

KALORIJU PATĒRIŅA NOTEIKŠANAS ATŠKIRĪBAS UZ VELOERGOMETRA UN MOBILAJĀS LIETOTNĒS

Differences about Calorie Intake Measurement Across Fitness Device and Mobile Apps

Voldemārs Arnis

Rīga Stradiņš University, Latvia

Ramona Buliņa

Rīga Stradiņš University, Latvia

Una Veseta

Rīga Stradiņš University, Latvia

Irēna Upeniece

Rīga Stradiņš University, Latvia

Indra Vīnberga

Rīga Stradiņš University, Latvia

Abstract. Various technologies are increasingly used in sports and fitness classes. Portable fitness devices are the fastest growing fitness trend worldwide in the recent years (Thompson, 2019). More and more people are using fitness bracelets, smart watches, GPS tracking devices and fitness apps on mobile phones. One of the most commonly used functions in both portable fitness devices and stationary technology is the measurement of calories intake. The simplest, most convenient, and cheapest way to measure calorie intake (CI) is smart devices and custom mobile apps (Ramirez, 2018) that store and process data. However, not all of these devices are accurate and objective enough. Aim of the study: to find out and evaluate the calorie intake of a bicycle ergometer and various mobile apps under different physical loads. CI at various physical loads was determined using the MONARK ERGOMEDIC 839E cycling and applications. Comparing the measurement difference between the apps and the ergometer, it was found that the lowest load difference was for all apps, the least difference was for the POLAR app and the highest was for the SAMSUNG app, and the mid to higher load for the SAMSUNG app. App calorie intake figures are closer to those of the ergometer at peak load.
Keywords: calorie intake, ergometer, mobile app.

Ievads

Introduction

Vispasaules fitnesa tendenču aptaujas rezultāti liecina, ka viedierīču pielietošana nodarbību laikā ir visstraujāk augoša tendence pēdējos gados

(Thompson, 2018; Thompson, 2019). Šī tendence tiek novērota kopš 2016. gada. Mūsdienās ir pieejams plašs viedierīču klāsts kā fitnesa aprocēs, viedpulksteņi, sirdsdarbības monitori un GPS izsekošanas ierīces. Ierīces tiek aprīkotas ar sensoriem, tādiem kā akselerometru, pulsa oksimetru un pedometru. Sensori ļauj ierīcēm iegūt un uzraudzīt informāciju par fizioloģiskiem parametriem, piemēram, soļu skaitu, sirdsdarbības frekvenci, enerģijas patēriņu un maksimālo skābekļa patēriņu (VO_{2max}). Šos parametrus izmanto treniņu kontrolei un aptaukošanās ārstēšanai un profilaksei. Tomēr šo ierīču precizitāte, lielākoties nav zināma. Spēja novērtēt enerģijas patēriņu dažādās fiziskās aktivitātēs ir ārkārtīgi svarīga neinfekcijas slimību, tostarp nepietiekama uztura, pārmērīga uztura (aptaukošanās) un diabēta, kontekstā (Andrew, Najat, & Nuala, 2014).

Viens no parametriem, kas interesē ierīces lietotāju, ir kaloriju patēriņš (KP) gan ikdienā, gan fizisku aktivitāšu laikā. Precīzi to noteikt ir iespējams tikai speciālās laboratorijās ar tam paredzētām ierīcēm (kalorimetriem), vai gāzu analizatoriem. Tomēr vienkāršākais, ērtākais un lētākais KP noteikšanas veids ir viedierīces un tam pielāgotas mobilās lietotnes (Ramirez et al., 2018), kas saglabā un apstrādā datus. Šīs ierīces nosaka KP pēc lietotāja sirdsdarbības frekvences un ievadītajiem datiem par lietotāju.

Pētījumos, kuros tika pārbaudīta ierīču precizitāte, galvenokārt rezultāti tiek salīdzināti ar netiešu kalorimetriju, izmantojot gāzu analizatorus. Dalībniekiem tika izmantotas dažādas ierīces, tika veiktas dažāda veida fiziskās aktivitātes, kuru laikā tika noteikts patērēto kaloriju daudzums (Bhammar et al., 2016; Brown et al., 2010; Chowdhury et al., 2017).

Pētījumos (Beekley et al., 2004; Garatachea et al., 2007) tika parādīts, ka KP noteikšana uz precīza veloergometra pie dažām slodzēm ir relatīvi līdzīga netiešai kalorimetrijai, jo aprēķinātais skābekļa patēriņš gandrīz neatšķiras no izmērītā, kas ļauj uzskatīt, ka šāda metode ir efektīva KP noteikšanai.

Pētījuma mērķis: noskaidrot un novērtēt veloergometra un dažādu mobilo lietotņu kaloriju patēriņa noteikšanu dažādu fizisku slodžu apstākļos.

Literatūras apskats *Literature review*

Enerģijas patēriņš attiecas uz kaloriju daudzumu, ko cilvēks patērē, lai nodrošinātu: elpošanu, asins cirkulēšanu, vielmaiņas procesu un būtu fiziski aktīvs. Lai novērstu ķermeņa svara palielināšanos un aptaukošanos, uzņemto kaloriju daudzumam jābūt sabalansētam ar patērēto (McArdle, Katch, & Katch, 2016).

Miera vielmaiņas, dienas kopējo un fiziskās aktivitātes enerģijas patēriņa (EP) noteikšanai pielieto dažādas metodes (Andrew, Najat, & Nuala, 2014, Aparicio-Ugarriza et al., 2015; Rousset et al., 2015), precīzākās no tām ir

laboratoriskie izmeklējumi ar dārgām ierīcēm, tādām kā tiešu kalorimetru un netiešu kalorimetru (pētījumos tika salīdzināti tādi kalorimetri, kā Cosmed K4b2 (Cosmed, Rome, Italy), Cortex Metamax II (Cortex, Leipzig, Germany), Cortex Metamax 3B (Cortex Pty Ltd, Leipzig, Germany), and Jaeger Oxycon Mobile (Erich Jaeger, Viasys Healthcare, Germany)). EP noteikšanai lieto papildus pārnēsājamas ierīces, bet to precizitāte un uzticamība mainās no pētījuma līdz pētījumam, un vairums ierīču EP noteikšanai balstās uz tādiem rādītājiem, kā akselerometrs un sirds darbības frekvences josta.

Netiešā kalorimetrija pamatojas uz gāzu apmaiņas noteikšanu, jeb patērētās enerģijas aprēķināšanu pēc gāzu tilpumu mērījumiem. Pēc šīs metodes nosaka laika vienībā patērētā skābekļa un izdalītās ogļskābās gāzes daudzumu. Skābeklis tiek izmantots uzturvielu oksidēšanai, bet ogļskābā gāze rodas kā oksidēšanas galaprodukts. Jo vairāk organisms patērē skābekli un izdala ogļskābo gāzi, jo vairāk enerģijas atbrīvojas. Tā pēc gāzu apmaiņas var netieši spriest par enerģijas maiņu.

Jāatzīmē, ka šādi enerģijas patēriņa noteikšanas veidi notiek laboratoriskajos apstākļos un ir ļoti dārgi.

Viens no būtiskiem jebkuras KP noteikšanas pieejas trūkumiem neatkarīgi no sarežģītības līmeņa ir ierīces integritāte. Tas iekļauj katras ierīces drošumu un to, vai ierīce ir kalibrēta individuāli katram lietotājam, lai iegūtu maksimālu precizitāti (Klass, Faoro, & Carpentier, 2019).

Lai noteiktu KP treniņos, praksē plašu pielietojamību ieguvuši veloergometri un skrejceļi, ar kuru palīdzību var iestatīt standartizētas darba slodzes. Pie ergometriem pieskaitāmi arī steperi, un airēšanas trenāžieris. Pētījumos tika salīdzināts KP starp trenāžieriem pie dažādām slodzēm, lietojot netiešās kolorimetrijas metodi (Barfield, Sherman, & Michael, 2003; Brown et al., 2006; Garatachea et al., 2007; Gaesser et al., 2017).

Pētījumos (Beekley et al., 2004 un Garatachea et al., 2007) pierādīts, ka pie dažām slodzēm uz veloergometra aprēķinātais skābekļa patēriņš gandrīz neatšķiras no izmērītā, kas ļauj uzskatīt, ka šāda metode ir efektīva KP noteikšanai.

Situācijās, kad ir iespējama precīza darba novērtēšana, enerģijas patēriņu, kas izteikts skābekļa patēriņa apjomā VO_2 (ml/kg/min), var noteikt pēc aprēķinu sērijas. Vienādojumi, kas izmantoti aprēķiniem, pamatojas uz zināmo skābekļa patēriņu pie vienmērīgas slodzes (ACSM, 2014).

Pētījumos, kuros ir salīdzināts KP, kas noteikts ar netiešo kalorimetriju, jeb gāzu analizatoriem un dažādām citām ierīcēm ir konstatēta lielāka vai mazāka atšķirība (Johnson et al., 2016; Lee, 2013; Roos et al., 2017; Rousset et al., 2015; Yvonne et al., 2017). Mūsdienā populārās plaukstas locītavas tehnoloģijas rāda tikai vāju vai vidēju enerģijas patēriņa precizitāti (Gilgen-Ammann, Schweizer, & Wyss, 2019). Salīdzinot trīs jaunāko viedierīču Apple Series 1 Watch, LifeTrak

Core C200 un Fitbit Charge HR noteikto kaloriju patēriņu ar netiešo kalorimetriju pie sešiem dažādiem skriešanas ātrumiem tika noskaidrots, ka pie maza skriešanas ātruma (53,6 m/min) kļūda ir no 39% līdz 130%, bet pie liela skriešanas ātruma (virs 160 m/min) kļūda ir zem 10% (Zhang et al., 2019). Arī pēdējo gadu komerciāli pieejamās uz plaukstas locītavu valkājāmās viedierīces nav pietiekami precīzas un to kļūda kaloriju patēriņa noteikšanā salīdzinot ar netiešo kalorimetriju pārsniedz 10% (Passler, Bohrer, Blöchinger, & Senner, 2019).

Pētījumos (Shcherbina et al., 2017; Wallen et al., 2016) tika salīdzināti vairāku viedpulksteņu sirdsdarbības frekvences (SF) un KP mērījumi pie dažādām aktivitātēm, t.sk. uz velotrenažiera, ar netiešās kalorimetrijas palīdzību. Tika noskaidrots, ka KP noteikšanā bija kļūda, un šī kļūda bija ievērojami lielāka nekā SF noteikšanā. Pētījuma autori norādīja, ka pie zemākām slodzēm kļūdas bija lielākas, nekā pie augstākām. Tā kā KP noteikšana viedierīcēs un lietotnēs balstās uz algoritmiem, kas iekļauj ne tikai pulsometra mērījumus, bet arī citu iebūvēto rīku mērījumus, viens no iemesliem rezultātu atšķirībā varētu būt daļēja algoritmu pielietošana, piemēram, akselerometra izmantošana. Pētījumos (Erdogan, Cetin, Karatosun, & Baydar, 2010; Brugniaux et al., 2010) tika salīdzināti gan pulsometra, gan akselerometra/pedometra rezultāti, un secināts, ka tos var pielietot KP noteikšanā.

Metodoloģija *Methodology*

Pētījumā piedalījās 12 brīvprātīgie (6 vīrieši, 6 sievietes). Iekļaušanas kritēriji: vecums 20–40 gadi; veseli, fiziski aktīvi cilvēki, kuri trenējas vismaz 3 stundas nedēļā; sirdsdarbības frekvence miera stāvoklī 50-70 reizes minūtē; ķermeņa masas indekss 20-25. Izslēgšanas kritēriji: akūtas un hroniskas saslimšanas; kaitīgie ieradumi; paaugstināta sirdsdarbības frekvence miera stāvoklī; sirdsdarbības ritma traucējumi.

Darba gaitā KP noteikšanai tika izmantotas sekojošas ierīces: viedpulksteņi SAMSUNG GEAR SPORT 063F (Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, South Korea), no kuriem tika nolasīti dati eksperimenta laikā; divas pulsa jostas POLAR H7 (Polar Electro OY, Finland). No vienas jostas dati tika pārraidīti lietotnei POLAR BEAT (Polar Electro OY, Finland), kas uzstādīta planšetdatorā LENOVO (Lenovo Group Ltd., China), no otras – lietotnei ENDOMONDO (Under Armour, USA), kas uzstādīta mobilajā tālrunī IPHONE S5 (Apple Inc, USA). Testēšana notika uz veloergometra MONARK ERGOMEDIC 839E (Monark AB, Varberg, Sweden) un dati tika pārraidīti lietojumprogrammatūrai ERGOMEDIC ANALYSIS SOFTWARE (Monark AB, Varberg, Sweden).

Mobilo lietotņu un viedierīces kalibrēšanas pamatā bija to personalizēšana, ievadot personas datus, kā arī bija nepieciešams norādīt fizisko aktivitāšu

biežumu un fiziskās aktivitātes veidu (velotrenažieris). Viedpulkstenis SAMSUNG tika personalizēts ar SAMSUNG HEALTH lietotnes palīdzību, tāpat kā iepriekšējās lietotnes. Pēc saglabāšanas, dati tika automātiski atjaunoti viedierīcē. SF tika noteikts ar sirds ritma sensoru pulksteņu mugurpusi.

Dalībniekam pie krūškurvja tika piestiprinātās 2 pulsa jostas POLAR H7, viedpulksteņi SAMSUNG uzlikti uz kreisās rokas. Ierīču darbība pārbaudīta ar mobilu lietotņu palīdzību, tika pārbaudīta sirdsdarbības frekvence. Noregulēts sēdeklis ergometram. Uzsākot darbu uz ergometra, vienlaicīgi, tika ieslēgtas visas lietotnes un viedpulkstenis.

Dalībniekam bija jāmin pedāļi, uz veloergometra MONARK (frekvence 60 apgriezieni minūtē) pie dažādām slodzēm: vīriešiem 50W, 100W un 150W jauda; sievietēm 50W, 75W un 100W jauda. Slodze palielinājās ik pēc 10 minūtēm bez pārtraukuma un atpūtas. Katrai slodzei noteikti divi režīmi: iesildīšanās un testēšanas. Iesildīšanās režīma ilgums ir 5 minūtes, kad iestājas plato fāze un muskuļu prasība pēc skābekļa tiek pilnība apmierināta, un SF paliek gandrīz nemainīga. Tad sākas testēšanas režīms. Testēšanas protokolā tika pierakstīti dati par KP ik pēc katra režīma (pēc 5 minūtēm) un tika kontrolēta SF ar POLAR jostu palīdzību.

Pētījuma dati tika apstrādāti ar programmu Microsoft Excel 2016 (Microsoft, Redmond, WA, ASV) un IBM SPSS Statistics (IBM Corp., Armonk, NY, ASV).

Datu analīzei tika lietotas šādas aprakstošās un analītiskās statistikas metodes:

- Datu normālsadalījums tika pārbaudīts ar Šapiro-Vilka testu (kad dalībnieku skaits <50). Tika pārbaudīts lietotņu un ergometra starpības normālsadalījums (Analyze->Descriptive Statistics->Expole). Ja izpildījās nosacījums, ka p-vērtība >0,05, tad dati tika attēloti kā vidējā vērtība (Mean) un standartnovirze (SD, St.Dev)
- Datu salīdzināšanai pa grupām, tika izvirzīta hipotēze H_0 , ka lietotņu mērījumi pa jaudām ir vienlīdzīgi un atšķirību nav. Hipotēzes pārbaudei izmantots viens no faktora dispersijas analīzes rīkiem, t.i., ANOVA tests;
- Parametriem, kuru vērtības neatbilda normālsadalījumam (p-vērtība<0,05), datu salīdzināšanai pielietots Post Hoc Tukey HSD tests. Tests parāda, kuru grupu dati ievērojami atšķiras vieni no otras.

Pētījuma rezultāti

Results

Tika noskaidrots KP pie dažādām fiziskajām slodzēm uz ergometra, viedpulksteņiem un mobilajās lietotnēs. Tika izrēķināts kaloriju patēriņš minūtē

(kcal/min) testēšanas režīmā. Ierīču vidējas vērtības un standartnovirze atspoguļota 1.tabulā.

1.tabula Kaloriju patēriņš pie jaudas 50W, 75-100W, 100-150W
Table 1 Calorie consumption at power 50W, 75-100W, 100-150W

Ierīce/jauda Vidēji (±SD)	MONARK	POLAR	ENDOMONDO	SAMSUNG
50W	3.68 (±0.28)	4.6 (±1.99)	5.62 (±2.06)	6.63 (±1.47)
75-100W	6.58 (±0.95)	8.16 (±2.40)	8.73 (±2.94)	6.96 (±1.57)
100-150W	9.36 (±1.88)	11.16 (±3.08)	11.56 (±3.18)	8.76 (±1.71)

Pēc Šapiro-Vilka testa (ja dalībnieku skaits <50) tika pārbaudīts lietotņu un ergometra starpības normālsadalījums (sk.2.tab.). Kā redzams, p-vērtība (Sig.) ir lielāka par 0,05, tātad atšķirību starp lietotni un ergometru nav, un kļūdas ir līdzīgas.

Salīdzināšanai starp mērījumiem un to kļūdām pa jaudām tika izvirzīta hipotēze H_0 , ka lietotņu mērījumi pa jaudām ir vienlīdzīgi un atšķirību nav. Hipotēzes pārbaudei izmantots ANOVA tests, Levena tests izlašu homogenitātes noteikšanai un Post Hoc Tukey tests atšķirību noteikšanai starp lietotnēm grupā (pie noteiktas jaudas).

2.tabula Tests par normalitāti
Table 2 The test of normality

Grupa		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Jauda 50W	Polar	,211	11	,183	,931	11	,420
	Endomondo	,202	11	,200*	,939	11	,510
	Samsung	,170	7	,200*	,931	7	,561
Jauda 75-100W	Polar	,154	11	,200*	,968	11	,862
	Endomondo	,194	11	,200*	,911	11	,253
	Samsung	,191	7	,200*	,878	7	,218
Jauda 100-150W	Polar	,180	11	,200*	,933	11	,438
	Endomondo	,197	11	,200*	,928	11	,390
	Samsung	,253	7	,197	,850	7	,122

Lavena tests nosaka grupu dispersijas atšķirības nozīmīguma līmeni. Rezultāti parāda vai pastāv nozīmīga atšķirība starp lietotnēm pie konkrētas jaudas, pamatojoties uz lietotņu vidējo vērtību. Kā redzams tabulā (sk.3.tab.) atšķirības starp lietotņu mērījumiem nav nozīmīgas, tātad tie ir homogēni (p-vērtība >0,05)

3.tabula *Dispersijas homogenitāte*
Table 3 *Test of Homogeneity of Variances*

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Jauda_1	,189	2	26	,829
Jauda_2	,633	2	29	,538
Jauda_3	,067	2	29	,935

ANOVA testa dispersijas analīze parādā vai atšķirība starp lietotņu mērījumiem pie konkrētās jaudas ir vai nav nozīmīga. Nozīmīga atšķirība pastāv starp lietotnēm pie trešās jaudas (p-vērtība=0,01) (sk.4.tab).

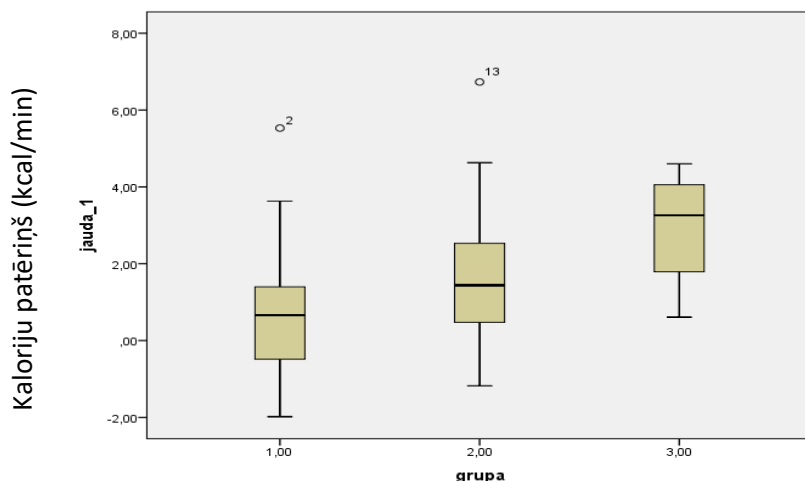
4.tabula *ANOVA (Dispersijas analīze)*
Table 4 *ANOVA (Analysis of variance)*

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
jauda_1	Between Groups	16,811	2	8,405	1,990	,157
	Within Groups	109,820	26	4,224		
	Total	126,631	28			
jauda_2	Between Groups	18,928	2	9,464	2,067	,145
	Within Groups	132,805	29	4,579		
	Total	151,733	31			
Jauda_3	Between Groups	54,647	2	27,324	5,418	,010
	Within Groups	146,246	29	5,043		
	Total	200,893	31			

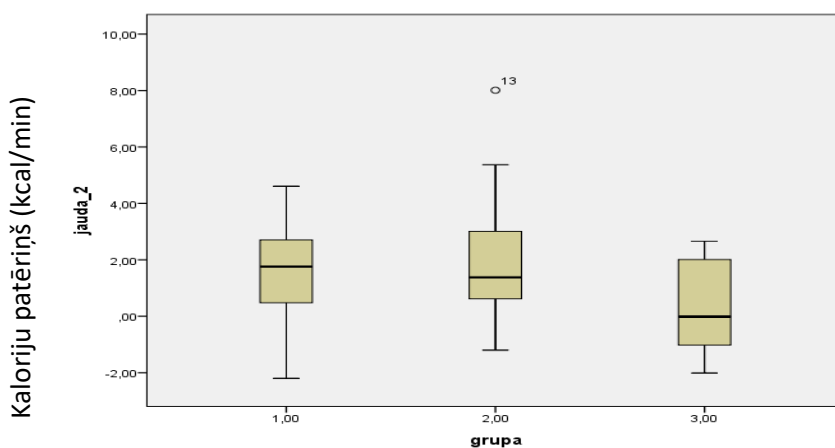
Lai noteiktu starp kurām lietotnēm pastāv atšķirība, tika pielietots Post Hoc tests, un tika iegūta statistiski ticama atšķirība starp SAMSUNG un POLAR grupu (p-vērtība=0,034), un starp SAMSUNG un ENDOMONDO grupu (p-vērtība=0,013). Starp POLAR un ENDOMONDO nav nozīmīgas atšķirības. Tas nozīmē, kā pie jaudas 100-150W SAMSUNG dati nozīmīgi atšķiras.

Kaloriju patēriņa novērtējums lietotnēm pret ergometru attēlots grafiski, kur 1 – POLAR lietotne, 2 – ENDOMONDO lietotne, 3 – SAMSUNG lietotne (sk.1.,2.,3.att.):

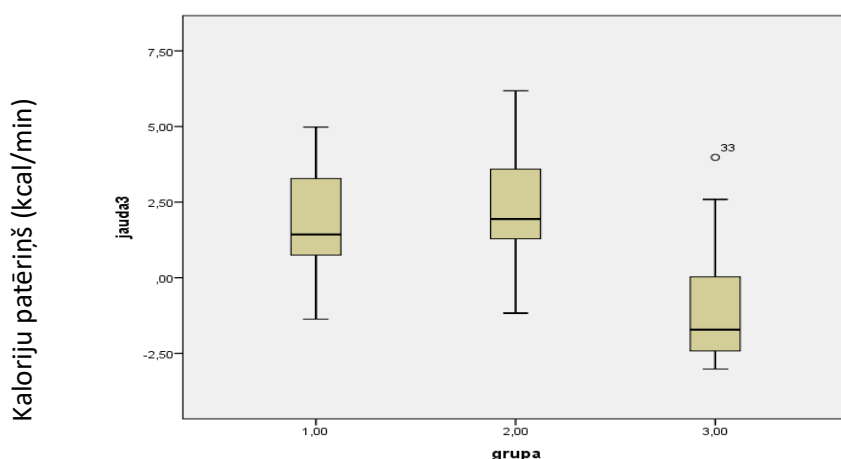
Pēc rezultātiem redzams, ka starp kopas datiem, apskatot visas jaudas, mērījumi bija līdzīgi vai tuvi ergometra mērījumiem. Pie jaudas 50W tuvākais rezultāts bija POLAR lietotnei, pie jaudām 75-100W un 100-150W – viedpulksteņiem SAMSUNG.



1.attēls. Kaloriju patēriņš attiecībā pret ergometru pie jaudas 50W
Figure 1 Calorie consumption relative to ergometer at capacity 50W



2.attēls. Kaloriju patēriņš attiecībā pret ergometru pie jaudas 75-100W
Figure 2 Calorie consumption relative to ergometer at capacity 75-100W



3.attēls. Kaloriju patēriņš attiecībā pret ergometru pie jaudas 100-150W
Figure 3 Calorie consumption relative to ergometer at capacity 100-150W

Datu salīdzināšanai tika aprēķināta starpība starp lietotni un ergometru. Pie jaudas 50W starpība starp POLAR un MONARK vidēji sastāda 0,92 kalorijas, starp ENDOMONDO un MONARK - 1,94 kalorijas, starp SAMSUNG un MONARK – 2,88 kalorijas. Pie jaudas 75-100W starp POLAR un MONARK vidēji sastāda 1,58 kalorijas, starp ENDOMONDO un MONARK - 2,14 kalorijas, starp SAMSUNG un MONARK – 0,28 kalorijas. Pie jaudas 100-150W starpība starp POLAR un MONARK vidēji sastāda 1,80 kalorijas, starp ENDOMONDO un MONARK - 2,20 kalorijas, starp SAMSUNG un MONARK – -0,79 kalorijas, t.i., lietotnes mērījums zemāks par ergometra).

Pie augstākās slodzes lietotņu mērījumi ir līdzīgi ergometra rezultātiem. Tomēr visas izmantotās ierīces parādīja mērījumu kļūdu salīdzinājumā ar ergometru: POLAR - 19% (1,80 kcal), ENDOMONDO - 24% (2,20 kcal) un mazākā kļūda un līdzīgāks rezultāts SAMSUNG – -8% (-0,79 kcal), kurai bija nozīmīga atšķirība no citām lietotnēm ($p=0,01$).

Diskusija *Discussion*

Darba gaitā tika noskaidrots un novērtēts ergometra un dažādu mobilo lietotņu kaloriju patēriņš dažādu fizisku slodžu apstākļos.

No ergometra pielietošanas pieredzes var secināt, ka pēc aprēķiniem iegūtie rezultāti ir relatīvi līdzīgi netiešās kalorimetrijas rezultātiem (Beekley et al., 2004; Garatachea et al., 2007), tātad ievērojami precīzāki salīdzinājumā ar mobilo lietotņu un viedpulksteņu mērījumiem.

Vislielākā kaloriju patēriņa atšķirība starp lietotnēm bija pie zemākās slodzes. Arī citos pētījumos (Shcherbina et al., 2017; Wallen et al., 2016) tika salīdzināti vairāku viedpulksteņu SF un KP mērījumi pie dažādām aktivitātēm, t.sk. uz velotrenažiera, ar netiešās kalorimetrijas palīdzību. Tika noskaidrots, ka bija kļūda KP noteikšanā, un kļūda bija krietni lielāka nekā SF noteikšanā. Pētījuma autori norādīja, ka pie zemākām slodzēm kļūdas bija lielākas, nekā pie augstākām, kas bija novērots arī šī darba ietvaros. Arī citā pētījumā ir noskaidrots, ka pie lielākām slodzēm pārnēsājamo viedierīču kaloriju patēriņa mērījumi ir tuvāki netiešās kalorimetrijas mērījumiem gan skriešanas, gan riteņbraukšanas laikā (Klass, Faoro, & Carpentier 2019). Salīdzinot trīs jaunāko viedierīču Apple Series 1 Watch, LifeTrak Core C200 un Fitbit Charge HR noteikto kaloriju patēriņu ar netiešo kalorimetriju pie sešiem dažādiem skriešanas ātrumiem tika noskaidrots, ka jo lielāks skriešanas ātrums, jo mazāka kaloriju patēriņa noteikšanas kļūda (Zhang et al., 2019).

Pētījumu dati ir pretrunīgi un daļā pētījumos noskaidrots, ka vismazākā kaloriju patēriņa noteikšanas procentuālā kļūda, salīdzinot viedpulksteņa Polar Vantage noteikto kaloriju patēriņu ar netiešo kalorimetriju bija sēžot un lasot

(9,1%), bet vislielākā kļūda (31,4%) vidējas intensitātes mājsaimniecības darbu laikā (Gilgen-Ammann, Schweizer, & Wyss, 2019). Mūsu pētījumā tika konstatēts, ka pie augstākās slodzes lietotņu kaloriju patēriņa rādītāji ir tuvāki ergometra kaloriju patēriņa rādītājiem, tomēr visas izmantotas ierīces parādīja mērījumu kļūdu salīdzinājumā ar ergometru: POLAR - 19% (1,80 kcal), ENDOMONDO - 24% (2,20 kcal) un mazākā kļūda un līdzīgāks rezultāts SAMSUNG – -8% (-0,79 kcal), kurai bija nozīmīga atšķirība no citām lietotnēm ($p=0,01$).

Tā kā KP noteikšana viedierīcēs un lietotnēs balstās uz algoritmiem, kas iekļauj ne tikai pulsometra mērījumus, bet arī citu iebūvēto rīku mērījumus, viens no iemesliem rezultātu atšķirībā varētu būt daļēja algoritmu pielietošana. Būtu nepieciešama akselerometra izmantošana. Pētījumos (Erdogan, Cetin, Karatosun, & Baydar, 2010; Brugniaux et al., 2010) tika salīdzināti gan pulsometra, gan akselerometra/pedometra rezultāti un secināts, ka tos var pielietot KP noteikšanā.

Salīdzinot kaloriju patēriņu, kas noteikts ar piecām uz plaukostas locītavām valkājām tehnoloģijām un netiešo kalorimetriju, tika noskaidrots, ka arī pēdējo gadu komerciāli pieejamās uz plaukostas locītavu valkājāmās viedierīces nav pietiekami precīzas un to kļūda kaloriju patēriņa noteikšanā salīdzinot ar “zelta standartu”, jeb netiešo kalorimetriju pārsniedz 10% (Passler, Bohrer, Blöching, & Senner, 2019).

Secinājumi **Conclusion**

1. Noskaidrojot kaloriju patēriņu pie dažādām fiziskajām slodzēm, starp mobilajām lietotnēm tika secināts, ka pie zemākās slodzes rezultāti ir atšķirīgi visām lietotnēm. Zemākais rādītājs bija POLAR lietotnei un augstākais – SAMSUNG lietotnei. Pie vidējās un augstākās slodzes zemākais rādītājs bija SAMSUNG lietotnei, POLAR un ENDOMONDO rādītāji bija gandrīz līdzīgi.
2. Salīdzinot mērījumu atšķirību starp lietotnēm un ergometru, noskaidrots, ka pie zemākās slodzes atšķirība bija visām lietotnēm, vismazākā atšķirība bija POLAR lietotnei un vislielākā - SAMSUNG lietotnei, pie vidējās un augstākās slodzes SAMSUNG lietotnei bija vismazākā atšķirība.
3. Lietotņu kaloriju patēriņa rādītāji ir tuvāk ergometra rādītājiem pie augstākās slodzes.

Summary

Various technologies are increasingly used in sports and fitness classes. Portable fitness devices are the fastest growing fitness trend worldwide in the recent years (Thompson, 2019). More and more people are using fitness bracelets, smart watches, GPS tracking devices and fitness apps on mobile phones. One of the most commonly used functions in both portable fitness devices and stacon technology is the measurement of calories intake. The simplest, most convenient, and cheapest way to measure calorie intake (CI) is smart devices and custom mobile apps (Ramirez, 2018) that store and process data. However, not all of these devices are accurate and objective enough.

Aim of the study: to find out and evaluate the calorie intake of a bicycle ergometer and various mobile apps under different physical loads.

CI at various physical loads was determined using the MONARK ERGOMEDIC 839E cycling and applications.

Conclusions

1. Finding out the calorie intake at different physical loads between mobile apps, it was concluded that the lower load results are different for all apps. The lowest score was for the POLAR app and the highest for the SAMSUNG app. At mid to high loads, the lowest score was for the SAMSUNG app, POLAR and ENDOMONDO were almost similar.
2. Comparing the measurement difference between the applications and the ergometer, it was found that the lowest load difference was for all apps, the least difference was for the POLAR app and the highest was for the SAMSUNG app, and the middle and higher loads for the SAMSUNG app.
3. App calorie intake figures are closer to those of the ergometer at peak load.

Literatūra References

- American College of Sports Medicine (ACSM). (2014). 9th ed. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*.
- Andrew, P.H., Najat, E., & Nuala, M.B. (2014). Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures. *Frontiers in Nutrition*, 1(5). DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2014.00005>
- Aparicio-Ugarriza, R.J., Mielgo-Ayuso, P.J., Benito, R., Pedrero-Chamizo, et al. (2015). Physical activity assessment in the general population; intrumental methods and new technologies. *Nutricion hospitalaria*, 31(3), 219-226.
- Barfield, J.P., Sherman, T.E., & Michael, T.J. (2003). Response similarities between cycle and rowing ergometry. *Physical Therapy in Sport*, 4(2), 82-86.
- Beekley, M.D., Brechue, W.F., De Hoyos, D.V., Garzarella, L., Werber-Zion, G., & Pollock, M.L. (2004). Cross-validation of the YMCA Submaximal Cycle Ergometer Test to predict V. O₂max. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75(3), 337-342.
- Bhammar, D.M., Sawyer, B.J., Tucker, W.J., Lee, J.M., & Gaesser, G.A. (2016). Validity of SenseWear(R) Armband v5.2 and v2.2 for estimating energy expenditure. *J Sports Sci*, 34(19), 1830-1838.
- Brown, G.A., Cook, C.M., Krueger, R.D., & Heelan, K.A. (2010). Comparison of energy expenditure on a treadmill vs. an elliptical device at a self-selected exercise intensity. *Journal of strength and conditioning research*, 24(6), 1643-1649.

- Brown, S.P. (2006). *Exercise physiology; basis of human movement in health and disease. (CD-ROM included)*. Portland: Ringgold Inc, 30.
- Brugniaux, J.V., Niva, A., Pulkkinen, I., Laukkanen, R.M.T., Richalet, J-P., & Pichon, A.P. (2010). Polar Activity Watch 200: a new device to accurately assess energy expenditure. *British Journal of Sports Medicine*, 44(4), 245.
- Chowdhury, E.A., Western, M.J., Nightingale, T.E., Peacock, O.J., & Thompson, D. (2017). Assessment of laboratory and daily energy expenditure estimates from consumer multi-sensor physical activity monitors. *PLoS one*, 12(2). DOI:10.1371/journal.pone.0171720
- Erdogan, A., Cetin, C., Karatosun, H., & Baydar, M.L. (2010). Accuracy of the Polar S810i(TM) Heart Rate Monitor and the Sensewear Pro Armband(TM) to Estimate Energy Expenditure of Indoor Rowing Exercise in Overweight and Obese Individuals. *Journal of sports science & medicine*, 9(3), 508-516.
- Gaesser, G.A., Tucker, W.J., Sawyer, B.J., Bhammar, D.M., & Angadi, S.S. (2018). Cycling efficiency and energy cost of walking in young and older adults. *J Appl Physiol*, 124, 414-420. DOI: 10.1152/jappphysiol.00789.2017
- Garatachea, N.E., Cavalcanti, D., García-López, J., González-Gallego, & de Paz, J.A. (2007). Estimation of Energy Expenditure in Healthy Adults From the YMCA Submaximal Cycle Ergometer Test. *Evaluation & the Health Professions*, 30(2), 138-149. DOI:10.3389/fnagi.2013.00066
- Gilgen-Ammann, R., Schweizer, T., & Wyss, T. (2019). Accuracy of the Multisensory Wristwatch Polar Vantage's Estimation of Energy Expenditure in Various Activities: Instrument Validation Study. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(10). DOI: 10.2196/14534
- Johnson, M., Turek, J., Dornfeld, C., Drews, J., & Hansen, N. (2016). Validity of the Samsung Phone S Health application for assessing steps and energy expenditure during walking and running: Does phone placement matter? *Digital Health*, 2, 1-8. DOI: 10.1177/2055207616652747
- Klass, M., Faoro, V., & Carpentier, A. (2019). Assessment of energy expenditure during high intensity cycling and running using a heart rate and activity monitor in young active adults. *PLoS one*, 14(11), e0224948. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224948>
- Lee, J. (2013). Validity of consumer-based physical activity monitors and calibration of smartphone for prediction of physical activity energy expenditure (Order No. 3610658). Health Research Premium Collection; ProQuest Dissertations & Theses Global: The Sciences and Engineering Collection. (1500564508). Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1500564508?accountid=32994>
- McArdle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. (2006). *Essentials of exercise physiology*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Passler, S., Bohrer, J., Blöchinger, L., & Senner, V. (2019). Validity of Wrist-Worn Activity Trackers for Estimating VO₂max and Energy Expenditure. *International journal of environmental research and public health*, 16(17), 3037. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16173037>
- Pescatello, Linda S., & American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Ramirez Lopez, L.J., Guillen Pinto, E.P., & Ramos Linares, C.O. (2018). Effective Validation Model and Use of Mobile-Health Applications for the Elderly. *Healthcare Informatics Research*, 24(4), 276-282. DOI: <https://doi.org/10.4258/hir.2018.24.4.276>
- Roos, L., Taube, W., Beeler, N., & Wyss, T. (2017). Validity of sports watches when estimating energy expenditure during running. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*,

- 9(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s13102-017-0089-6>
- Rousset, S., Fardet, A., Lacomme, P., Normand, S., Montaurier, C., Boirie, Y., & Morio, B. (2015). Comparison of total energy expenditure assessed by two devices in controlled and free-living conditions. *Eur J Sport Sci*, 15(5), 391-399. DOI: 10.1080/17461391.2014.949309
- Shcherbina, A., Mattsson, C.M., Waggott, D., Salisbury, H., Christle, J.W., Hastie, T., ... & Ashley, E.A. (2017). Accuracy in Wrist-Worn, Sensor-Based Measurements of Heart Rate and Energy Expenditure in a Diverse Cohort. *Journal of personalized medicine*, 7(2). DOI: <https://doi.org/10.3390/jpm7020003>
- Thompson, W.R. (2018). Worldwide survey of fitness trends for 2019. *ACSM's Health&Fitness Journal*, 22(6), 10-17. doi: 10.1249/FIT.0000000000000438
- Thompson, W.R. (2019). Worldwide survey of fitness trends for 2020. *ACSM's Health&Fitness Journal*, 23(6), 10-18. DOI: 10.1249/FIT.0000000000000526
- Wallen, M., Gomersall, S., Keating, S., Wisloff, U., & Coombes, J.S. (2016). Accuracy of Heart Rate Watches: Implications for Weight Management. *PLoS One*, 11(5), e0154420. DOI:10.1371/journal.pone.0154420
- Yvonne, W., Peter, D., Anna, D., Patrick, W., & Mester, P. (2017). Criterion-Validity of Commercially Available Physical Activity Tracker to Estimate Step Count, Covered Distance and Energy Expenditure during Sports Conditions. *Frontiers in Physiology*, 8, 725. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00725>
- Zhang, P., Burns, R.D., Fu, Y., Godin, S., & Byun, W. (2019). Agreement between the Apple Series 1, LifeTrak Core C200, and Fitbit Charge HR with Indirect Calorimetry for Assessing Treadmill Energy Expenditure. *International journal of environmental research and public health*, 16(20), 3812. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16203812>