé dotkne země, a tzv. moment vertikály, kdy se chodidlo a kotník nacházejí v maximální flexi. Koleno a kotník se ohýbají, chodidlo došlapuje a efektivně tlumí náraz. Síla nárazu se ukládá ve šlachách a pojivové tkáni svalu jako elastická energie. Druhá fáze se nazývá odrazová a je vymezena momentem vertikály a odrazem, kdy chodidlo opouští zemi. Klouby dolní končetiny (kotník, koleno a kyčel) se napínají a pomocí elastické energie odráží tělo dopředu a vzhůru. Chalfen (2012, 102) ve své knize uvádí, že: „čím více odrazové energie tělo získá „zadarmo“ z pružných šlach, tím méně jí musí vyrobit nebo vyčerpat ze zásob ve svalech“. Letová fáze je charakteristická tím, že běžec nemá žádný kontakt s podložkou.



Obrázek 2. Oporová fáze běhu (Nosek & Valter, 2010)

Běh je komplexní cyklický pohyb, který se však neskládá pouze z izolované činnosti nohou, ale aktivní jsou při něm téměř všechny složky těla. Proto se biomechanika běhu dá rozdělit na mechaniku kloubů dolní končetiny, mechaniku pánve a trupu, mechaniku chodidla a mechaniku horní části trupu a paží. Toto rozdělení ve své knize používá výše citovaný trenér vytrvalostních běžců David Chalfen. Uvádí, že pro efektivnější běh je příznivější mírný sklon trupu vpřed, který tak pomáhá tělu při brzděné fázi udržet horizontální hybnost dopředu, a vpřed nakloněná pánev. Velikost náklonu trupu závisí na rychlosti a způsobu běhu. Prukner a Machová (2012) ve své práci uvádějí: „Čím větší je sklon trupu, tím ostřejší je úhel odrazu a tím vznikají vyšší požadavky na sílu a rychlost.“ Chodidlo je při dokroku v supinační poloze, během brzděné fáze se otáčí do pronace, která chodidlu umožňuje pružně absorbovat tlaky vznikající při dopadu a při momentu vertikály se opět začíná stáčet do supinace, která umožňuje silnější odraz a účinnější vypružení chodidla a Achillovy šlachy. Horní část trupu a paže mají především za úkol udržování rovnováhy (redukce rotačních sil během běžeckého cyklu), snížení působení brzdících sil a uchování hybnosti směrem vpřed, čehož dosahují díky protichůdnému pohybu vůči nohám (Chalfen, 2012). Těžiště běžce se pohybuje nerovnoměrně po křivce, jak je znázorněno na obrázku 3, a vychyluje se i do stran. Mezi oporovou a letovou fází je rozdíl ve výšce těžiště okolo 6-8 cm (Prukner & Machová, 2012).



Obrázek 3. Pohyb těžiště při švihovém způsobu běhu (Prukner & Machová, 2012, 39)

2.3. Validita a reliabilita měření

Validita a reliabilita jsou charakteristiky měřícího prostředku, které určují jeho hodnověrnost. Pokud nejsou splněny tyto vlastnosti, výsledky získané pomocí měřícího prostředku nemohou být uznány za platné a nemohou z nich být vyvozovány důvěryhodné závěry (Sigmund & Sigmundová, 2011).

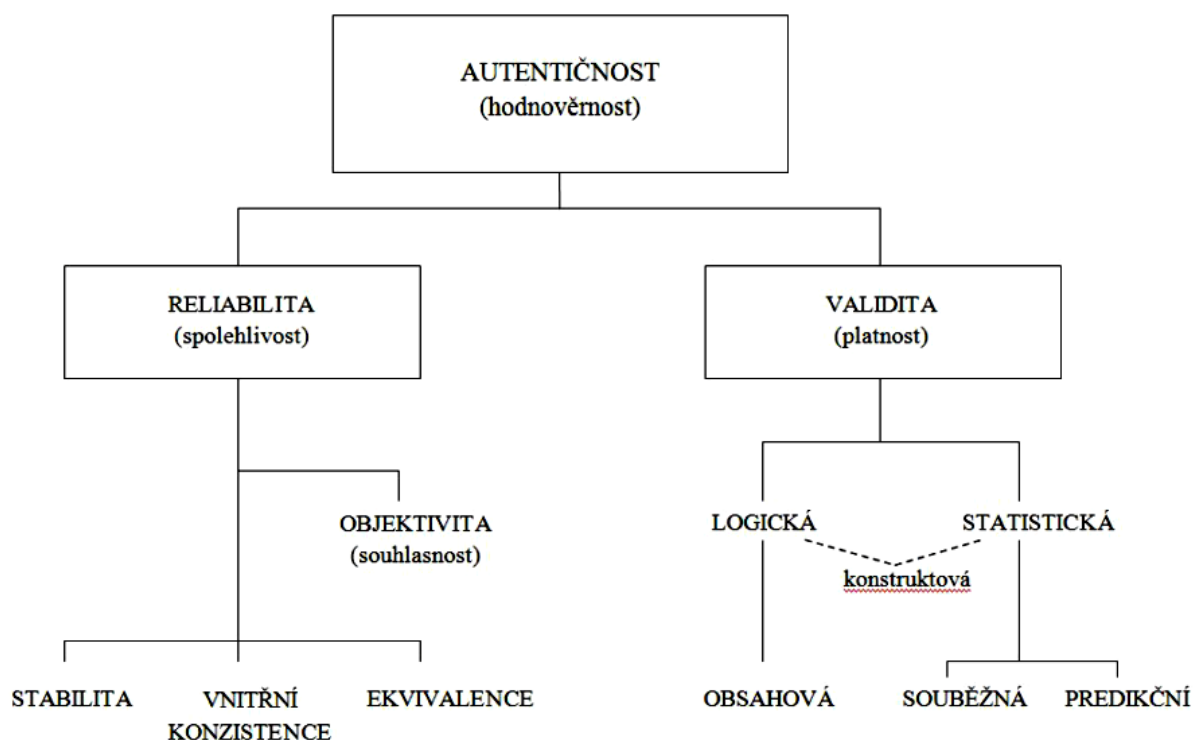
Sigmund (2012) vycházející z práce Thomase, Nelsona a Silvermana z roku 2005, definuje **validitu** neboli platnost testu jako míru „shody výsledku měřícího prostředku s deklarovaným předmětem měření“. Jiní autoři, například Schultz a Whitney (2005), říkají o validitě, že není ani tak podstatné, zda je platný samotný test, ale zda jsou platné závěry a interpretace, které budou vytvořeny na základě dosažených skóre v daném testu. Na validitu tedy lze pohlížet z více úhlů. Urbánek, Denglerová a Širůček (2011) ve své knize hovoří spíše o různých zdrojích důkazů o validitě, které rozdělují na obsahové, empirické (kritériové) a konstruktivní.

- Obsahové zdroje důkazů o validitě:
 - obhajitelnost obsahu metody (volba a vlastnosti položek) vzhledem k zamyšlenému účelu testování,
 - charakteristiky testové situace a chování probandů v ní (bude se proband ve zkouškové situaci chovat stejně jako v budoucnu při stejném měření?),
 - expertní odhad/výběrová validita testu (výběr položek vzhledem k vlastnostem, znalostem, schopnostem a dovednostem, které má test měřit a který lze zhodnotit souborem expertů v této oblasti).

- Empirické/kritériové zdroje důkazů o validitě – vztah mezi výsledkem (skórem) zkoumaného testu a vnějším kritériem (indikátorem zkoumané schopnosti apod.):
 - *validita souběžná* – zjišťování míry nějakého jevu či vlastnosti, která se u probanda objevuje již během testování (např. výskyt rizikového chování apod.),
 - *validita prediktivní* – snaha předpovědět výskyt/projev vlastnosti, schopnosti či situace v budoucnosti,
 - zjišťování míry neshody mezi testem a kritériem – např. při rozlišování dvou podobných, ne však úplně stejných konstruktů (např. krátkodobou paměť od pozornosti).
- Konstruktové zdroje důkazů o validitě – ověřování faktu, zda test opravdu zjišťuje konstrukt, o němž tvrdí, že je předmětem jeho testování:
 - neexistuje jednotný postup, jak konstruktovou validitu nástroje ověřit a jedná se o kombinaci různých zdrojů informací, které by mohly prokázat, že test je vzhledem ke konstruktu validní (zdroje – výše popsané druhy validity a způsoby jejich odhadu (Urbánek, Denglerová, & Širůček, 2011)).

Thomas a Nelson (2001) o **reliabilitě** neboli spolehlivosti tvrdí, že je to vlastnost testu, která se vztahuje k opakovatelnosti a ucelenosti získávání výsledků měřícím prostředkem. Reliabilita vyjadřuje velikost chyb vznikajících při testování a poukazuje na míru přesnosti a spolehlivosti daného testu. Zjednodušeně lze říci, že reliabilita je vlastnost testu hovořící o tom, zda by stejní lidé dosáhli v testu stejných výsledků, pokud by byli měřeni za stejných podmínek a testovaná vlastnost by se u nich nezměnila (Crocker & Algina, 2008). Patří mezi základní kritéria kvality testových metod a je podmínkou jejich validity. Zjišťovat míru reliability lze pomocí různých přístupů a metod, a proto lze hovořit i o různých druzích reliability. Při určování reliability je důležité, aby v testovém souboru byla co do měřeného znaku určitá heterogenita, jinak bude reliabilita zkreslená či se jí nepodaří ověřit (Urbánek, Denglerová, & Širůček, 2011). Nejjednodušším způsobem, jak tedy reliabilitu zvýšit, je zvýšení počtu položek při měření. Jako základní druhy reliability uvádí Sigmund (2012) ve své publikaci stabilitu, objektivitu, ekvivalenci a vnitřní konzistenci. Grafické znázornění tohoto rozdělení je zobrazeno na obrázku 4.

- *Stabilita* – určuje míru shody dosažených výsledků při opakovaném testování za relativně stejných podmínek v uvedeném časovém odstupu pomocí korelačního koeficientu.
- *Objektivita* – dokazuje míru nezávislosti výsledků testování na provádějící osobě a to úrovní shody výsledků měření stejného jevu stejnými měřicími metodami současně alespoň dvěma různými osobami.
- *Ekvivalence* – je významná při zjištění velikosti shody výsledků testování prostřednictvím dvou a více ekvivalentních forem toho stejného prostředku.
- *Vnitřní konzistence* – určuje míru spolehlivosti soudružnosti výsledků měřícího prostředku (Sigmund, 2012).



Obrázek 4. Aspekty reliability a validity testu či měření (upraveno dle Blahuše & Měkoty, 1983)

Urbánek, Denglerová a Širůček (2011) ve své knize rozlišují tři způsoby, jak reliabilitu ověřovat a z těchto způsobů vytvářejí tři druhy reliability, které jsou se Sigmundovým rozdělením obdobné:

- *Test-retestová reliabilita* (stabilita v čase) – opakované předložení stejného testu stejným respondentům ve dvou různých časech.
- *Reliabilita paralelních forem* (ekvivalence) – srovnání výkonu osob ve dvou různých formách testu předložených ve stejný čas.
- *Split-half reliabilita* (reliabilita vnitřní konzistence) – porovnání míry špatných a správných odpovědí každého testovaného v různých částech testu, či na úrovni jednotlivých položek.

Při určování reliability testu je třeba mít na paměti, že vypočtené korelační koeficienty jsou spíše odhady a velmi závisí na vzorku uchazečů, kteří jsou právě testováni (Crocker & Algina, 2008). Schultz a Whitney (2005) uvádějí, že pro všechny druhy reliability je přijatelná spodní hranice korelačního koeficientu $r = 0,7$, aby mohla být metoda považována za reliabilní.

2.3.1. Monitorování pohybové aktivity

Monitorování pohybové aktivity je v současné době velmi aktuální téma, kterým se zabývá mnoho odborníků a odborných pracovišť. Zjišťování množství a úrovně PA je obsahem velkého množství vědních oborů, jako jsou například kinantropologie, medicína, matematika, informatika apod., a zaujímá významnou roli především ve výzkumech pohybových činností, ve školním a tréninkovém procesu, v medicíně či při rekonvalescenci (Frömel a kol., 2009).

Monitoring PA lze provádět dvěma způsoby – kvalitativním či kvantitativním. U kvalitativního způsobu jde především o správné provedení pohybové činnosti (vhodným monitorovacím prostředkem jsou dotazníky a obrazové techniky). Kvantitativní způsob zahrnuje převážně měření (např. měření energetického výdeje, srdeční frekvence, počtu vykonaných kroků apod.). Měření pohybové aktivity však doprovází mnoho problémů, které mohou samotné monitorování ztěžovat. Jsou jimi (Bunc, 2009):

- nesystematičnost – jen epizodická šetření,
- složitost a nesrozumitelnost,
- nepřesnost – chyba okolo 10 %,
- náročnost (materiální, časová),
- nedůvěra probandů.

Nejpřesnější způsob měření pohybové aktivity je pomocí energetického výdeje, který je možno vyjadřovat v jednotkách MET, kcal nebo kJ. Dále je možné PA měřit například podle vykonané práce ve wattch, dobou konání práce v hodinách nebo počtem kroků zjištěných např. krokoměrem, fitness náramky, akcelerometry apod. (Sigmund et al., 2001). Sirard a Pate (2001) rozdělují prostředky monitorování pohybové aktivity podle jejich metodologické přesnosti na:

- standardizační kritéria – přímé pozorování, dvojitě izotopicky značená voda (tzv. „těžká voda“), nepřímá kalorimetrie,
- sekundární metody měření – srdeční frekvence, pedometry, akcelerometry, multifunkční přístroje (např. Actitrainer),
- subjektivní metody měření – dotazníky, záznamní archy, interview.

Jak ale správně uvádí Sigmund (2012, 4), „při výzkumech realizovaných na biologických subjektech je však nutné vedle metodologické přesnosti zvažovat také biologickou chybu, která může převyšovat i chybu metody“. Monitorování pohybové aktivity lze rozdělit také na monitorování terénní a laboratorní. Mezi laboratorní metody se řadí převážně metoda přímé kalorimetrie (přímé měření vyprodukovaného tepla pomocí speciálního skafandru nebo metabolické komory) a nepřímé kalorimetrie a dvojitě izotopicky značené vody, které se řadí mezi nejpřesnější metody stanovení energetického výdeje (Montoye, Kemper, Saris, & Washburn, 1996). Goran (1998) však poukazuje na fakt, že tyto metody mají velmi vysoké technické, organizační i finanční nároky a bývají zpravidla využívány pouze v kazuistických šetřeních nebo ve výzkumech prováděných u malého počtu probandů. Díky tomu jsou laboratorní metody naproti terénním vysoce validní.

Nepřímá kalorimetrie je založena na tom, že energetický výdej organismu úzce souvisí se spotřebou kyslíku (VO_2). Při spotřebování 1 litru kyslíku spálením živin v organismu se uvolní 4,7–5,0 kcal energie a toto množství energie je označováno jako energetický ekvivalent pro kyslík (EEO_2). Jeho hodnota je určována živinami, které jsou využity pro získání energie (tzn. jsou spalovány). Obecně platí, že spalováním cukrů je energetický zisk vyšší než při spalování tuků a bílkovin. Avšak pro přesné určení EEO_2 bylo nutné určit i respirační kvocient (RQ, poměr vydechovaného CO_2 k využitému O_2 ve vydechovaném vzduchu), (Vilikus et al., 2015). Nakonec se energetický výdej vypočítá jako součin objemu spotřebovaného kyslíku a spáleného tepla (Andresová & Novák, 2004).

Sigmund (2012, 5) o metodě **dvojitě izotopicky značená voda** říká, že se „využívá k určení energetického výdeje rozdílu mezi přijatým a vyloučeným množstvím izotopů vodíku, deuteria nebo $^2\text{H}_2$ a kyslíku ^{18}O za jednotku času“. Princip měření je založený na vypití daného množství vody s přesným obsahem izotopů probandem, které se po několika hodinách rovnoměrně rozloží v tělních tekutinách. Označený $^2\text{H}_2$ je postupně vylučován v podobě moči, potu a jako tzv. „perspiratio insensibilis“ (nepozorovatelné odpařování tekutin z kůže do vzduchu) a ^{18}O je vylučován jako součást vody a v podobě CO_2 . Na základě rozdílu množství přijatých a vyloučených daných izotopů v určitém čase lze vypočítat množství vyprodukovaného CO_2 a ze známého či odhadovaného RQ přibližně vypočítat spotřebu O_2 a z ní stanovit hodnotu energetického výdeje (Sigmund, 2012).

Pro monitorování terénní pohybové aktivity je doporučována především kombinace objektivních a subjektivních měřících technik a to z důvodu získání co nejpřesnějšího provedení měření v kontextu sociálních, biologických a environmentálních determinant, korelátů a mediátorů, které mohou testování ovlivnit. Příkladem kombinace jednotlivých technik může být například akcelerometr či pedometr skombinovaný s dotazníkem či s přímým pozorováním, nebo využití multifunkčních přístrojů či sebehodnotící techniky spojené s přímým sledováním, snímačem srdeční frekvence nebo akcelerometrem (Sigmund, 2012).

2.4. Měřicí přístroje pohybové aktivity

Měření pohybové aktivity je nezbytné pro určení aktuální úrovně zdatnosti člověka a zjišťování efektivity intervenčních programů zaměřených na její zvýšení. S rozvíjejícím se technologickým poznáním se neustále vyvíjejí měřicí zařízení, která jsou čím dál více přesnější, sofistikovanější a použitelné pro přesné sledování a analyzování PA realizované v běžných životních podmínkách (Sigmund & Sigmundová, 2011). Pokračování zlepšení úrovně monitorování pohybové aktivity může napomoci směřování vývoje politik a programů zaměřených na zvýšení pohybové aktivity a snížit tak množství výskytu neinfekčních chorob v 21. století (Hallal et al., 2012)

2.4.1. Pedometry

Pedometry neboli krokoměry jsou nejstarší a v současnosti nejrozšířenější přístroje sloužící ke sledování terénní pohybové aktivity. Jsou oblíbené převážně kvůli své malé velikosti, lehkosti a cenové dostupnosti a uživatel díky nim může rychle zjistit, zda dosáhl doporučených 10.000 kroků za den. Monitorovaný jedinec má pedometr zavěšený v pase na boku, co nejbliže ke crista iliaca a snaží se ho udržet ve vzpřímené poloze, zaklapnutý, aby správně zaznamenával kroky. Nejpřesnější je při monitorování běžné chůze a celodenní PA (Sigmund & Sigmundová, 2011). Sigmund, Sigmundová a Šnoblová (2011) ve své práci uvádějí, že „pohybová aktivita ekvivalentní 15.000 (resp. 12.000) krokům denně s vysokou pravděpodobností zabrání vzniku obezity u 6–12letých chlapců (resp. dívek)“. Proto je vhodné pohybovou aktivitu dětí sledovat každý den a motivovat je i díky krokům k větší míře aktivity.

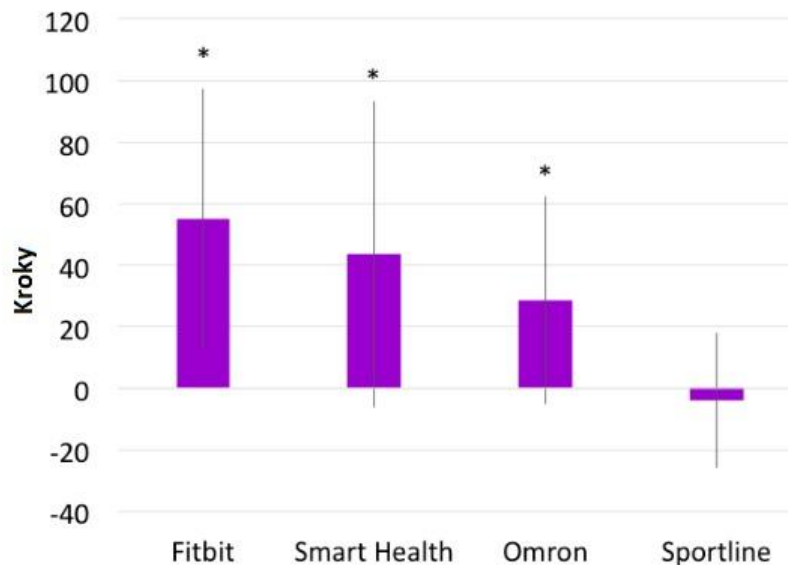
Jednotlivé typy pedometrů se od sebe liší převážně v mechanismu, prahu citlivosti a nákladech. Dva nejběžnější mechanismy používané v moderních krokoměrech jsou akcelerometry a pružinové systémy, které jsou tradičnější a fungují na principu pohybu horizontálně zavěšené páky na stočeném vlasci, která se pohybuje nahoru a dolů (Husted & Llewellyn, 2017). Krokoměry se zabudovanými akcelerometry fungují na principu měření oscilace, která vzniká za chůze nebo běhu, či na základě piezoelektrického jevu. Slouží převážně k počítání kroků a jako krok zaznamenává vertikální oscilaci, která je silnější než práh citlivosti přístroje (např. u pedometrů Yamax Digiwalker to je 0,35 g). Krokoměry nedokážou identifikovat druh a intenzitu prováděné PA, nezachytí oscilace při jízdě na kole, bruslení či lyžování, a také nejsou schopny rozlišit zvýšený energetický výdej při chůzi či běhu do kopce nebo při nošení těžkých břemen. Pohyb člověka je doprovázen velkým

množstvím nadbytečných pohybů (nadměrná gestikulace, poskoky apod.), které krokoměry také nejsou schopny zaznamenat. Proto novější typy krokoměřů (např. Silva) mají v sobě zabudovaný filtr, který začíná registrovat pohyb jako chůzi či běh až od 6 plynule za sebou jdoucích kroků. Kromě zaznamenání počtu kroků mají pedometry i funkci vypočítání překonané vzdálenosti a množství spálených kalorií. Tyto funkce jsou však daleko méně přesné (Sigmund, Sigmundová & Šnoblová, 2011). Vzhled a jednotlivé funkce krokoměru jsou znázorněny na obrázku 5.



Obrázek 5. Displej krokoměru Yamax Digiwalker SW-700 s popisem ovládacích prvků (Sigmund & Sigmundová, 2011, 19)

Krokoměry jsou využívány opravdu mnoha lidmi, a proto jsou neustále podrobovány různým výzkumům. Aktuální studie Hustedové a Llewellynové (2017) se zabývala přesností měření pedometrů vzhledem k jejich ceně. Snahou bylo u čtyř značek krokoměřů (Fitbit, Sportline, SmartHealth a Omron) zjistit, zda vyšší náklady na jejich pořízení také odpovídají jejich vyšší přesnosti. V závěru bylo zjištěno, že cena přístroje naprosto nehraje roli v jeho přesnosti měření. Na obrázku 6 je znázorněn průměrný počet kroků, o který pedometry naměřily méně, než bylo provedeno skutečných kroků. Lze tedy vidět, že nejpřesnější z krokoměřů byl Sportline, který je nejlevnější a na trhu je zhruba za \$5. Naopak nejhůře dopadl krokoměr od značky Fitbit, který je nejdražší (okolo \$130).



Vysvětlivky: *-statistická významnost s ohledem na rozptyl od skutečného počtu kroků ($p < 0.05$)

Obrázek 6. Analýza přesnosti měření 4 typů krokoměrů (krokoměr vs. skutečné kroky) (Hustedová & Llewellynová, 2017, 149)

Správnost měření krokoměru může narušit i pomalejší pohyb těžiště z důvodu například pomalejší chůze či prodlouženého kroku při vyšších rychlostech. Při tomto zpomalení pak není překonán práh citlivosti přístroje a nedochází k zaznamenání kroku (Welk et al., 2000).

2.4.2. Akcelerometry

Akcelerometry jsou zařízení sloužící k měření zrychlení zkoumaného objektu nebo jeho částí používající se v moderní technologii například pro detekci orientace v mobilních zařízeních či herních ovladačích. Zkoumat mohou zrychlení dynamické (změna rychlosti pohybu) i statické (tíhové) a v některých situacích mohou být pro kvantitativní měření aspektů lidské motoriky vhodnější než jiné biomechanické metody. Nejčastěji se využívají k měření pohybové aktivity, k posuzování rizika pádu, k analýze chůze či k hodnocení rovnovážných funkcí. Akcelerometry patří mezi skupinu měřících přístrojů pohybové aktivity, které vzhledem ke své velikosti mohou být snadno využity pro měření mimo laboratorní podmínky a nijak neomezují probanda v pohybu (Bednaříková et al., 2016).

Od krokoměrů se akcelerometry liší právě tím, že registrují přímo zrychlení, a také umí zaznamenat délku a frekvenci kroků (Hnízdil et al., 2012). Dále akcelerometry dokážou

při použití určitých rovnic vypočítat i energetickou spotřebu, avšak při vyšší rychlosti klesá platnost této vypočítané hodnoty (Psotta et al., 2007).

Jsou různé principy, jak akcelerometry fungují. Některé využívají tzv. piezoelektrického jevu, kdy obsahují mikroskopické krystaly, které při namáhání (zrychlení) začnou generovat napětí. Další fungují na principu snímání změny kapacitance, která je mezi dvěma mikrostrukturami. Zrychlení pohybuje s jednou strukturou a měří se měnící se kapacitance mezi strukturami (Juránek, 2007). Na obrázku 7 je znázorněn nejnovější akcelerometr firmy ActiGraph.



Obrázek 7. Akcelerometr ActiGraph GT9X Link (ActiGraph, 2017)

2.4.3. Snímače srdeční frekvence

Měření srdeční frekvence je jedním ze základních parametrů při určování intenzity a energetického výdeje při pohybové aktivitě. Proto se vývoji monitorů srdeční frekvence věnuje maximum a technologie těchto přístrojů jde neustále kupředu. Nejčastější typy snímačů SF, například od společnosti Polar či Suunto, mají podobu náramkových hodinek, které zaznamenávají a zobrazují aktuální SF a to díky elastickému hrudnímu pásu se zabudovanými elektrodami, které snímají sinusový srdeční rytmus. Všechna data lze v hodinkách uchovávat i několik dnů a bezdrátově je převést do speciálních softwarů, čímž je uživateli poskytnuta zpětná vazba a možnost analýzy svého výkonu. Díky těmto softwarům je také možné přístroje individuálně nastavovat a přizpůsobovat osobním somatickým a fyziologickým charakteristikám (např. věk, hmotnost, pohlaví, $VO_2\text{max}$ apod.). Snímání SF je nejčastěji používaná metoda pro stanovení a kontrolu úrovně tělesné zdatnosti, zjištění intenzity aktuálně prováděné činnosti a pro řízení tréninkového procesu (Sigmund & Sigmundová, 2011).

2.4.4. Trendy v individuálním monitoringu

Pro zlepšení a udržování si zdraví je vhodné vycházet z diagnostiky zdravotního stavu. Dnes lze různé zdravotní ukazatele měřit pomocí oblíbených chytrých zařízení, která umožňují daná data sbírat a buď přímo analyzovat nebo je odeslat k analýze na internetový server. Naměřená data slouží ke stanovení správné diagnózy či výzkumu a také motivují uživatele ke zlepšení životního stylu a výkonu. Mezi trendy v individuálním monitoringu dnes patří mobilní aplikace, chytré hodinky a fitness náramky.

2.4.4.1. Mobilní aplikace

Většina mobilních aplikací má na výběr z několika desítek sportů, při kterých mohou snímat pohybovou aktivitu. Nejoblíbenější je však běh a chůze. K měření těmito aplikacím stačí senzory integrované přímo v telefonu (GPS, pohybové senzory), případně je možné k nim dokoupit hrudní pás pro měření srdeční frekvence. GPS zjišťuje souřadnice, rychlost a výškový profil a stává se tak hlavním zdrojem informací.

Mobilních aplikací zaměřujících se na měření pohybových aktivit je velké množství, například Endomondo, Runtastic, Sportractiv, Runkeeper, Sports Tracker, Health Tracker, Madbarz, eVito a mnoho dalších. Všechny aplikace toho mají mnoho společného, ale jejich tvůrci se je snaží od ostatní vždy něčím odlišit.

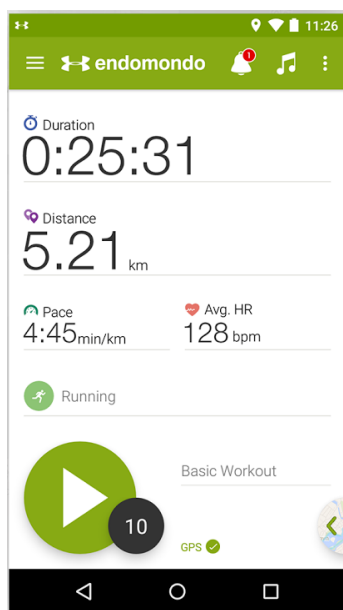
Příkladem za všechny mobilní aplikace může být aplikace Endomondo, která je u uživatelů velmi oblíbená. Cílem tvůrců této aplikace bylo jediné – motivovat uživatele, aby zůstali aktivními. Za klíč k dosažení tohoto cíle považují sociální interakci, a proto je aplikace Endomondo navržena tak, aby bylo pro uživatele snadné spojit se s přáteli a navrhnout svým blízkým, aby aplikaci také vyzkoušeli. Endomondo umožňuje přijímání a posílání hlasového povzbuzení od přátel během tréninku, také možnost sledovat pokroky svých přátel a sdílet s nimi své výsledky na Facebooku nebo na Google+.

Kromě sociálního aspektu Endomondo nabízí:

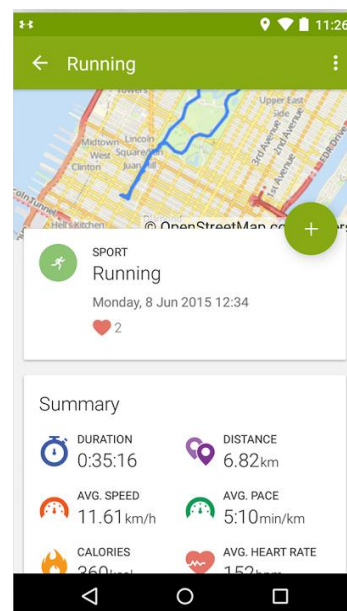
- sledování kondice
 - sledování během provádění jakékoliv sportovní činnosti (běh, chůze, cyklistika, kanoistika, apod.), která je založena na překonávání vzdálenosti,
 - možnost ručního zadávání tréninků (doplnění sportovních aktivit např. o golf, spinning, posilovací cvičení atd.),

- zobrazení doby trvání, rychlosti a překonané vzdálenosti (pouze v případě zapnuté GPS), množství spálených kalorií (záleží na typu zvolené aktivity), případně i tepové frekvence (při spolupráci s monitory tepu s protokoly s BTLE, BT a ANT+),
- hlasová zpětná vazba v zadaných pravidelných intervalech,
- analýzu výkonu – využití grafů a mezičasů pro každý trénink, zobrazení denního tréninkového objemu a vytvoření kompletního tréninkového deníku,
- osobní výzvy – možnost zvolení cíle, v jehož dosažení pomáhá uživateli audio kouč,
- sledování trasy – zobrazení aktuální pozice a možnost zpětného prohlížení trasy,
- tréninkové plány – vytvoření si vlastního či využití plánu vytvořeného experty pro dosažení daných cílů (např. běh na 10 km, půlmaratón, maraton atd.).

Endomondo má mnoho dalších funkcí, jako je například pořizování fotografií z tréninku, odpočítávání, nastavitelná pauza atd., a také je možné všechna nasbíraná data automaticky synchronizovat s profilem na www.endomondo.com, kde může uživatel všechnu svou historii a statistiky pohodlněji prohlížet (Google Play, 2017). Některé z funkcí jsou zobrazeny na obrázcích 8 a 9.



Obrázek 8. Endomondo – měření (Google Play, 2017)



Obrázek 9. Endomondo – statistiky (Google Play, 2017)

2.4.4.2. Chytré hodinky

Chytré hodinky neboli Smartwatch (obrázek 10) se vyvíjely po řadu let. Avšak tak, jak je známe dnes, se na trhu objevují až v roce 2013, kdy jim byly vytvořeny mobilní operační systémy. Jedná se tedy o nositelnou elektroniku, která v podobě náramkových hodinek v sobě skrývá nespočet funkcí. Většinu modelů lze spárovat s mobilním telefonem či do nich lze přímo vložit kartu SIM. Díky tomu jimi lze přijímat telefonní hovory, vyřizovat SMS zprávy a maily, získávat informace o událostech, zobrazovat kontakty, prohlížet si fotografie, přehrávat hudbu, monitorovat spánek apod. Jednou z funkcí sportovní řady těchto hodinek je i monitorování pohybové aktivity díky zabudovanému snímači tepové frekvence, akcelerometru, digitálnímu kompasu, přijímače GPS a speciálně navržených aplikací, které slouží k analýze a vyhodnocování pohybové aktivity uživatele.

Chytré hodinky jsou převážně mezi sportovci velmi oblíbenou možností individuálního monitoringu pohybové aktivity, avšak pro širokou veřejnost jsou méně finančně dostupné než například krokoměry a fitness náramky.



Obrázek 10. Chytré hodinky SMART WATCH DZ09 (Smartings, 2016)

2.4.4.3. Fitness náramky

Elektronické fitness náramky slouží především jako motivace ke zdravějšímu životnímu stylu. Během dne na ruce měří a zaznamenávají míru pohybu a snaží se svého majitele povzbudit k větší míře kroků a vyšší aktivitě. Samostatné monitorování pohybové aktivity každým uživatelem je jednou ze široce doporučovaných behaviorálních strategií, jak si udržet aktivní způsob života. Rozvoj účinných strategií propagující pohybovou aktivitu a snížení sedavého chování má v oblasti veřejného zdraví přednost (Desilets & Mahar, 2016).

Fitness náramky se řadí k typům zařízení, které lze označit jako tzv. „nositelná elektronika“ a které mohou provádět velké množství stejných výpočetních úloh jako například mobilní telefony či počítače. Nejnovější modely fitness náramků však mohou tuto elektroniku i v mnoha funkcích překonat a k měření tělesných a fyziologických funkcí být daleko více sofistikovanějším zařízením. Je však důležité prověřit správnost měření a vyhodnocování komerčně dostupných fitness náramků, které mohou být použity ke stanovení převládající pohybové činnosti, vztahů mezi pohybovou aktivitou a zdravím a k určení, zda je potřeba zvýšit množství fyzické zátěže. Avšak Desilets a Mahar (2016) uvádějí, že i když je přesnost výsledných proměnných nepochybně velmi důležitá, funkce jako je komfort, pohodlí, odolnost a funkčnost, mohou být pro některé uživatele důležitější. Proto jsou fitness náramky navrhovány tak, aby je bylo možné pohodlně nosit na zápěstí celý den, a často mívají i elegantní a moderní vzhled.

Obecně platí, že všechny typy fitness náramků jsou určitým způsobem propojeny se zařízením (počítačem, mobilním telefonem), které uživateli umožňuje ukládat získaná data a mít tak přístup k informacím a statistikám o svém výkonu. Jednotlivé typy náramků se od sebe svými funkcemi a senzory příliš neliší, ale liší se mobilními aplikacemi či webovým rozhraním, které je ovládá. Modernější náramky mohou mít i přídavné funkce, které s pohybem nemusí souviset (například ovládání hudebního přehrávače a možnost skrze něj telefonovat). Ty, které zvládají komunikaci s hrudním pásem, jsou obohaceny o funkci měření srdečního tepu (Geocatching, 2017).

Fitness náramky od firem Garmin a Polar mají v sobě zabudovaný gyroskop, který sleduje velikost a směr zrychlení při přirozeném pohybu ruky. Pro zaznamenání otřesů je tedy nutné, aby uživatel s náramkem šel či běžel. Pokud ruka majitele nevykonává přirozený pohyb (např. spočívá na kočárku nebo se nehýbe při nesení tašky s nákupem), získaný výsledek je zkreslený. Výsledný počet kroků je tedy závislý na matematice a algoritmech, které ke konečnému výsledku dojdou na základě výpočtu, a ne pouze na pohybu těžiště těla, jako například u krokoměru Yamax Digiwalker SW-700 (Matera, 2016).

3 Cíle

3.1. Hlavní cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je ověřit validitu a reliabilitu fitness náramků Polar Loop 2, Garmin VivoFit 2, Garmin VivoFit 3 a Garmin VivoSmart v laboratorních podmínkách při běhu.

3.2 Dílčí cíle

- Porovnat vývoj absolutní a relativní odchylky od 1000 kroků u různých druhů měřících přístrojů při zvyšující se rychlosti.
- Ověřit přesnost měření různými druhy měřících přístrojů při stejné rychlosti.
- Ověřit přesnost měření stejných druhů měřících přístrojů při různé rychlosti.
- Zhodnotit rozdíly v měření u stejných typů měřících přístrojů na pravé a levé straně.
- Zhodnotit rozdíly v přesnosti měření počtu kroků u mužů a žen.
- Vyhodnotit nejpřesnější fitness náramek.

3.3 Výzkumné otázky

- Do jaké míry budou ověřované fitness náramky vyhovovat kritériu spolehlivosti ± 3 %?
- Do jaké míry budou ověřované fitness náramky vyhovovat kritériu spolehlivosti ± 1 %?
- Jsou měřící přístroje stejně validní na levé a pravé straně při různých rychlostech?
- Jsou měřící přístroje stejně validní pro muže a ženy při různých rychlostech?
- Který z ověřovaných fitness náramků je nejpřesnější?

4 Metodika

4.1. Charakteristika výzkumu

Výzkum se zabýval ověřováním validity a reliability čtyř typů fitness náramků v prostorách Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci a celkem se ho zúčastnilo 30 probandů obou pohlaví (15 mužů a 15 žen) ve věku 20–40 let. Měření proběhlo v období od 7. 11. 2016 do 6. 3. 2017 v laboratorních prostorách FTK na běžícím páse značky TechnoGym, model Runrace HC 1200. Každý z probandů měl za úkol uběhnout přesně 1000 kroků ve třech rychlostech (8 km/hod, 10 km/hod, 12 km/hod).

V Kompendiu pohybové aktivity (Ainsworth et al., 2011) je udána náročnost jednotlivých rychlostí v jednotkách MET, které vyjadřují množství vyprodukovaného metabolického tepla během dané aktivity. Pro rychlost 8 km/hod je náročnost 8,3 METs, pro rychlost 10 km/hod to je zhruba 10 METs a pro rychlost 12 km/hod se udává zátěž okolo 11,8 METs. Pohybová aktivita blížící se energetické náročnosti 12 METs byla již pro mnohé z probandů velmi zatěžující a dle organizace WHO (2016) je pro běžnou populaci definována jako vysoce intenzivní.

Ve výzkumu bylo celkem využito pět typů měřících přístrojů (4 typy fitness náramků a 1 typ krokoměru), jejichž umístění na levé a pravé straně bylo stálé a neměnné. V jakém pořadí byly náramky připevněny, je znázorněno na obrázku 11. Měřící přístroje si každý z probandů před zahájením měření vylosoval vždy po dvou od každého typu, a poté mu byly správně nasazeny na tělo. Dále byla každá testovaná osoba obeznámena s průběhem měření a nutností dodržení daných pokynů, aby vše proběhlo správně a minimalizovaly se tak případné chyby. Po vykonání 1000 kroků v určité rychlosti byl vždy proband zastaven a z každého přístroje byly zaznamenány aktuální počty kroků. Tyto hodnoty byly odečteny od počátečních hodnot, čímž byl získán výsledný počet kroků každého měřícího přístroje v daných rychlostech.



Obrázek 11. Rozložení fitness náramků na ruce.

4.2. Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo celkem 30 probandů, z toho 15 mužů a 15 žen. Všichni oslovení probandi souhlasili se zapojením do studie. Probandi byli vybíráni na základě jejich vytrvalostních schopností, kdy byli ještě před zapojením do výzkumu tázáni, zda jsou zvyklí běhat i ve svižnějším tempu. Další kritérium pro výběr probandů bylo rozložení tukové hmoty v abdominální oblasti, jejíž zvýšené množství může narušovat správné počítání kroků, převážně u pedometrů. Charakteristika výzkumného souboru je znázorněna v tabulce 3.

Tabulka 3. Charakteristika výzkumného souboru

Charakteristika výzkumného souboru	
Průměrné hodnoty výzkumného souboru n = 30	
Věk	26,07 let ± 4,70
Hmotnost	72,80 kg ± 14,59
Výška	175,50 cm ± 9,61
BMI	23,45 kg/m ² ± 2,88
Průměrné hodnoty výzkumného souboru mužů n = 15	
Věk	27,40 let ± 6,13
Hmotnost	81,87 kg ± 14,6
Výška	181,73 cm ± 6,91
BMI	24,68 kg/m ² ± 3,25
Průměrné hodnoty výzkumného souboru žen n = 15	
Věk	24,73 let ± 2,12
Hmotnost	63,73 kg ± 7,19
Výška	169,27 cm ± 7,77
BMI	22,22 kg/m ² ± 1,85

Vysvětlivky: n – počet probandů

4.3. Charakteristika měřicích přístrojů

4.3.1. Polar Loop 2

Polar Loop 2 (dále Polar, obrázek 12) je pro širokou veřejnost velmi atraktivním monitorem denní pohybové aktivity, jelikož má celou řadu funkcí. Kromě zaznamenávání počtu kroků, na jejichž základě je schopen změřit vzdálenost, jakou nositel náramku překonal, držitele informuje o energetickém výdeji, po 55 minutách sezení informuje o nečinnosti (ne během noci), čímž motivuje k pohybu, monitoruje délku a kvalitu spánku, upozorňuje na

příchozí hovory, přijaté zprávy a upomínky v kalendáři (jen pro systém iOS), lze na něm nastavit cíl denní aktivity a poskytuje uživateli praktické pokyny, jak cíl splnit. Vychází z držitelových osobních údajů, vybrané úrovně aktivity a obecných zdravotních doporučení. Denní pohybové aktivity rozděljuje Polar do pěti úrovní intenzity:

- odpočinek–spánek, ležení,
- sezení–pasivní chování,
- nízká–práce ve stoje, lehké domácí práce,
- střední–chůze a další mírné aktivity,
- vysoká–běh a další intenzivní aktivity (Polar Electro, 2016).

Kroky počítá Polar na základě frekvence, intenzity a pravidelnosti pohybů zápěstí. Veškerou denní aktivitu může držitel sledovat pomocí aplikace či webové služby Polar Flow, kde nalezne dobu strávenou aktivitami různé intenzity, počet kroků a spálených kalorií, průměr dosahovaných denních cílů, dobu a kvalitu spánku a počet upozornění na neaktivitu (Polar Electro, 2016).



Obrázek 12. Polar Loop 2 (Polar, 2016)

4.3.2. Garmin Vivofit 2

Stejně jako Polar počítá Garmin Vivofit 2 (dále GVF2, obrázek 13) ušlé kroky a je schopen z nich odvodit překonanou vzdálenost. Dále také počítá energetický výdej, monitoruje spánek při přepnutí do nočního režimu a lze na něm nastavit denní cíl, k jehož dosažení držitele motivuje. Navíc je ale schopen na základě zaznamenaných dat automaticky nastavit denní cíl, který je pro držitele splnitelný a dovést ho tak k dosažení zdravějšího životního stylu. Při propojení s ANT+ snímačem srdečního tepu lze na jeho displeji sledovat i srdeční frekvenci. Všechny naměřené údaje náramek ukládá a lze je pomocí počítače či chytrého telefonu přenést do deníku Garmin Connect a sledovat tak vývoj pohybové aktivity nositele náramku (Garmin, 2016a).



Obrázek 13. Garmin Vivofit 2 (Garmin, 2016a)

4.3.3. Garmin Vivofit 3

Garmin Vivofit 3 (dále GVF3, obrázek 14) je menší a lehčí verze jeho předchůdce GVF2. Stejně jako ostatní produkty řady Garmin Vivofit i jeho sada baterie vydrží bez nabití až 1 rok a je voděodolný. V průběhu aktivity ukazuje odpovídající čas, počet kroků, vzdálenost, energetický výdej a případně i srdeční tep (Garmin, 2016b). Také umí počítat týdenní počty minut, které jsou strávené aktivním pohybem. Naproti ostatním fitness náramkům z řady Vivofit má jako první zabudovanou funkci „Move IQ“, která je schopna automaticky detekovat sportovní aktivity, tzn. že dokáže rozeznat formu pohybové aktivity (chůze, běh, jízdu na kole, plavání a cvičení na eliptickém trenažeru). Všechnu aktivitu náramek zaznamenává do své paměti, do které se vejde cca 3 týdenní historie aktivit, a opět ji lze převést do deníku Garmin Connect pomocí počítače, mobilního telefonu či tabletu s připojením na internet (Roman, 2016).



Obrázek 14. Garmin Vivofit 3 (Garmin, 2016b)

4.3.4. Garmin VivoSmart

Garmin VivoSmart (dále GVS, obrázek 15) je zatím jeden z nejinteligentnějších fitness náramků na trhu. Kromě funkce počítání kroků, vzdálenosti a energetického výdeje má v sobě zabudovaný i snímač tepové frekvence, díky němuž může sportovec sledovat činnost svého srdce, aniž by ho v pohybu omezovaly jakékoliv hrudní pásy. Dále má v sobě tento náramek zakomponovaný barometrický výškoměr, který zaznamenává i chůzi do schodů a ukazuje počet podlaží, která sportovec překonal. Také dokáže měřit úroveň intenzity pohybové aktivity a čas (minut), po který je intenzivní pohybová aktivita prováděna. Tato funkce umožňuje nositeli sledovat svůj pokrok směrem k osobnímu cíli. Stejně jako některé další náramky z řady Garmin dokáže GVS nastavit denní cíl a postupně navést nositele směrem ke zdravějšímu životnímu stylu (Garmin, 2016c)



Obrázek 15. Garmin VivoSmart (Garmin, 2016c)

4.3.5. Yamax Digiwalker SW-700

Krokoměr Yamax Digiwalker SW-700 patří mezi krokoměry, které jsou schopny kromě zaznamenávání kroků vypočítat i překonanou vzdálenost a energetický výdej. V nastavení krokoměru uživatel zadá základní parametry (výška v cm, hmotnost v kg, délka kroku v cm) a pomocí těchto hodnot již krokoměr po ukončení pohybové aktivity zobrazí i počet překonaných kilometrů a energetický výdej v podobě spálených kalorií. Krokoměry Yamax Digiwalker SW-700 jsou velmi rozšířené a oblíbené převážně díky nízké pořizovací ceně, lehké manipulaci, srozumitelnému nastavení a přesnosti měření. Validita měření tohoto krokoměru byla již mnohokrát studována a krokoměr Yamax Digiwalker SW-700 byl stanoven jako zlatý standard v měření počtu kroků, který je využíván pro stanovení validity jiných značek měřicích přístrojů (Neuls & Frömel, 2016).



Obrázek 16. Krokomeř Yamax Digiwalker SW-700 (FitZona, 2017)

4.4. Charakteristika zpracování dat

Analýza dat byla provedena pomocí programu Statistica 12CZ a Microsoft Excel 2007. Pro každý sledovaný parametr byly vypočítány základní statistické veličiny (aritmetický průměr, směrodatná a procentuální odchylka, relativní a absolutní odchylka od 1000 kroků). Jako kritérium pro přesnost měření byla zvolena hranice $\pm 3\%$ z aktuálně naměřených kroků. Toto kritéria stanovil Hatano (1993) pro pedometry jako maximální hranici chybovosti (3 chybně detekované kroky ze 100). Na základě standardních laboratorních podmínek jsme pro ověření validity měřících přístrojů dále zvolili i přísnější kritérium $\pm 1\%$ (1 chybně detekovaný krok ze 100).

5 VÝSLEDKY

V tabulce 5 jsou uvedeny výsledné průměry, směrodatné a procentuální odchylky všech měřících přístrojů s ohledem na rychlost a na stranu, na které byly upevněny. Z těchto výsledků vyplývá, že ve všech rychlostech měření (8, 10 a 12 km/hod.) si nejlépe vedl pedometr Yamax Digiwalker SW-700, který je označován za tzv. zlatý standard v zařízeních měřících počet kroků. Jeho průměry se pohybují okolo 1000 kroků, které probandi skutečně provedli, a směrodatné i procentuální odchylky se nacházejí v nízkých hodnotách.

Z výsledků je také možné vyčíst, že co do přesnosti se pedometru nejvíce přibližují náramky typu Garmin VivoSmart, jehož průměrné hodnoty ve všech rychlostech se také pohybují okolo 1000 kroků. Směrodatné a procentuální odchylky jsou nízké v rychlostech 8 a 10 km/hod, ale v rychlosti 12 km/hod se zvyšují. Příčinou je nízké množství kroků (průměrně okolo 820 kroků), které bylo zaznamenáno při měření v této rychlosti u některých probandů, jak u fitness náramku GVS, tak i u náramků GVF2 a GVF3. Tyto odchylky mohou být způsobeny problémem v přístroji v dané chvíli či mohl nastat problém u měřeného jedince (nestandardní styl běhu apod.). Proto jsou směrodatné odchylky relativně vysoké, ale průměry se blíží množství reálně provedených kroků, jelikož odchylek bylo malé množství.

Z tabulky 5 lze také vyzorovat, že nejhůře ze všech fitness náramků si vedl náramek Polar Loop 2, který sice ve všech rychlostech naměřil podobné hodnoty, ale téměř vždy podhodnocoval.

Tabulka 5. Souhrn základních údajů z ověřovaných měřicích přístrojů s ohledem na rychlost a stranu upevnění

Rychlost	Přístroj	M	SD	Procentuální odchylka	Minimum	Maximum
8 km/hod	Yamax P	999,43	4,58	-0,06 %	995	1005
	Yamax L	1000,20	5,05	+0,02 %	991	1009
	Polar P	969,57	30,69	-3,24 %	920	1013
	Polar L	972,93	33,91	-2,71 %	869	1014
	GVF2 P	996,23	4,05	-0,38 %	995	1003
	GVF2 L	996,40	4,65	-0,36 %	989	1003
	GVS P	997,83	3,09	-0,22 %	991	1003
	GVS L	997,63	4,35	-0,24 %	987	1003
	GVF3 P	996,77	4,44	-0,32 %	983	1001
GVF3 L	998,90	4,54	-0,11 %	989	1007	
10 km/hod	Yamax P	1000,40	2,88	+0,04 %	994	1004
	Yamax L	1001,93	4,53	+0,19 %	996	1005
	Polar P	954,77	30,96	-4,52 %	901	1016
	Polar L	965,33	26,68	-3,47 %	901	1012
	GVF2 P	998,30	4,19	-0,17 %	991	1009
	GVF2 L	994,60	15,83	-0,54 %	913	998
	GVS P	996,03	5,20	-0,40 %	977	1007
	GVS L	997,13	6,35	-0,29 %	973	1009
	GVF3 P	991,17	33,82	-0,88 %	817	1003
GVF3 L	997,83	6,82	-0,22 %	979	1013	
12 km/hod	Yamax P	1000,57	3,83	+0,06 %	994	1007
	Yamax L	1001,43	3,90	+0,14 %	991	1009
	Polar P	970,43	27,03	-2,96 %	923	1002
	Polar L	967,93	25,66	-3,21 %	915	1004
	GVF2 P	986,73	48,13	-1,33 %	733	1001
	GVF2 L	987,07	46,41	-1,29 %	743	1003
	GVS P	981,67	63,02	-1,83 %	671	1003
	GVS L	983,07	60,91	-1,69 %	688	1004
	GVF3 P	986,17	32,42	-1,38 %	867	1007
GVF3 L	980,07	50,01	-1,99 %	819	1007	

Vysvětlivky: M – průměr, SD – směrodatná odchylka, P – pravá strana, L – levá strana

V tabulce 7 jsou opět znázorněny průměry naměřených kroků u jednotlivých zkoumaných přístrojů a jejich směrodatné a procentuální odchylky. Tentokrát však pouze s ohledem na stranu, na kterou byl přístroj upevněn, a již bez ohledu na danou rychlost. Výsledky jsou tedy získány z 90 měření u každého přístroje (30 probandů ve 3 rychlostech).

Při porovnávání získaných hodnot bez ohledu na rychlost dopadl nejlépe krokoměr Yamax umístěný na pravé straně, který průměrně naměřil 1000,13 kroků. Průměrné hodnoty počtu kroků u fitness náramků se nejvíce 1000 krokům blíží náramek GVF2 umístěný na

pravé straně, který průměrně naměřil 993,76 kroků. Náramek Polar vykazuje horší průměrné hodnoty v počtu naměřených kroků. Tyto hodnoty se pohybují okolo 965 kroků. Avšak jeho směrodatné odchylky se od směrodatných odchylek náramků Garmin výrazně neliší. Je to způsobeno tím, že náramky Polar při měření naměřily častěji v průměru o 40 kroků více či méně než náramky Garmin.

Tabulka 7. Souhrn základních údajů z ověřovaných měřicích přístrojů bez ohledu na rychlost a s ohledem na stranu upevnění

Přístroj	M	SD	Procentuální odchylka
Yamax P	1000,13	3,82	+0,01 %
Yamax L	1001,19	4,53	+0,12 %
Polar P	964,92	30,16	-3,51 %
Polar L	968,73	28,83	-3,13 %
GVF2 P	993,76	28,13	-0,62 %
GVF2 L	992,69	28,41	-0,73 %
GVS P	991,84	36,86	-0,82 %
GVS L	992,61	35,70	-0,74 %
GVF3 P	991,37	27,21	-0,86 %
GVF3 L	992,27	30,21	-0,77 %

Vysvětlivky: M – průměr, SD – směrodatná odchylka

Tabulka 8 je vytvořená na stejném principu jako předchozí tabulka 5 a 7 s tím rozdílem, že výsledné hodnoty jsou získány ze všech měření daného typu náramku, tedy bez ohledu na rychlost i stranu, na kterou byl přístroj upevněn. Výsledky jsou tedy získány celkem ze 180 měření u každého náramku (30 probandů ve 3 rychlostech na 2 stranách).

Tabulka 8. Souhrn základních údajů z ověřovaných měřicích přístrojů bez ohledu na rychlost a stranu upevnění

Přístroj	M	SD	Procentuální odchylka
Yamax	1000,66	4,21	+0,07 %
Polar	966,83	29,48	-3,32 %
GVF2	993,22	28,20	-0,68 %
GVS	992,23	36,18	-0,78 %
GVF3	991,82	28,67	-0,82 %

Vysvětlivky: M – průměr, SD – směrodatná odchylka

5.1. Vyhodnocení nejpřesnějšího přístroje

Vyhodnocení nejpřesnějšího přístroje bylo vytvořeno na základě kritéria stanoveného Hatanem (1993), které určuje hranici ± 3 % z aktuálně naměřených kroků, a přísnějšího kritéria ± 1 % z aktuálně naměřených kroků, které bylo stanoveno z důvodu standardních laboratorních podmínek a získání podrobnějších informací o nejvíce přesném měřicím přístroji.

V tabulce 9 je vyjádřena procentuální úspěšnost měřicích přístrojů s ohledem na rychlost i stranu, na kterou byly upevněny (tedy pro každý přístroj bylo provedeno 30 měření). Kritérium ± 3 % vyjadřuje akceptovatelnou chybu v rozmezí 970-1030 kroků a kritérium ± 1 % se pohybuje v rozmezí 990-1100 kroků. Přístroje, které se pohybovaly v daném rozmezí, byly hodnoceny jako dostatečně přesné.

V rámci **kritéria ± 3 %** lze z tabulky 9 vyčíst, že nejpřesnější měřicí přístroje jsou pedometry značky Yamax, které ve všech rychlostech dosáhly 100% přesnosti měření. Jejich odchylky v naměřených počtech kroků nebyly větší než ± 30 kroků. Všechny ověřované fitness náramky typu Garmin byly v rychlosti 8 km/hod také 100% přesné, avšak ve vyšších rychlostech některá měření překročila hranici akceptovatelné odchylky. V tabulce 9 je znázorněno, že v rychlosti 10 km/hod úspěšnost měření u náramků Garmin neklesla pod 96 % a v rychlosti 12 km/hod se pohybuje od 96,67 % do 83,34 %. Náramky Polar byly méně přesné a jejich úspěšnost měření v rámci kritéria ± 3 % se pohybovala od 60 % do 30 %, kdy nejméně přesné byly v rychlosti 10 km/hod.

Kritérium ± 1 % je již velmi přísné, a tak bylo více měření, která dané kritérium nespĺnila. Z tabulky 9 lze vyčíst, že krokoměry Yamax se i při aplikaci přísnějšího kritéria jeví jako nejvíce validní přístroje pro měření počtu kroků. Procentuální vyjádření jejich přesnosti měření se pohybuje od 93,34 % do 100 %, kdy přesnější jsou měření ve vyšších rychlostech. Z fitness náramků kritérium ± 1 % splnilo nejvíce měření pomocí náramku GVS. Procentuální vyjádření úspěšnosti měření GVS se pohybuje od 90 % do 100 %, kdy se zvyšující se rychlostí přesnost měření tohoto náramku klesá.

Tabulka 9. Vyhodnocení přesnosti měření na základě akceptovatelné odchylky (30 měření pro každý přístroj)

Rychlost	Přístroj	Kritérium ± 3 %	Kritérium ± 1 %
8 km/hod	Yamax P	100,00 %	93,34 %
	Yamax L	100,00 %	96,67 %
	Polar P	60,00 %	20,00 %
	Polar L	60,00 %	23,33 %
	GVF2 P	100,00 %	93,34 %
	GVF2 L	100,00 %	93,34 %
	GVS P	100,00 %	100,00 %
	GVS L	100,00 %	96,67 %
	GVF3 P	100,00 %	96,67 %
	GVF3 L	100,00 %	93,34 %
10 km/hod	Yamax P	100,00 %	100,00 %
	Yamax L	100,00 %	96,67 %
	Polar P	30,00 %	6,67 %
	Polar L	36,67 %	13,33 %
	GVF2 P	100,00 %	100,00 %
	GVF2 L	96,67 %	96,67 %
	GVS P	100,00 %	93,34 %
	GVS L	100,00 %	93,34 %
	GVF3 P	96,67 %	76,67 %
	GVF3 L	100,00 %	90,00 %
12 km/hod	Yamax P	100,00 %	96,67 %
	Yamax L	100,00 %	100,00 %
	Polar P	50,00 %	16,67 %
	Polar L	60,00 %	20,00 %
	GVF2 P	96,67 %	80,00 %
	GVF2 L	96,67 %	83,33 %
	GVS P	93,34 %	90,00 %
	GVS L	90,00 %	90,00 %
	GVF3 P	90,00 %	73,33 %
	GVF3 L	83,34 %	80,00 %

Přesnost měření bez ohledu na rychlost (výsledky získány z 90 měření každého přístroje) je znázorněna v tabulce 10. Krokoměry Yamax jsou v rámci 3% kritéria 100% přesné, náramky GVF3 na pravé straně jsou přesné z 95,56 %, GVS na pravé straně z 97,78 % a GVF2 na pravé straně vykazují až 98,89 % přesnost v měření. Náramky Polar jsou méně přesné a přístroje umístěné na levé straně splnily kritérium ± 3 % pouze z 52,22 %.

Z 90 měření se náramků GVF3 umístěných na pravé straně vyskytlo v rozmezí 990-1100 kroků pouze 74, což odpovídá 82,22 % přesnosti měření v rámci kritéria ± 1 %. Náramky

GVF2 a GVS jsou více validní a při aplikaci přísnějšího kritéria jejich přesnost měření neklesla pod 90 %. Náramky Polar nedosáhly bez ohledu na rychlost ani 20 % úspěšnosti v přesnosti měření v rámci kritéria ± 1 %.

Tabulka 10. Vyhodnocení přesnosti měření na základě akceptovatelné odchyly bez ohledu na rychlost (90 měření pro každý přístroj)

Přístroj	Kritérium ± 3 %	Kritérium ± 1 %
Yamax P	100,00 %	96,67 %
Yamax L	100,00 %	97,78 %
Polar P	46,67 %	14,44 %
Polar L	52,22 %	18,89 %
GVF2 P	98,89 %	91,11 %
GVF2 L	97,78 %	91,11 %
GVS P	97,78 %	94,44 %
GVS L	96,67 %	93,33 %
GVF3 P	95,56 %	82,22 %
GVF3 L	94,44 %	87,78 %

Tabulka 11 znázorňuje vyhodnocení přesnosti měření jednotlivých měřících přístrojů bez ohledu na rychlost i na stranu, na kterou byl přístroj upevněn. Počet měření pro každý přístroj bylo celkem 180 (30 měření u 30 probandů, upevněno na 2 stranách). Na základě těchto výsledků můžeme potvrdit, že nejpřesnější z fitness náramků při běhu v rámci laboratorního měření jsou náramky typu GVS a GVF2. Velmi přesné jsou i náramky GVF3, avšak o něco méně než předchozí typy. Náramky Polar Loop 2 v laboratorních podmínkách měří s absolutně i relativně velkou odchytkou, kterou nelze akceptovat.

Tabulka 11. Vyhodnocení přesnosti měření na základě akceptovatelné odchyly bez ohledu na rychlost a stranu (180 měření pro každý přístroj)

Měřící přístroj	Kritérium ± 3 %	Kritérium ± 1 %
Yamax	100,00 %	97,22 %
Polar	50,56 %	16,67 %
GVF2	98,33 %	91,11 %
GVS	97,22 %	93,89 %
GVF3	95,00 %	85,00 %

5.2. Hodnocení odchylky od 1000 kroků

Získané výsledky byly zhodnoceny i z pohledu odchylek od 1000 kroků u každého měření, které proběhlo s ohledem na rychlost i stranu, na kterou byly měřicí přístroje upevněny. V tabulce 12 jsou uvedeny průměry získaných reálných hodnot a absolutních hodnot.

Reálné hodnoty jsou uváděny se znaménkem + či -. Výsledný průměr těchto hodnot je získán součtem čísel, získaných odečtením naměřených kroků daným přístrojem od čísla 1000 (např. $991 - 1000 = -9$), a vydělením množstvím sčítatelů (v tomto případě číslem 30). Výsledná hodnota ukazuje, zda přístroj více nadhodnocuje (kladné hodnoty) či podhodnocuje (záporné hodnoty). Z výsledků je patrné, že všechny fitness náramky o něco více podhodnocují, proto se výsledný průměr nachází v záporných hodnotách. Pozorovatelné také je, že se zvyšující rychlostí se tato odchylka od 1000 kroků výrazně zvyšuje. Nárůst velikosti odchylek u náramků typu Garmin v nejvyšší rychlosti je způsoben převážně tím, jak již bylo uvedeno výše (tabulka 5), že v této rychlosti se vyskytla měření s výraznými odchylkami od reálného počtu kroků, pravděpodobně z důvodu selhání přístroje či nestandardního stylu běhu některých z probandů ve vyšší rychlosti.

Absolutní hodnoty jsou všechny uváděny v kladných hodnotách a naznačují pouze velikost odchylky od 1000 kroků, ne již její směr. Z jejich průměrů lze tedy vyčíst, o kolik kroků se přístroje průměrně odlišovaly od skutečně provedených kroků. U krokoměřů Yamax a náramků Garmin jsou odchylky v rychlostech 8 a 10 km/hod minimální a pohybují se okolo ± 4 kroků. V rychlosti 12 km/hod jsou u náramků Garmin větší odchylky (až 23 kroků), jejich vysvětlení je uvedeno výše. Odchylky od 1000 kroků se u náramků Polar pohybují od 32 do 47 kroků a při porovnání reálných a absolutních hodnot je patrné, že náramky Polar daleko více podhodnocují, než nadhodnocují. Tyto hodnoty jsou téměř totožné, jen u reálných hodnot je uvedeno, že se pohybují v záporných hodnotách.

Tabulka 12. Hodnocení odchylky v měření od 1000 kroků u jednotlivých měřících přístrojů

Rychlost	Přístroj	Reálné hodnoty - M	Absolutní hodnoty - M
8 km/hod	Yamax P	-0,57	3,43
	Yamax L	0,20	3,60
	Polar P	-30,43	32,43
	Polar L	-27,07	32,00
	GVF2 P	-3,77	4,43
	GVF2 L	-3,27	4,53
	GVS P	-2,17	2,97
	GVS L	-2,37	4,03
	GVF3 P	-3,23	4,23
	GVF3 L	-1,10	3,57
10 km/hod	Yamax P	0,40	2,27
	Yamax L	1,93	3,53
	Polar P	-45,23	47,10
	Polar L	-34,67	37,20
	GVF2 P	-1,70	3,50
	GVF2 L	-5,40	6,40
	GVS P	-3,97	4,57
	GVS L	-2,87	4,73
	GVF3 P	-8,83	11,50
	GVF3 L	-2,17	5,17
12 km/hod	Yamax P	0,23	2,43
	Yamax L	1,43	3,23
	Polar P	-29,57	32,63
	Polar L	-32,07	32,33
	GVF2 P	-13,27	13,53
	GVF2 L	-12,97	13,57
	GVS P	-18,33	18,87
	GVS L	-16,93	18,40
	GVF3 P	-13,83	15,70
	GVF3 L	-19,93	23,27

Vysvětlivky: M - průměr

5.4. Hodnocení rozdílu mezi pravou a levou stranou

Výpočet rozdílu mezi pravou a levou stranou daného typu měřicího přístroje bylo provedeno odečtením naměřených hodnot na pravé a levé straně u jednotlivých probandů v dané rychlosti (např. 1004 – 996 = 8, rozdíl mezi pravou a levou činí 8 kroků). Z těchto výsledných hodnot byly poté provedeny průměry, které jsou uvedeny v tabulce 13.

Výrazný rozdíl mezi pravou a levou stranou nebyl pozorován u krokoměru Yamax, který ve všech rychlostech vykazoval rozdíl pod 3 kroky. Naopak u náramků Polar je průměrná hodnota rozdílu mezi pravou a levou desetkrát větší a pohybuje se okolo 30 kroků. Rozdíl v umístění u náramků Garmin v rychlosti 8 km/hod nepřesahuje 4 kroky a v rychlosti 10 km/hod není vyšší než 10 kroků. Zvyšuje se pouze v rychlosti 12 km/hod, kdy u náramku GVS dosahuje téměř 25 kroků. Avšak to je způsobeno velkou odchylkou v malém množství měření (viz výše).

Tabulka 13. Průměrný rozdíl hodnot počtu kroků naměřených na pravé a levé straně těla

Rychlost	Přístroj	Rozdíl mezi P a L stranou – M
8 km/hod	Yamax	2,17
	Polar	27,63
	GVF2	2,83
	GVS	3,40
	GVF3	4,00
10 km/hod	Yamax	2,60
	Polar	31,17
	GVF2	5,43
	GVS	3,90
	GVF3	9,20
12 km/hod	Yamax	2,63
	Polar	30,37
	GVF2	5,40
	GVS	24,80
	GVF3	14,23

Vysvětlivky: P – pravá strana, L – levá strana, M – průměr

5.5. Hodnocení rozdílů mezi muži a ženami

Na základě výsledků bylo zjištěno, že rozdíl v měření mezi muži a ženami není nijak zásadní. V rychlostech 8 a 10 km/hod jsou průměrné počty kroků u všech typů měřicích přístrojů téměř totožné. Stejně je to i u počtu měření, která vyhovují kritériu $\pm 3\%$ a $\pm 1\%$. V daných rychlostech se tyto počty odlišují maximálně o 3 měření, a to pouze u jednoho měřicího přístroje v přísnějším kritériu (GVF3 na pravé straně v rychlosti 10 km/hod). U mužů bylo u tohoto přístroje provedeno o 3 měření více vyhovující kritériu $\pm 1\%$ než u žen.

Se zvyšující se rychlostí (12 km/hod) je možné pozorovat mírné rozdíly mezi muži a ženami, avšak na základě jejich malé velikosti nelze usuzovat o pravidelně se vyskytujícím fenoménu.

Z výsledku vyplývá, že měření probíhající u mužů bylo o něco více validní než u žen, avšak rozdíl mezi oběma podsoubory není výrazný.

Tabulka 14. Hodnocení rozdílů v měření počtu kroků mezi muži a ženami

		Muži			Ženy		
Rychlost	Přístroj	Průměrný počet kroků	Počet měření vyhovující kritériu $\pm 3\%$	Počet měření vyhovující kritériu $\pm 1\%$	Průměrný počet kroků	Počet měření vyhovující kritériu $\pm 3\%$	Počet měření vyhovující kritériu $\pm 1\%$
8 km/h	Yamax, P	999,20	15	13	999,67	15	15
	Yamax, L	1000,00	15	14	1000,40	15	15
	Polar, P	966,60	8	4	972,53	10	2
	Polar L	975,13	8	3	970,73	10	4
	GVF2, P	997,13	15	15	995,33	15	13
	GVF2, L	997,73	15	14	995,07	15	14
	GVS, P	998,33	15	15	997,33	15	15
	GVS, L	998,60	15	15	996,67	15	14
	GVF3, P	998,20	15	15	995,33	15	14
	GVF3, L	1000,07	15	14	997,73	15	14
10 km/h	Yamax, P	1000,33	15	15	1000,47	15	15
	Yamax, L	1002,07	15	14	1001,80	15	15
	Polar, P	955,47	4	2	954,07	5	0
	Polar L	967,20	5	2	963,47	6	2
	GVF2, P	999,40	15	15	997,20	15	15
	GVF2, L	999,40	15	15	989,80	14	14
	GVS, P	996,33	15	15	995,73	15	13
	GVS, L	999,13	15	15	995,13	15	13
	GVF3, P	1000,20	15	13	982,13	14	10
	GVF3, L	999,67	15	14	996,00	15	13
12 km/h	Yamax, P	1000,73	15	14	1000,40	15	15
	Yamax, L	1000,13	15	15	1002,73	15	15
	Polar, P	973,53	7	3	967,33	8	2
	Polar L	964,67	8	2	971,20	10	4
	GVF2, P	995,40	15	12	978,07	14	12
	GVF2, L	997,13	15	15	977,00	14	10
	GVS, P	996,73	15	15	966,60	13	12
	GVS, L	999,13	15	15	967,00	12	12
	GVF3, P	997,93	15	13	974,40	12	9
	GVF3, L	999,80	15	14	960,33	10	10

6 DISKUZE

Výzkumem a měřením množství pohybové aktivity se zabývá již mnoho studií a spousta měřících přístrojů, jako jsou například krokoměry a akcelerometry, byly v uplynulých letech mnohokrát zdokumentovány. Mezi mladší modely měřících přístrojů řadíme fitness náramky, které se na trhu objevily teprve před pár lety. Pro jejich využití širokou veřejností je nutné, aby byla ověřena jejich validita měření. Proto studií, zabývajících se problematikou fitness náramků, stále přibývá.

V rámci této diplomové práce byla zjišťována přesnost měření kroků u fitness náramků vybraných typů (Polar Loop 2, Garmin Vivofit 2, Garmin Vivofit 3 a Garmin VivoSmart) v laboratorních podmínkách v běhu. Podmínky v laboratoři byly nastaveny tak, aby nedocházelo k chybám v měření. Probandi byli poučeni, že od zahájení měření až po jeho skončení, si nemohou žádnými způsoby otírat pot, škrábat se, upravovat se apod. Přesto u některých náramků Garmin bylo ve vyšší rychlosti naměřeno výrazně nižší množství kroků, než bylo reálně provedeno. Důvodů těchto odchylek může být více, například momentální závada na měřicím přístroji či nestandardní styl běhu probanda ve vyšších rychlostech. Diskutabilní je, zda by se těmto závadám při měření dalo zabránit. Každý člověk má svůj osobitý styl běhu a fitness náramky by měly být navrženy tak, aby snímaly i relativně malý pohyb končetinou ve třech rovinách. Pokud by to bylo možné, měly by být provedeny rozsáhlejší studie ověřující vliv stylu běhu na přesnost měření fitness náramků.

Jako nejpřesnější z měřících přístrojů byl vyhodnocen pedometr Yamax DigiWalker SW-700, který se svými naměřenými hodnotami blížil reálně provedenému počtu kroků (1000 kroků). Reálný počet kroků byl ověřen metodou přímého pozorování. Tento typ krokoměru byl použit jako kontrolní měřicí přístroj, jelikož jeho validita byla již prověřena v množství studií, například ve studii Leeho et al. (2015), Barreira et al. (2016) atd. Z fitness náramků byl v této studii jako nejpřesnější vyhodnocen náramek Garmin VivoSmart a jako nejméně přesný v měření počtu kroků byl vyhodnocen náramek Polar Loop 2, který vykazoval nejnižší procento úspěšnosti měření v rámci kritéria $\pm 3\%$ a $\pm 1\%$. U tohoto náramku byly zjištěny také rozdíly v měření mezi pravou a levou stranou a náramek Polar se proto jeví jako méně vhodný přístroj pro individuální měření pohybové aktivity.

Ověřováním validity fitness náramků značky Garmin Vivofit a Polar Loop se ve své práci zabývali i Šimůnek et al. (2016). Jejich výzkumu se zúčastnilo 20 dospělých probandů, kteří měli za úkol během 7 dní na sobě neustále nosit tyto fitness náramky a pro kontrolu

správnosti měření i ověřené měřicí přístroje (krokoměr Yamax DigiWalker SW-701 a akcelerometr ActiGraph GT3X). Získaná data z fitness náramků byla vyhodnocena porovnáním každého zařízení s kontrolními přístroji pomocí t-testu. Z jejich výzkumu vyplynuly významné rozdíly v měření mezi všemi přístroji, avšak lépe si vedl náramek Garmin VivoFit, který ve srovnání s krokoměrem Yamax vykazoval absolutní procentuální chybu (APE) -4 % a ve srovnání s akcelerometrem ActiGraph 12,5 %. Polar velmi nadhodnocoval počty kroků převážně u probandů, kteří během dne udělali více kroků. Ve srovnání s krokoměrem vykázal absolutní procentuální chybu 8,9 % a s akcelerometrem 28,0 %. I když byly podmínky výzkumu jiné než v rámci této diplomové práce, výsledky jsou obdobné. V závěru je patrné, že pro uživatele je výhodnější pořízení fitness náramku Garmin Vivofit, který je v terénních i laboratorních podmínkách přesnější v měření počtu kroků než Polar Loop. Avšak jsou provedeny i výzkumy, které naopak náramek Polar Loop hodnotí kladně. Příkladem může být studie Brookeho a kolektivu (2017), zabývající se ověřením validity měření energetického výdeje a sledováním spánkové periody u 8 typů fitness náramků, mezi které patřily i náramky Polar Loop a Garmin VivoFit. Polar Loop byl společně s náramkem Fitbit Charge HR vyhodnocen v porovnání s ostatními typy náramků (Garmin VivoFit, Nike + FuelBand SE, Misfit Shine, Fitbit Flex, Jawbone UP a SenseWear náramek Mini) jako nejpřesnější fitness náramek, který je schopný poskytnout přiměřené informace o energetickém výdeji. Jeho průměrná absolutní odchylka byla v rámci měření energetického výdeje nejnižší a pohybovala se okolo 13,0 %. Společně s náramkem Fitbit Charge HR a Misfit Shine byl také označen za nejkvalitnější fitness náramek pro monitoring spánku. Proto by validita měření všech funkcí náramku Polar Loop měla být dále ověřována v laboratorních i terénních podmínkách během různých sportovních aktivit, aby již získané informace o přesnosti měření pomocí tohoto typu náramku mohly být potvrzeny či vyvráceny.

Výzkumem validity měření energetického výdeje fitness náramku Garmin Vivofit se zabývali také Alsubheen a kolektiv (2016). Jejich výzkumu se zúčastnilo 13 probandů, kteří nosili náramek Garmin Vivofit na obou rukách po dobu pěti dní. Účastníci byli požádáni, aby prováděli pohybovou aktivitu podle vlastního rozhodnutí 1 hodinu každý den v době výzkumu a čtvrtý den přišli do laboratoře podstoupit měření bazálního metabolismu (BMR) a test na běhacím páse (chůze). Výsledky odhalily, že hodnoty BMR naměřené náramkem Garmin Vivofit nebyly odlišné od hodnot získaných prostřednictvím nepřímé kalorimetrie. Dále bylo zjištěno, že náramek Garmin Vivofit výrazně podhodnocoval měření energetického výdeje při chůzi po rovině na běhacím páse, avšak při nastavení většího sklonu pásu (stoupání) byly

naměřené hodnoty přesnější. Zjištěná korelace mezi energetickým výdejem a intenzitou cvičení byla silná. Na základě tohoto výsledku můžeme usuzovat, že v rámci studie Brookeho a kolektivu (2017) většina probandů po většinu času výzkumu prováděla aktivity nízké intenzity, a proto byl náramek Garmin Vivofit vyhodnocen jako méně validní v měření energetického výdeje než náramek Polar Loop. Avšak i přes omezení intenzitou cvičení Alsubheen a kolektiv (2016) o náramku Garmin Vivofit tvrdí, že je na obdobné úrovni v měření energetického výdeje jako podobná měřicí zařízení a doporučují ho ke sledování pohybové aktivity odborníkům i široké veřejnosti.

Výrobou fitness náramků se zabývá více společností, a tak na trhu můžeme najít i náramky jiných značek. Například značky Fitbit, Jawbone, Misfit Shine apod. Kooiman a kolektiv (2015) ve své studii ověřovali přesnost měření počtu kroků u 10 různých měřicích přístrojů v laboratorních i terénních podmínkách, mezi které patřily i fitness náramky Fitbit Flex, Jawbone Up, Misfit Shine, Nike + Fuelband SE a Withings Pulse. V laboratorních podmínkách bylo úkolem 33 probandů jít dvakrát 30 minut na běhacím páse rychlostí 4,8 km/hod. Výzkumu v terénních podmínkách se zúčastnilo 56 probandů, kteří nosili všech 10 měřicích přístrojů po dobu jednoho dne. Validita měření přístrojů byla vyhodnocena srovnáním naměřených hodnot každého měřicího přístroje s tzv. zlatými standardy (Optogait systém pro laboratorní podmínky a ActivPAL pro podmínky běžného života). Jako nejpřesnější byla vyhodnocena mobilní aplikace Lumoback, která měřila v laboratorních podmínkách s absolutní procentuální chybou -0,2 % a v terénních podmínkách s APE -0,4 %. Jako velmi přesný byl v laboratorních a terénních podmínkách (v závorkách uvedena APE v tomto pořadí) vyhodnocen i fitness náramek Misfit Shine (0,2 %, 1,1 %) a krokoměr Fitbit Zip (-0,3 %, 1,2 %). Jako nejméně validní se v této studii projevila mobilní aplikace Moves (9,6 %, -37,6 %) a fitness náramek Nike + Fuelband SE (-18 %, -24 %).

Zjišťováním validity měření fitness náramků Fitbit Flex, Garmin Vivofit a Jawbone UP se zabývali i Ming-De a kolektiv (2016), kteří prověřovali správnost zaznamenávání počtu kroků při různých rychlostech (3,24, 4,8, 6,42 a 8 km/hod) na běhacím páse a při provádění 6 běžných denních aktivit (sedavé aktivity – hraní počítačové hry na tabletu a skládání prádla, pěší aktivity – tlačení kočárku, nošení pytle a chůze do schodů a ze schodů) po dobu 5 minut. Absolutní procentuální chyby byly vypočteny porovnáním zaznamenaných kroků pomocí měřicích přístrojů s počtem reálně provedených kroků. Na běhacím páse byl Garmin Vivofit vyhodnocen jako nejpřesnější zařízení pro zaznamenávání počtu kroků a jeho APE se pohybovaly v rozmezí 1,5–4,2 % v závislosti na rychlosti, kdy s vyšší rychlostí byly APE

nižší. V rámci provádění běžných denních aktivit všechny náramky významně podhodnocovaly počty kroků při tlačení kočárku (APE 33% pro Garmin, APE 93,7 % pro Jawbone) a naopak nadhodnocovaly při skládání prádla vsedě (přibližně od 86,8 do 108,2 kroků). Náramek Garmin Vivofit se projevil jako validní i při dalších běžných denních aktivitách (APE při nošení pytle byla <3 % a při chůzi do schodů i ze schodů byla nižší než 10 %). Studie Ming-Deho a kolektivu (2016) potvrzuje informace získané v rámci této diplomové práce, že náramky značky Garmin jsou v porovnání s jinými typy fitness náramků vysoce validní v měření počtu kroků.

Zjišťováním informací o validitě fitness náramků značek Fitbit a Jawbone se zabývali i Evenson, Goto a Furberg (2015), kteří přezkoumali celkem 22 studií zabývajících se ověřováním přesnosti měření kroků, vzdálenosti, fyzické aktivity, energetického výdeje a monitoringu spánku. Porovnávané výzkumy byly prováděny v laboratorních i terénních podmínkách, u dospělých i mládeže. Evenson et al. (2015) uvedli, že je nejvíce studií ověřujících měření kroků, o něco méně studií zabývajících se měřením vzdálenosti a fyzické aktivity a nedostačující množství studií ověřujících validitu měření energetického výdeje a spánku.

V této studii se fitness náramky ověřovaly pouze v laboratorních podmínkách v běhu při třech rychlostech (8, 10 a 12 km/hod). Uživatelé je však budou nosit převážně v rámci běžného života, a tak by jejich validita měla být ověřena i v terénních podmínkách při provádění běžných denních aktivit. Kromě jejich ověření v terénu by měly být vybrané náramky Polar Loop 2, Garmin Vivofit 2, Garmin Vivofit 3 a Garmin VivoSmart dále porovnávány i s jinými typy fitness náramků.

7 ZÁVĚRY

- Ze všech sledovaných přístrojů s možností monitoringu počtu kroků byl vyhodnocen jako nejvalidnější pedometr Digiwalker SW-700, jehož průměry naměřených kroků se pohybují okolo 1000 reálně provedených kroků. Odchytky mezi jednotlivými měřeními u krokoměrů v různých rychlostech jsou velmi nízké, procentuální odchylka se pohybuje v rozmezí -0,06-0,19 %. Všechny záznamy pořízené krokoměry byly na základě kritéria ± 3 % vyhodnoceny jako 100% přesné a při aplikaci přísnějšího kritéria ± 1 % uspělo ve všech rychlostech více jak 93 % měření.
- Z fitness náramků byl vyhodnocen jako nejvalidnější pro měření počtu kroků Garmin VivoSmart, který při aplikaci kritéria ± 3 % v rychlostech 8 a 10 km/hod vykázal 100% úspěšnost v přesnosti měření. V rychlosti 12 km/hod jeho úspěšnost klesla průměrně na 91 % validních měření. V rámci kritéria ± 1 % bylo ve všech rychlostech vyhodnoceno více než 90 % měření u náramku Garmin VivoSmart jako přesné. Obdobně byl vyhodnocen i náramek Garmin VivoFit 2, u kterého kritérium ± 3 % splnilo ve všech rychlostech nad 96 % všech měření a přísnější kritérium ± 1 % splnilo 80 % až 100 % měření, v závislosti na rychlosti.
- Jako nejméně přesný byl vyhodnocen fitness náramek Polar Loop 2, jehož průměrné počty naměřených kroků se pohybovaly od 954,77 do 972,93. Bez ohledu na rychlost a stranu, na kterou byl náramek připevněn, vykazovaly náramky Polar velmi nízké procento úspěšnosti. V rámci kritéria ± 3 % bylo vyhodnoceno pouze 56,56 % měření jako validní a kritérium ± 1 % splnilo pouhých 16,67 % měření tohoto náramku.
- Při měření nebyly pozorovány rozdíly mezi pravou a levou stranou u krokoměrů Yamax a náramků Garmin. Rozdíly v měření mezi pravou a levou stranou jsou větší u náramků typu Polar, jejichž průměry rozdílů se pohybují od 27,63 do 31,17 kroků v závislosti na rychlosti. Na základě průměrného počtu kroků je jako méně přesný vyhodnocen náramek Polar umístěný na pravé ruce.
- Rozdíl v měření mezi muži a ženami při rychlostech 8 a 10 km/hod nebyl pozorován u žádného z měřicích přístrojů. V rychlosti 12 km/hod již byly pozorovány mírné rozdíly mezi muži a ženami u náramků značky Garmin, kdy u žen byla průměrně naměřena o 20 až 30 kroků větší odchylka od 1000 kroků. Stanovená kritéria přesnosti (± 3 % a ± 1 %) splnilo méně měření u žen než u mužů.

8 SOUHRN

Hlavní cílem diplomové práce bylo ověřit validitu a reliabilitu fitness náramků Polar Loop 2, Garmin VivoFit 2, Garmin VivoFit 3 a Garmin VivoSmart v laboratorních podmínkách při běhu ve třech rychlostech (8, 10 a 12 km/hod). Výzkum pro tuto studii byl proveden v laboratorních podmínkách, kde byly minimalizovány limity práce. Studie se zúčastnilo celkem 30 probandů, z toho 15 mužů a 15 žen. Měřicí přístroje byly probandovi upevněny na pravou i levou ruku či bok (krokoměr Yamax). Úkolem probandů bylo uběhnout přesně 1000 kroků na běhacím páse. Pro kontrolu správnosti měření jednotlivých přístrojů byl počet kroků zaznamenáván i metodou přímého pozorování. Data byla zpracována v programu Statistica 12CZ a Microsoft Excel 2007 a přehledně interpretována do výsledků této práce prostřednictvím tabulek. Validita měřících přístrojů byla stanovena pomocí kritéria $\pm 3 \%$ a kritéria $\pm 1 \%$. Získané výsledky mohou sloužit pro kontrolu jiných studií zabývajících se ověřením přesnosti měření fitness náramků či i pro širokou veřejnost jako podklad pro výběr kvalitního a validního přístroje pro měření kroků.

Jako nejspolehlivější a nejpřesnější fitness náramek byl stanoven Garmin VivoSmart, který se svými naměřenými hodnotami nejvíce blížil počtu reálně provedených kroků. Jako nejméně přesný v měření počtu kroků byl vyhodnocen náramek Polar Loop 2, u kterého byly také pozorovány rozdíly v měření na pravé a levé straně. Mírné rozdíly v měření počtu kroků u žen a mužů byly sledovány ve vyšších rychlostech (12 km/hod).

9 SUMMARY

The main aim of the thesis was to verify the validity and reliability of activity trackers Polar Loop 2, Garmin VivoFit 2, Garmin Vivofit 3 and Garmin VivoSmart in laboratory conditions while running at three speeds (8, 10 and 12 km/h). Research for this study was conducted in laboratory conditions, where the work limits were minimalized. The study involved a total of 30 subjects, 15 men and 15 women. The device was fastened on the right or left hand or side (pedometer Yamax). The subjects were asked to run exactly 1000 steps on the running belt. To check the accuracy of the measurement of individual devices, the number of steps was recorded by direct observation. Data were processed in Statistica 12CZ and Microsoft Excel 2007 and clearly interpreted through tables. The validity of measuring devices is determined by criteria $\pm 3\%$ and $\pm 1\%$ criteria. The results can be used to check other studies of verifying the accuracy of measurement of activity trackers or for the general public a basis for the selection of quality and a valid device for measuring steps.

The activity tracker Garmin VivoSmart was set as the most reliable and accurate measuring device whose results approached real number of steps. At least as accurate in measuring the number of steps was evaluated bracelet Polar Loop 2, which were also observed differences in the measurements of the right and left. Slight differences in the measurement of the number of steps in women and men were observed at higher speeds (12 km/h).

10 REFERENČNÍ SEZNAM

ActiGraph (2017). Retrieved 27.2.2017 from World Wide Web: <http://actigraphcorp.com/>

Alsubheen, S., George, A., Baker, A., Rohr, L., & Basset, F. (2016). Accuracy of the Vivofit Activity Tracker. *Journal Of Medical Engineering And Technology*, 1-9. doi:10.1080/03091902.2016.1193238

Andresová, M., & Novák, I. (2004). Měření energetické spotřeby organismu metodou nepřímé kalorimetrie a její užití v praxi. *Pediatric po promoci*, 1(1), 56–60.

Ainsworth, B. E., Haskell, W.L., Herrmann, S.D., Meckes, N., Bassett Jr., D.R., Tudor-Locke, C., Greer, J.L., Vezina, J., Whitt-Glover, M.C., Leon, A.S. (2011) Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2011;43(8):1575-1581. Retrieved 18. 2. 2016 from the World Wide Web: <https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/Activity-Categories/running>

Barisic, A., Leatherdale, S. T., & Kreiger, N. (2011). Importance of Frequency, Intensity, Time and Type (FITT) in Physical Activity Assessment for Epidemiological Research. *Canadian Journal of Public Health / Revue Canadienne de Sante'e Publique*, 102(3), 174.

Barreira, T. V., Bennett, J. P., & Minsoo, K. (2015). Validity of Pedometers to Measure Step Counts During Dance. *Journal Of Physical Activity & Health*, 12(10), 1430-1435.

Bednářiková H., Janura M. & Bizovská L. (2016). Využití akcelerometrů v hodnocení vlivu hipoterapie na provedení pohybu u dětí se spastickou formou dětské mozkové obrny – pilotní studie. *Rehabilitation & Physical Medicine / Rehabilitace A Fyzikalni Lekarstvi*, 23(4), 190-194.

Blahuš, P., & Měkota, K. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově* (1 st ed.). Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Brooke, S.M., Hyun-Sung, A., Seoung-Ki, K., Noble, J. M., Berg, K. E., & Jung-Min, L. (2017). Concurrent Validity of Wearable Activity Trackers under Free-living Conditions.

Journal of Strength & Conditioning Research (Lippincott Williams & Wilkins), 31(4), 1097-1107.

Bunc, V. (2009). Problémy a možnosti monitorování pohybových aktivit. In Mužík, V., Süß, V., *Tělesná výchova a sport mládeže v 21. století* (pp. 17-26). Brno: Masarykova univerzita.

Crocker, L., & Algina, J. (2008). *Introduction to classical and modern test theory*. Mason, OH: Cengage.

Desilets, P., & Mahar, M. T. (2016). Evaluation of the Basis Band Fitness Tracker. *International Journal Of Exercise Science*, 9(3), 258-269.

Ding, D., Lawson, K.D., Kolbe-Alexander, T.L., Finkelstein, E.A., Katzmarzyk, P.T., van Mechelen, W., & Pratt, M. (2016). The Economic Burden of Physical Activity: A Global Analysis of Major Non-communicable Diseases. *The Lancet*, 388, 1311 – 1324.

Evenson, K. R., Goto, M. M., & Furberg, R. D. (2015). Systematic Review of the Validity and Reliability of Consumer-wearable Activity Trackers. *International Journal Of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, 121-22. doi:10.1186/s12966-015-0314-1

FitZona (2017). Krokomeř Yamax SW 700. Retrieved 16.4.2017 from World Wide Web: <http://www.fitzona.cz/krokomer-yamax-sw-700-p378>

Frömel, K., Mitáš, J., & Chmelík, F. (2009). Výzkumně technické a metodologické aspekty monitoringu pohybové aktivity. In V. Mužík & V. Süß (Eds.), *Tělesná výchova a sport mládeže v 21. století* (pp. 27-33). Brno : Masarykova univerzita.

Garmin (2016a). *VivoFit® 2*. Retrieved 17.11.2016 from the World Wide Web: <http://www.garmin.cz/produkty/0/vivofamily/vivofit-2-black-hr.html>.

Garmin (2016b). *VivoFit® 3*. Retrieved 17.11.2016 from World Wide Web: <http://www.garmin.cz/produkty/sport/fitness-naramky/vivofit3/vivofit3-black-vel-l.html>.

Garmin (2016c). *VivoSmart® HR*. Retrieved 17.11.2016 from the World Wide Web: <https://buy.garmin.com/en-US/US/into-sports/health-fitness/VivoSmart-hr/prod531166.html#gallery-dialog>.

Geocatching (2017). Fitness náramky. Retrieved 2.3.2017 from World Wide Web: <http://kesky.cz/vybaveni/fitness-naramky/>.

Google Play (2017). *Endomondo Běh Cyklistika Chůze*. Retrieved 25.1.2017 from World Wide Web: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.endomondo.android&hl=cs>.

Goran, M. I. (1998). Measures Issues Related to Studies of Childhood Obesity: Assessment of Body Composition, Body Fat Distribution, Physical Activity, and Food Intake. *Pediatrics*, 101(3 Suppl.), 505–518.

Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F., Guthold, R., Haskell, W., Ekelund, U. (2012). Global Physical Activity Levels: Surveillance Progress, Pitfalls, and Prospects. *The Lancet*, 380, 247-257.

Hatano, Y. (1993). Use of the Pedometer for Promoting Daily Walking Exercise. *International Council for Health, Physical Education, and Recreation*, 29, 4-8.

Hendl, J., & Dobrý, L. (2011). *Zdravotní benefity pohybových aktivit: monitorování, intervence, evaluace*, (1st ed.). Praha: Univerzita Karlova.

Hnízdil, J., Škopek, M., & Havel, Z. (2012). Validita a reliabilita akcelerometru S3+ pro měření rychlosti chůze a běhu systémem Polar RCX5. *Studia Sportiva*, 6(1), 61-68.

Husted, H. M., & Llewellyn, T. L. (2017). The Accuracy of Pedometers in Measuring Walking Steps on a Treadmill in College Students. *International Journal Of Exercise Science*, 10(1), 146-153.

Chalfen, D. (2012). *Trénujeme na maraton a půlmaraton*. Marlborough: The Crowood Press.

Juránek, M. (2007). *Prostředky automatického řízení. Překlad – Akcelerometry*. Ostrava: VŠB Univerzita technická.

Kalman, M., Hamřík, Z., Pavelka, J. (2009). *Podpora pohybové aktivity pro odbornou veřejnost*. Olomouc: ORE-institut.

Kokkinos, P. (2012). Physical Activity, Health Benefits, and Mortality Risk. *ISRN Cardiology*, 1-14. doi:10.5402/2012/718789

Kooiman, T. M., Dontje, M. L., Sprenger, S. R., Krijnen, W. P., van der Schans, C. P., & de Groot, M. (2015). Reliability and Validity of Ten Consumer Activity Trackers. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 71-11.

Lee, J. A., Williams, S. M., Brown, D. D., & Laurson, K. R. (2015). Concurrent Validation of the Actigraph gt3x+, Polar Active Accelerometer, Omron HJ-720 and Yamax Digiwalker SW-701 Pedometer Step Counts in Lab-based and Free-living Settings. *Journal of Sports Sciences*, 33(10), 991-1000.

Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.

McKinney, J., Lithwick, D., Morrison, B., Heilbron, B., Nazzari, H., Krahn, A., & Isserow, S. (2016). The Health Benefits of Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness. *British Columbia Medical Journal*, 58(3), 131-137.

Makarová, A. (2010). Civilizační choroby. Retrieved 12.1.2017 from World Wide Web: <https://civilizacni-choroby.zdrave.cz/civilizacni-choroby/>.

Matera, M. (2016). *Validita a reliabilita fitness náramků pro měření počtů kroků v laboratorních podmínkách*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.

Měkota, K., & Cuberek, R. (2007). *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony* (1. vyd.). Olomouc: Univerzita Palackého.

Ming-De, C., Chang-Chih, K., Pellegrini, C. A., & Miao-Ju, H. (2016). Accuracy of Wristband Activity Monitors during Ambulation and Activities. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 48(10), 1942-1949.

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.

- Ndadza, M., Goon, D.T., & Tshitangano, T.G. (2015). Benefits of Physical Activity: The Views of the Elderly. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 387 – 400.
- Neuls, F., & Frömel, K. (2016). *Pohybová aktivita a sportovní preference adolescentek*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Nosek, M & Valter, L. (2010). Švihový způsob běhu – technika a biomechanika. Retrieved 27.2.2017 from World Wide Web: http://pf.ujep.cz/~nosek/atletika/hladke_sv_technika.html.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink* (1st ed.). Praha: Grada Publishing.
- Polar Electro (2016). *Funkce zařízení Polar Loop 2*. Retrieved 17.11.2016 from the World Wide Web: https://www.polar.com/cs/modelove_rady/lifestyle/loop2#features.
- Prukner, V., & Machová, I. (2012). *Didaktika atletiky*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Psotta, R., Vodička, P., Heller, J., & Soukup, V. (2007). Validita a reliabilita akcelerometru ACTIGRAPH model GT1M: pilotní studie. *Česká kinantropologie*. 11(2), 35-44.
- Roman, M. (2016). *Garmin Vivofit 3: elegantní fitness náramek*. Retrieved 17.11.2016 from World Wide Web: <https://behejsrdcem.com/clanky/garmin-vivofit-3/>.
- Sato, M., Du, J., Inoue, Y. (2016). Rate of Physical Activity and Community Health: Evidence from U.S. Countries. *Journal of Physical Activity and Health*, 13, 640-648.
- Schultz, K.S., & Whitney, D.J. (2005). *Measurement theory in action: Case studies and exercises*. Thousand Oakes: Sage Publications.
- Seman, P., Stejskal, P. (2014). Nedostatečná pohybová aktivita a metabolický syndrom. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 23(3), 178-180.
- Sigmund, E. (2012). *Vybrané metodologické aspekty etiky výzkumu* [Učební texty]. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Sigmund, E., Frömel, K., & Novosad, J. (2001). Validita a reliabilita určování energetického výdeje pomocí akcelerometrů a pedometrů. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 10(1), 11-24.

Sigmund, E., & Sigmundová, D. (2011). *Pohybová aktivita pro podporu zdraví dětí a mládeže*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Sigmund, E., Sigmundová, D., & Šnoblová, R. (2011). Monitorování lokomoční pohybové aktivity dětí pomocí pedometrů: přesnost, doporučení a praktické příklady. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 20(1), 17-23.

Smartings (2016). *SMART WATCH DZ09*. Retrieved 15.4.2017 from World Wide Web: <https://www.smartings.cz/smartwatch-dz09/>

Sovová, E., & Pastucha, D. (2012). Přehled doporučení pro předpis pohybové aktivity v primární prevenci onemocnění. *General Practitioner / Prakticky Lekar*, 92(8), 437-439.

Šeflová, I. (2014). *Pohyb a zdraví: inovace výuky tělesné výchovy a sportu na fakultách TUL v rámci konceptu aktivního životního stylu*. Liberec: TUL.

Šimůnek, A., Dygrýn, J., Gába, A., Jakubec, L., Stelzer, J., & Chmelík, F. (2016). Validity of Garmin Vivofit and Polar Loop for Measuring Daily Step Counts in Free-living Conditions in Adults. *Acta Gymnica*, 46(3), 129-135.

Thomas, J. R., & Nelson, J. K. (2001). *Research methods in physical activity* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Urbánek, T., Denglerová, D., Širůček, J. (2011). *Psychometrika: měření v psychologii*. Praha: Portál.

Vašíčková, J., Górna-Łukasik, K., Groffik, D., Frömel, K., Skalík, K., Svozil, Z., & Wąsowicz, W. (2012). Knowledge in Adolescent Girl and Boys Related to Physically Active and Healthy Lifestyle. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 42(1), 27-33.

Vařeková, J., & Dařová, K. (2014). Pohybová aktivita a kognitivní funkce. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 23(4), 210-215.

Vilikus, Z. et al. (2015). *Výživa sportovců a sportovní výkon*. Praha: Univerzita Karlova v Praze.

Vuori, I. (2016). Challenges of Physical Activity Counseling in Primary Health Care. / Herausforderungen der ärztlichen Bewegungsberatung in der medizinischen Grundversorgung. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*, 67(4), 85-88.

Welk, G. J., Differding, J. A., Thompson, R. W., Blair, S. N., Dizura, J., & Hart, P. (2000). The Utility of the Digi-Walker Step Counter to Assess Daily Physical Activity Patterns. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 32, S481-S488.

World Health Organization (2002). *A physically Active Life through Everyday transport: with special focus on children and older people and examples and approaches from Europe*. Copenhagen: Autor.

World Health Organization (2017). *Physical activity*. Retrieved 9.3.2017 from World Wide Web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/en/>.

11 ZÁZNAMNÍ ARCH

Iniciály:

Pohlaví:

Věk:

Výška:

Hmotnost:

8 km/h

										100
										200
										300
										400
										500
										600
										700
										800
										900
										1000

10 km/h

										100
										200
										300
										400
										500
										600
										700
										800
										900
										1000

12 km/h

										100
										200
										300
										400
										500
										600
										700
										800
										900
										1000

8 km/h

Pravá				Levá			
Před měřením		Po měření		Před měřením		Po měření	
Y		Y		Y		Y	
P		P		P		P	
GVF 2		GVF 2		GVF 2		GVF 2	
GVS		GVS		GVS		GVS	
GVF 3		GVF 3		GVF 3		GVF 3	

10 km/h

Pravá				Levá			
Před měřením		Po měření		Před měřením		Po měření	
Y		Y		Y		Y	
P		P		P		P	
GVF 2		GVF 2		GVF 2		GVF 2	
GVS		GVS		GVS		GVS	
GVF 3		GVF 3		GVF 3		GVF 3	

12 km/h

Pravá				Levá			
Před měřením		Po měření		Před měřením		Po měření	
Y		Y		Y		Y	
P		P		P		P	
GVF 2		GVF 2		GVF 2		GVF 2	
GVS		GVS		GVS		GVS	
GVF 3		GVF 3		GVF 3		GVF 3	