

Utjecaj vježbanja na ukupnu dnevnu potrošnju energije

Kočiš, Eva

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:120602>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Studij za stjecanje akademskog naziva: magistar kineziologije u edukaciji i
kineziterapija

Eva Kočiš

**UTJECAJ VJEŽBANJA NA UKUPNU DNEVNU
POTROŠNJU ENERGIJE**

Diplomski rad

Mentor:

izv.prof.dr.sc. Maroje Sorić

U Zagrebu, rujan 2022.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija završnog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

izv.prof.dr.sc. Maroje Sorić

Student:

Eva Kočiš

UTJECAJ VJEŽBANJA NA UKUPNU DNEVNU POTROŠNJU ENERGIJE

Sažetak:

Uključivanje u organizirano tjelesno vježbanje često pokreću motivi poput mršavljenja i rekompozicije tijela. Poznato je da vježbanje utječe na povećanu potrošnju energije koja uz smanjeni unos kalorija utječe na smanjenje viška potkožnog masnog tkiva. Cilj ovog istraživanja je otkriti kako različite vrste vježbanja utječu na potrošnju energije i poništavaju li moguća kompenzatorna ponašanja učinke vježbanja na povećanje ukupnog dnevnog utroška energije. Sudjelovalo je ukupno 40 ispitanika, 22 žene i 18 muškaraca u dobi od 18-52 godine, koji su stanovnici urbane sredine Grada Zagreba i od ranije su uključeni u program vježbanja. Potrošnja energije mjerena je fitbit charge 3 uređajima. Kriterij za odabir validnih dana bio je minimalno nošenje uređaja 600 minuta preko dana odnosno 10 sati. Nakon provedene analize u završnom izračunu ostalo je ukupno 463 validna dana za sve ispitanike. Ispitanici su u prosjeku ostvarili između 3 i 14 validnih dana koji su kasnije poslužili za analize energetske potrošnje i prosječnog broja koraka. Rezultati prikupljeni fitbit charge 3 uređajima obrađeni su u programu Statistica uporabom metoda t-test i ANOVA. Rezultati pokazuju da vježbanje ima značajan utjecaj na povećanje energetske potrošnje u danu kada se provodi, što iznosi 24% kod muškaraca i gotovo 17% kod žena uspoređujući s danima u kojima se vježbanje nije provodilo. Utrošak energije, za muškarce, na dane vježbanja bio je u prosjeku 690,9 kcal veći u odnosu na dane bez vježbanja ($p < 0,01$), a za žene 417,1 kalorija ($p = 0,15$). Uočena je povećana potrošnja energije na dan nakon vježbanja uspoređujući s danom koji prethodi vježbanju međutim rezultati su statistički značajni samo u promatranoj skupini muškaraca ($p < 0,01$), dok je kod žena ($p = 0,49$). Nije uočena razlika u energetske potrošnji obzirom na različite vrste vježbanja. Tjelesno vježbanje ima značajan utjecaj na potrošnju energije na dan u kojemu se vježbanje provodi, što upućuje na važnost redovitog vježbanja pogotovo u kontekstu regulacije tjelesne težine. Za prikaz cjelokupne populacije potrebno je uključiti stanovnike ruralne sredine i osobe koje obavljaju fizičke poslove.

Ključne riječi: tjelesno vježbanje, trening, potrošnja energije

INFLUENCE OF EXERCISE ON TOTAL DAILY ENERGY CONSUMPTION

Summary:

Involvement in organized physical exercise is often driven by motives such as weight loss and body recomposition. It is known that exercise affects the increased consumption of energy, which in addition to reduced calorie intake affects the reduction of excess subcutaneous fat tissue. The aim of this research is to find out how different types of exercise affect energy expenditure and whether possible compensatory behaviors cancel out the effects of exercise on increasing total daily energy expenditure. A total of 40 respondents participated, 22 women and 18 men aged 18-52, who are residents of the urban environment of the City of Zagreb and have been involved in the exercise program for a long time. Energy consumption was measured with fitbit charge 3 devices. The criterion for choosing valid days was wearing the device for a minimum of 600 minutes during the day, or 10 hours. After the analysis, a total of 463 valid days remained for all respondents in the final calculation. On average, the respondents achieved between 3 and 14 valid days, which were later used for analyzes of caloric consumption and the average number of steps. The results collected by fitbit charge 3 devices were processed in the Statistica program using the t-test and ANOVA methods. The results show that exercise has a significant impact on increasing energy consumption on the day it is performed, which amounts to 24% in men and almost 17% in women compared to days in which no exercise was performed. Energy expenditure, for men, on days of exercise was on average 690.9 kcal higher than on days without exercise ($p < 0.01$), and for women 417.1 calories ($p = 0.15$). Increased energy consumption was observed on the day after exercise compared to the day before exercise, however, the results showed statistical significance only in men ($p < 0.01$), while in women ($p = 0.49$). No difference was observed in energy consumption due to different types of exercise. Physical exercise has a significant impact on energy consumption on the day of exercise, which points to the importance of regular exercise, especially in the context of weight regulation. In order to represent the entire population, it is necessary to include residents of rural areas and people who perform manual labor.

Key words: physical exercise, training, energy consumption

SADRŽAJ

1.Uvod.....	5
2.Ciljevi i hipoteze.....	7
3.Metode istraživanja	7
3.1.Uzorak ispitanika.....	7
3.2. Tijek istraživanja.....	9
3.3. Mjerenje tjelesne aktivnosti	10
3.4. Obrada podataka	12
4. Rezultati	13
5.Rasprava	19
6.Zaključak.....	21
7.Literatura.....	22

1.UVOD

Tehnologija je uvelike olakšala svakodnevni život i omogućila dostupnost usluga poput dostave hrane, prijevoza i rada od kuće. Vrijeme koje se nekada provodilo putujući javnim prijevozom ili biciklom do posla danas se kvalitetnije može iskoristiti te raditi preko pametnih telefona i kompjutera. Brojni su pozitivni učinci ubrzanog načina života, osim produktivnije utrošenog vremena, postavlja se pitanje kako se takav način života odražava na naše zdravlje i razinu tjelesne aktivnosti. Moderan način života praćen je epidemijom pretilosti, O'Donoghue i sur. (2016) usporedili su 25 radova o sjedilačkom ponašanju i indeksu tjelesne mase, od kojih je 17 prikazalo pozitivan odnos. Populacija je sve manje aktivna na poslu i u slobodno vrijeme, procjene iz studija velikih razmjera sugeriraju da odrasli u SAD-u u prosjeku sjede između 7,2 do 9,5 sati dnevno, a navedene se brojke povećavaju s godinama (Matthews CE, 2008). Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, 2016. godine 39% populacije starije od 18 godina imalo je prekomjernu tjelesnu masu, a 13% bilo je pretilo. Američki zavod za zdravstvenu statistiku (2015) objavio je poražavajuće podatke u kojima samo 26% Amerikanaca zadovoljava preporučene smjernice za aerobne aktivnosti i aktivnosti jačanja mišića. Prema podacima Eurobarometra (2018) udio Europljana koji se nikada ne bave sportom nastavlja rasti, 46% Europljana tvrdi da nikada ne vježbaju odnosno ne bave se sportom. Podaci koji se odnose na Europsku uniju pokazuju da je 36% europske populacije potpuno neaktivno (Nikitara i sur., 2019). Nadu ulijeva istraživanje provedeno 2015. od strane Gerovasili i sur. koji su utvrdili da je preko 70% europske populacije zadovoljava preporuke SZO. Hrvatska se pokazala kao zemlja u kojoj je razina tjelesne aktivnosti zadovoljavajuća (>74% populacije), međutim i dalje je 26% stanovništva nedovoljno aktivno. Najlošije rezultate imaju zemlje istočne i južne Europe, dok zemlje visokog standarda poput Danske, Finske i Švedske imaju preko 80% aktivnog stanovništva. Muškarci se u usporedbi sa ženama češće uključuju u sportske aktivnosti, 44% muškaraca s određenom redovitošću sudjeluje u sportskim aktivnostima, u usporedbi sa 36% žena. Prema podacima Eurobarometra, redovitost vježbanja pada s godinama, u dobi od 15-24 godine 62% vježba ili se bavi sportom redovito ili s određenom redovitošću; brojke padaju na 46% u dobi od 25 do 39 godina, 39% za 40-54 godine i 30% za dobnu skupinu iznad 55 godina starosti (Eurobarometer, 2018).

Obzirom na epidemiju pretilosti koja zahvaća sve širi krug svjetske populacije (O'Donoghue 2016), važno je istražiti kakav je utjecaj vježbanja na energetske potrebe te posljedično na kontrolu tjelesne mase. Gubitak tjelesne mase bez kirurške intervencije moguće

je postići energetsom neravnotežom između unosa energije i potrošene energije (Silva, A. M. i sur 2018). Potrošnja energije u ljudskom organizmu uvjetovana je veličinom, sastavom te građom tijela. Osim navedenih karakteristika, na ukupnu dnevnu potrošnju energije možemo utjecati i tjelesnom aktivnošću. Upravo je tjelesna aktivnost najvarijabilnija stavka ove jednadžbe, na tjelesnu aktivnost možemo svakodnevno utjecati svojom voljom, dok na građu i sastav tijela ne možemo djelovati u kratkom vremenskom roku. Ovim se istraživanjem želi otkriti kako vježbanje utječe na ukupnu dnevnu potrošnju energije, stoga se tjelesna aktivnost u kontekstu ovog istraživanja dijeli na organizirano vježbanje i kretanje u slobodno vrijeme. Drenowatz i sur., (2015) istraživali su kako različite vrste vježbanja utječu na kompenzatorna ponašanja u slobodno vrijeme. Rezultati su pokazali da aerobne aktivnosti potiču tjelesnu aktivnost već u najranijim fazama istraživanja, dok vježbe s opterećenjem imaju suprotan učinak. Pred kraj istraživanja, koje je trajalo 16 tjedana, kompenzatorna ponašanja nisu uočena, odnosno jednaka su u obje istraživane skupine. Takvi se rezultati tumače bolovima u mišićima prilikom uključivanja u vježbanje s opterećenjem.

Visina, težina, dob i sastav tijela sastavnice su koje određuju naš bazalni metabolizam odnosno količinu energije koja je tijelu potrebna za osnovne funkcije organskih sustava. Osim bazalnog metabolizma, energetske potrošnje određuju još dvije sastavnice, termički utjecaj hrane i energija utrošena za kretanje. Termički utjecaj hrane teško je precizno izračunati stoga se procjenjuje na 10% ukupne dnevne potrošnje energije, dok je energiju utrošenu za kretanje puno jednostavnije pratiti. Najvarijabilnija stavka jest energija utrošena za kretanje koju ćemo u ovu svrhu podijeliti na aktivno potrošenu energiju tijekom vježbanja te energiju koja nam je potrebna za aktivnosti svakodnevnog života.

Kempen i sur. (1995) proveli su istraživanje na pretilim osobama te utvrdili da postoji takozvana negativna energetska potrošnja uzrokovana kompenzatornim ponašanjima. Kompenzatorna ponašanja nastaju radi umora uzrokovanim vježbanjem koji utječe na smanjenu aktivnost u ostatku dana/tjedna. Naime uključivanjem u tjelovježbeni proces smanjila se razina tjelesne aktivnosti tijekom dana koja je uzrokovala manju potrošnju energije u odnosu na razdoblje prije uključivanja u proces vježbanja. Pregledom literature zamijećeno je da nedostaje sličnih istraživanja na populaciji zdravih odraslih osoba koje redovito vježbaju jer su najčešće u fokusu prijašnjih istraživanja pretile osobe ili određene skupine bolesnika. Stoga se ovim istraživanjem želi utvrditi kako se osobe ponašaju u slobodno vrijeme na dane kada su bili, odnosno nisu bili uključeni u organizirano vježbanje te postoje li eventualna kompenzatorna ponašanja koja uzrokuju smanjenu potrošnju energije u ostatku dana ili sljedeći dan.

2.CILJEVI I HIPOTEZE

Glavni cilj ovog opservacijskog istraživanja je utvrditi kako različiti tipovi vježbanja utječu na dnevnu potrošnu energije na dan vježbanja, ali i u danima nakon epizode vježbanja.

Pridružene hipoteze su:

1. Ukupna dnevna potrošnja energije je veća u danu vježbanja nego u danu bez vježbanja.
2. Ukupna dnevna potrošnja energije je manja u danu nakon vježbanja nego dan prije vježbanja.
3. Tip vježbanja moderira povezanost epizode vježbanja s ukupnom dnevnom potrošnjom energije.

3.METODE ISTRAŽIVANJA

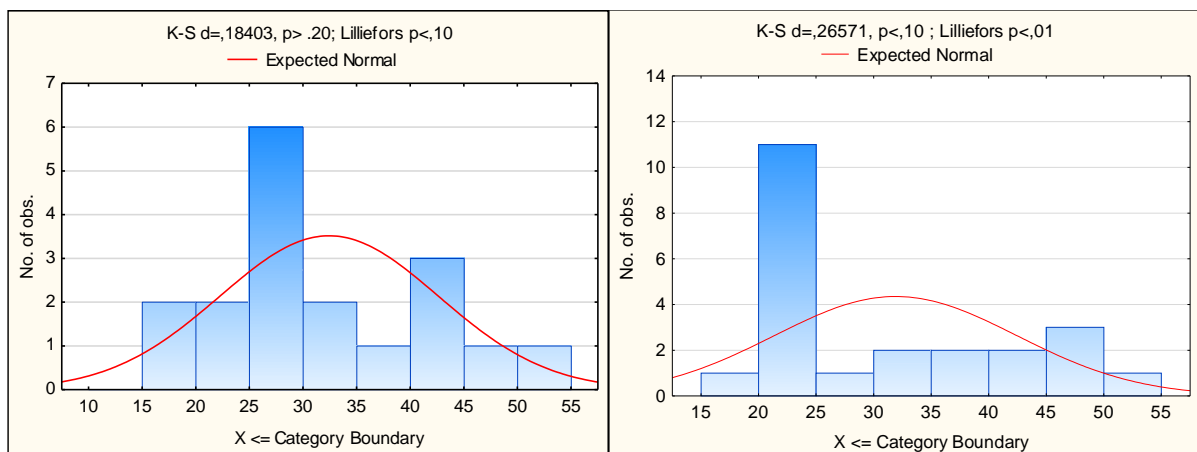
3.1.UZORAK ISPITANIKA

U istraživanju je sudjelovalo 40 ispitanika u dobi od 18 do 52 godina (medijan=28 godine, interkvartilni raspon= 16,0) koji se redovito bave tjelesnom aktivnošću. Uvjet za sudjelovanje bio je izuzeće kroničnih bolesti koje uključuju, ali nisu ograničene na dijabetes tipa I i II i probleme sa srčanožilnim sustavom. Cilj je bio uključiti zdravu populaciju odraslih osoba koje sudjeluju u tjelovježbenim aktivnostima dva do četiri puta tjedno. Kod netreniranih osoba, tjelovježba dovodi do veće potrošnje energije što se može pripisati trošku energije programa obuke. Uvježbane osobe ekonomičnije troše energiju tijekom vježbanja stoga im je potrošnja energije niža, u odnosu na netrenirane osobe, za istu količinu obavljenog rada (Westerterp K. R. 2017). Iz navedenog razloga odabrana je homogena skupina iskusnih vježbača kako rezultati energetske potrošnje nebi bili pod utjecajem energije potrebne za program obuke. Iskusi

sudionici bili su prikladniji zbog smanjene mogućnosti odustanka od istraživanja, zainteresiraniji su za praćenje napretka i motiviraniji za nastavak sudjelovanja u procesu vježbanja. Svi su ispitanici stanovnici grada Zagreba i obavljaju poslove tercijarnih ili kvartarnih djelatnosti, ovaj nam je podatak važan zbog razine aktivnosti tijekom dana. Radnici tercijarnih i kvartarnih djelatnosti primarno obavljaju sedentarne poslove ili je razina tjelesne aktivnosti niska, stoga se najviše kreću u slobodno vrijeme.

Tablica 1.: dob ispitanika

	Muškarci (n=18)	Žene (n=22)
Medijan	30,0	31,91
Min.-max.	18-52	20-52
Interkvartilni raspon	14,0	20,0



Slika 1: Distribucija dobi sudionika istraživanja (slika lijevo prikazuje muškarce, a slika desno žene)

3.2. TIJEK ISTRAŽIVANJA

Ispitanicima su podijeljeni fitbit charge 3 uređaji kojima su prikupljeni podaci o energetskej potrošnji.



Slika 2: fitbit charge 3

Ispitanicima je uređaj bio dostupan 10-14 dana i nosili su ga bez prestanka, bili su upućeni da u tom su periodu naprave minimalno pet treninga. Preporučeno je da se ponašaju isto kako bi se ponašali i da ne sudjeluju u istraživanju dakle bez promjena u svakodnevnim navikama. U navedenom vremenskom periodu ispitanici su vodili dnevnik tjelesne aktivnosti u koji su označavali dane u kojima su vježbali i o kakvom se tipu vježbanja radi. Vježbanje za koje nije označen tip smatra se kombiniranim i kao takvo je klasificirano u poglavlju 'rezultati'. Danom s vježbanjem smatra se dan u kojemu je detektirana umjerena do visoko intenzivna aktivnost minimalno 30 minuta u kontinuitetu. Aktivnost može biti planirana u fitnes centru kao grupni trening ili individualno vježbanje u teretani, odnosno aktivnost na otvorenom primjerice trčanje ili sudjelovanje u sportskim igrama. Nakon učitavanja podataka s fitbit službene stranice, odabrani su validni dani koje su ispitanici proveli u istraživanju. Vrijeme nošenja uređaja određeno je prema dostupnosti podataka o frekvenciji srca. Zbroj vremenskih intervala u 24 sata u kojem je dostupna informacija o frekvenciji srca određen je za svaki dan posebno iz detaljnih zapisa sirovih vrijednosti detektiranih Fitbit uređajem. Kriterij za odabir validnih dana bio je minimalno nošenje uređaja 600 minuta preko dana odnosno 10 sati.

3.3. MJERENJE TJELESNE AKTIVNOSTI

Fitness uređaji za praćenje aktivnosti predviđeni su za nošenje poput ručnog sata, na zglobu nedominantne ruke te očitavaju aktivnosti poput vožnje bicikla, trčanja, hodanja, plivanja i treninga s vanjskim opterećenjem.



Slika 3: način nošenja fitbit uređaja na zapešću nedominantne ruke



Slika 4: prikaz aerobnog tipa treninga (trčanje) u fitbit aplikaciji

Slika 4 prikazuje kako izgleda epizoda vježbanja u fitbit aplikaciji, u gornjoj traci prikazane su odabrane karakteristike vježbanja, trajanje, udaljenost, potrošene kalorije i prosječan broj

otkucaja srca. Prvi grafikon prikazuje brzinu otkucaja srca, zone vježbanja označene su bojama kako bi se lakše raspoznavalo u kojoj se zoni vježbač nalazi. Donji grafikon prikazuje energetske potrošnje izraženu u kilokalorijama po minuti. Najdonja traka prikazuje kakav utjecaj vježbanje ima na parametre tog dana, primjerice broj prijeđenih koraka, potrošene kalorije i broj aktivnih minuta toga dana.

Tip senzora i tehnologija

Fitbit Charge 3 sadrži sljedeće senzore i motore:

- MEMS 3-osni akcelerometar, koji prati obrasce kretanja
- Visinomjer, koji prati promjene nadmorske visine
- Optički uređaj za praćenje otkucaja srca
- Vibracijski motor

Mjerenje frekvencije srca

Koristi se svjetlo za mjerenje protoka krvi odnosno krvnog tlaka, svakim se otkucajem srca protok krvi u žilama povećava i smanjuje. Krv apsorbira svjetlo, stoga je uređaj konstruiran tako da emitira svjetlo, a fotodiode mjere koliko je svjetla apsorbirano.

Mjerenje potrošene energije

Fitbit uređaji kombiniraju indeks tjelesne mase na temelju kojega određuju količinu potrošene energije u mirovanju kako bi tijelo održalo vitalne tjelesne funkcije (uključujući disanje, cirkulaciju krvi i otkucaje srca) i podatke o tjelesnoj aktivnosti kako bi procijenili koliko je kalorija potrošeno. Podaci o otkucajima srca također su uključeni, posebno za procjenu kalorija potrošenih tijekom vježbanja. Na fitbit uređaju prikazan je broj potrošenih kalorija tog dana. Indeks tjelesne mase temelji se na podacima koji su uneseni u Fitbit račun (visina, težina, spol i dob) i predstavlja najmanje polovicu kalorija tog dana. Budući da tijelo sagorijeva kalorije tijekom sna i mirovanja, na uređaju je prikazana potrošnja kalorija kada se probudite i taj se broj povećava tijekom dana.

Mjerenje broja koraka

Fitbit uređaji koriste 3-osni akcelerometar za brojanje prijeđenih koraka. Ovaj senzor omogućuje uređaju da prati učestalost, trajanje, intenzitet i obrasce kretanja. Budući da se radi o vježbanju u fitness centru tijekom vježbanja ispitanici su odabrali opciju „weights“ odnosno rad s vanjskim opterećenjem.

Opis mjernog instrumenta preuzet je sa službene fitbit stranice:

[https://www.fitbit.com/global/eu/technology/heart-rate.](https://www.fitbit.com/global/eu/technology/heart-rate)

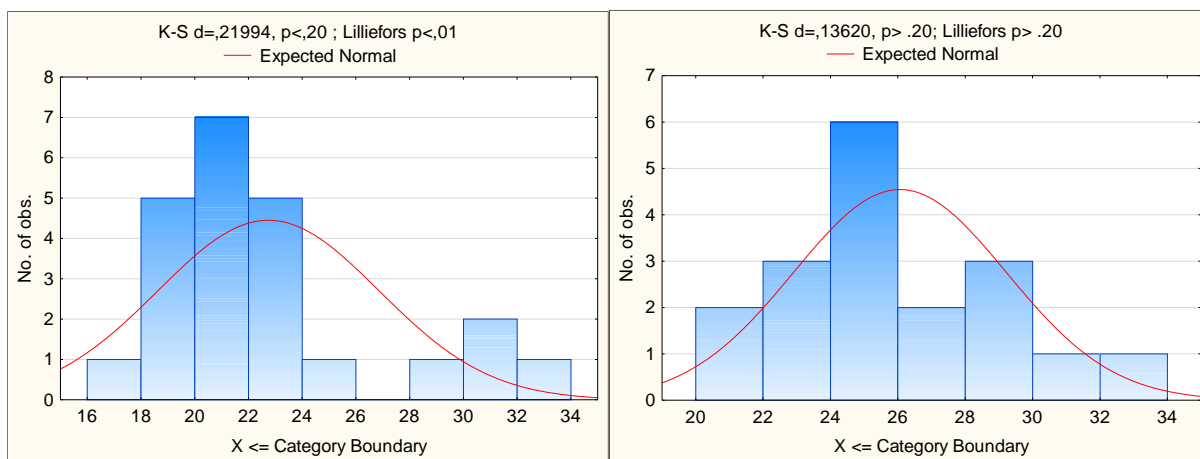
[https://help.fitbit.com/articles/en_US/Help_article/1141.htm.](https://help.fitbit.com/articles/en_US/Help_article/1141.htm)

3.4. OBRADA PODATAKA

Nakon učitavanja podataka s fitbit službene stranice, bilo je potrebno odabrati validne dane koje su ispitanici proveli u istraživanju. Kriterij za odabir validnih dana bio je minimalno nošenje uređaja 600 minuta tijekom dana odnosno 10 sati. Nakon provedene analize u završnom izračunu ostalo je ukupno 463 validna dana za sve ispitanike. Ispitanici su u prosjeku ostvarili između 3 i 14 validnih dana koji su kasnije poslužili za analize kalorijske potrošnje i prosječnog broja koraka. Podaci s fitbit uređaja obrađeni su u programima Excel i Statistica. Za procjenu uhranjenosti ispitanika korišten je indeks tjelesne mase. Za testiranje postavljenih hipoteza korišten je t-test za zavisne uzorke i ANOVA za ponavljana mjerenja. T-testom uspoređivani su dani sudjelovanja u istraživanju, primjerice energetska potrošnja na dane prije vježbanja i na dane s vježbanjem, odnosno nakon vježbanja te njihova međusobna interakcija. Korištena je dvosmjerna ANOVA za ponavljana mjerenja, prvi faktor predstavljala su tri različita dana, a drugi faktor je spol te se ispitivala njihova interakcija. Statistička značajnost postavljena je na $p < 0.05$. Za analizu različitih vrsta treninga korišten je dnevnik tjelesne aktivnosti koji je vođen od strane svakog ispitanika.

4. REZULTATI

Vrijednosti indeksa tjelesne mase sudionika istraživanja prikazane su na slici 5. Prosječna uhranjenost sudionika ovog istraživanja bila je 24,2 kg/m². Prekomjerna tjelesna masa zamijećena je kod jedne ispitanice, a pretilost kod tri, u istraživanoj skupini jedna je žena imala indeks tjelesne mase koji ukazuje na pothranjenost (<18,5). U mjerenoj skupini pet muškaraca ima prekomjernu tjelesnu masu, a dvojica se nalaze u skupini pretilih osoba.



Slika 5: distribucija indeksa tjelesne mase za žene (lijevo) i muškarce (desno)

Od ukupno registriranih 507 dana u završni izračun energetske potrošnje i prosječnog broja koraka u obzir su uzeti samo validni dani provedeni u istraživanju. Nakon provedene selekcije, u završnom izračunu ostalo je ukupno 463 validna dana od kojih 242 dana za žene i 221 za muškarce. Nakon određivanja validnih dana ispitanici su u istraživanju proveli između 3 i 14 dana.

Tablica 2 prikazuje prosječni broj koraka dnevno po spolu, ono iznosi 9933 koraka dnevno. Prosjek za muškarce iznosio je 10659,4 k/danu, a za žene 9372,7 k/danu. Iako je broj koraka u prosjeku bio 1287 k/danu veći kod muškaraca u odnosu na žene, razlika nije dosegla razinu statističke značajnosti ($p=0,15$). Vrijednosti prosječnog broja koraka variraju unutar grupe spol kao i međusobno između ispitanika, navedeno se lako uočava u razlici minimalnog i maksimalnog broja koraka koji je kod žena izraženiji.

Tablica 2: prijeđeni broj koraka u danu za muškarce i žene

Prijeđeni broj koraka u danu	Uzorak	Prosjek	Minimum	Maksimum	St. Devijacija
Muškarci	18	10659,4	7964,4	15223,9	2142,1
Žene	22	9372,7	4283,0	17788,0	3075,0

U provedenom istraživanju muškarci su imali u prosjeku 1000 kcal veće dnevne energetske izdatke od žena, u isto vrijeme njihova je masa bila 22,2 kilograma veća od prosječne mase žena u istraživanju ($p < 0,01$). Kada se energetska potrošnja izrazi u relativnim vrijednostima u odnosu na masu (tablica 3), razlika se smanjuje ali je i dalje značajna i iznosi 38,6 kcal/kg mase za muškarce i 37,0 kcal/kg za žene u istraživanoj skupini ($p < 0,01$).

Tablica 3: potrošnja energije izražena u kilokalorijama, za muškarce i žene, bez obzira na vježbanje

	Muškarci (n=18)	Žene (n=22)
Uzorak validnih dana	221 dana	242 dana
AS (SD)	3352,2 (717,0)	2394,2 (433,8)
Min.- max. (kcal)	2195,0-6400,0 kcal	1534,0-3831,0 kcal
Kcal/kg tjelesne mase	38,6 kcal/kg	37,0 kcal/kg

*Uzorak u priloženim tablicama odnosi se na broj validnih dana provedenih u istraživanju.

Tablica 4: kalorijska potrošnja za muškarce i žene obzirom na vježbanje

	Muškarci (n=18)		Žene (n=22)	
	AS (SD)	Min-max	AS (SD)	Min-max
Dani bez vježbanja	2993,9 (522,0)	2023,0-4516,0	2207,6 (383,6)	1534,0-3267,0
Dani s vježbanjem	3684,8 (706,6)	2490,0-6400,0	2624,7 (347,7)	2020,0-3831,0

Utrošak energije prikazan u tablicama 3 i 4, za muškarce, na dane vježbanja bio je u prosjeku 690,9 kcal veći u odnosu na dane bez vježbanja, a za žene 417,1 kalorija, $p < 0,01$ za oba spola. Prosječna potrošnja na dane bez vježbanja iznosi 2993,9 kalorija za muškarce ($p < 0,01$), odnosno 2207,6 kalorija za žene ($p < 0,01$).

Tablica br.5 prikazuje razlike u energetske potrošnji na dan koji prethodi vježbanju u odnosu na dan s vježbanjem. Muškarci na dan bez vježbanja imaju prosječnu potrošnju 2993,9 kcal, a na dane s vježbanjem prosječno 3684,8 kalorija, dok su kod žena prosječni rezultati za vježbanje 2624,7 kcal, a bez 2207,6 kcal. Također je uspoređena razlika u kalorijske potrošnji na dan koji prethodi danu s vježbanjem, s danom koji slijedi nakon dana vježbanja pod uvjetom da te dan nije bilo organiziranog vježbanja (tablica 6).

Tablica 5: t-test, prikaz potrošnje kalorija dan prije treninga i na dan s treningom za muškarce i žene.

	Muškarci (n=18)	Žene (n=22)
Dan prije vježbanja AS (SD)	2993,9 (422,3)	2203,0 (356,4)
Dan s vježbanjem AS (SD)	3684,8 (706,6)	2624,7 (347,7)
t- vrijednost	-9,41	-14,13
F-ratio variances	1,42	1,23
P vrijednost	<0,001	<0,001

Povećanje energetske zahtjeva na dane s vježbanjem značajno je bez obzira na spol ($p < 0,001$), razlika je izraženija kod muškaraca.

Tablica 6: t-test, prikaz potrošnje kalorija na dan s vježbanjem i dan koji slijedi bez vježbanja za muškarce i žene

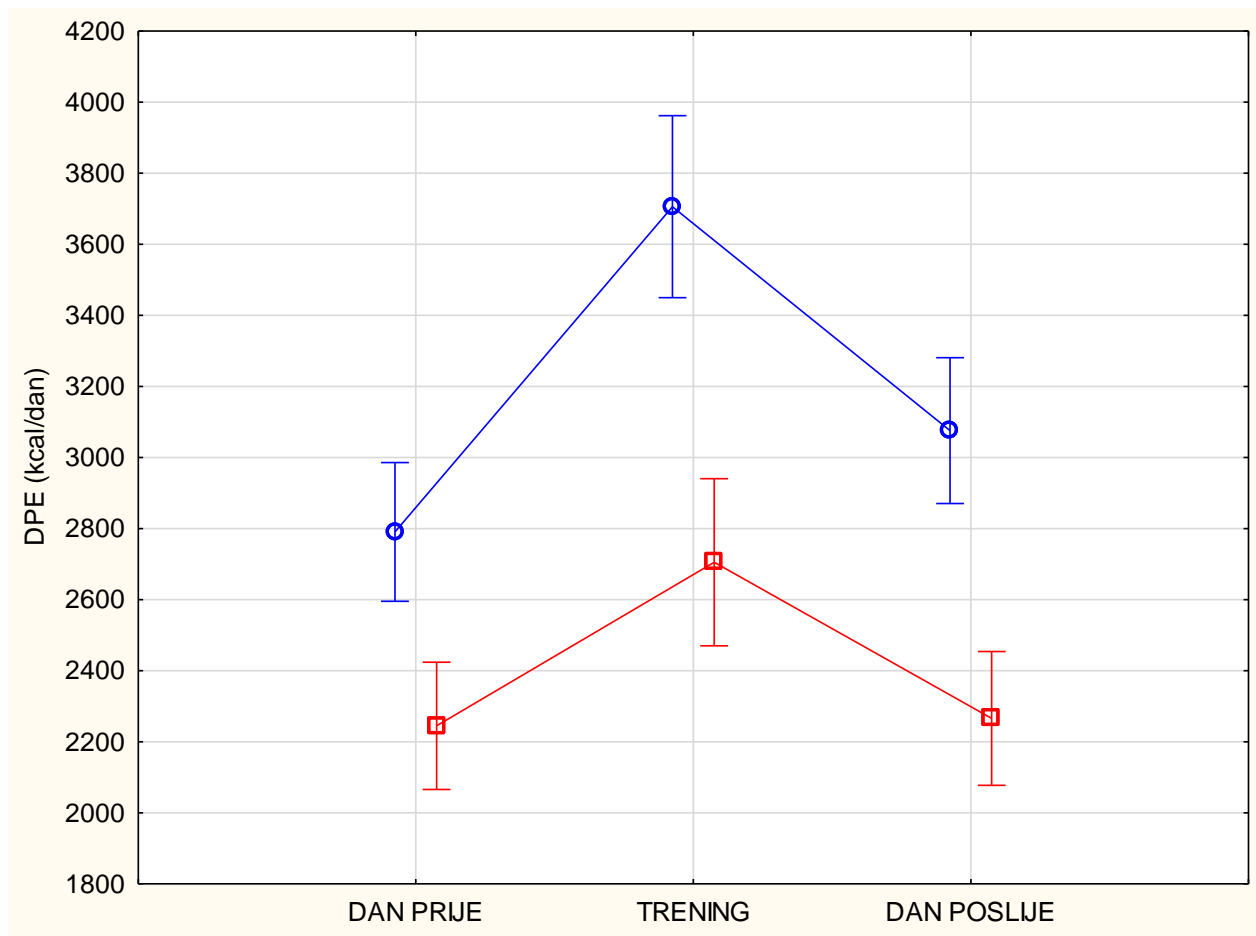
	Muškarci (n=18)	Žene (n=22)
Dan s vježbanjem AS (SD)	3684,8 (706,6)	2624,7 (347,7)
Dan nakon vježbanja AS (SD)	3014,2 (493,3)	2265,6 (350,3)
t- vrijednost	6,65	6,592
F-vrijednoat	1,65	1,047
P vrijednost	<0,001	<0,001

Također se nameće pitanje ima li vježbanje utjecaj na potrošnju energije na dane koji slijede nakon vježbanja. Usporedbom ukupne dnevne potrošnje energije dana prije i nakon vježbanja utvrđeno je da ne postoji statistička značajnost razlike u skupini žena ($p=0,49$), dok kod muškaraca razlika iznosi 233 kalorije i statistički je značajna ($p<0,01$).

Tablica br.7 prikazuje razlike u energetske potrošnji između dana prije vježbanja, s vježbanjem i dan nakon vježbanja, te je razlika izraženija kod muškaraca u promatranoj skupini. U prethodno naveden izračun za dan prije treninga uzeti su u obzir isključivo dani koji su prethodili danu s vježbanjem, ali ujedno ne zadovoljavaju kriterij za dan nakon vježbanja. Muškarci u istraživanoj skupini dan nakon vježbanja imaju u prosjeku 233 kalorije veću potrošnju u odnosu na dan prije treninga, dok žene imaju prosječno povećanje od 63 kalorije. Muškarcima se u odnosu na prosječnu potrošnju energije, energetske zahtjevi na dane s vježbanjem povećaju 24%, dok je kod žena relativno povećanje potrošnje energije iznosilo 16,8%.

Tablica 7: prikaz dnevne potrošnje energije obzirom na epizodu vježbanja. Rezultati dvosmjerne ANOVA-e za ponavljana mjerenja

	Dan prije treninga AS (SD)	Trening AS (SD)	Dan nakon treninga AS (SD)	Vrijeme (p vrijednost)	Vrijeme*pol (p vrijednost)
Muškarci (kcal)	2790 (495)	3682 (715,8)	3023 (513,4)	<0,001	<0,001
Žene (kcal)	2202 (393,0)	2649 (378,8)	2265 (362,7)	<0,001	<0,001



Slika 6: ANOVA, energetska potrošnja obzirom na dane prije, s vježbanjem i nakon vježbanja posebno za muškarce i za žene, crvena krivulja prikazuje podatke za žene, plava za muškarce.

Kao što je ranije navedeno većinski dio vježbanja u ovom istraživanju odnosi se na kombinirano vježbanje u fitness centru, s naglaskom na vježbe s vanjskim opterećenjem. Međutim neki treninzi provedeni su najvećim dijelom u aerobnom režimu (M=9, Ž=5), u to se ubraja trčanje i grupni trening u kojemu se ne koristi vanjsko opterećenje za razvoj snage nego primjerice bicikl. Usporedbom ta dva načina vježbanja možemo zaključiti da nema razlike u dnevnoj energetskej potrošnji $p=0,84$ za muškarce, $p=0,64$ za žene. (tablica 8).

Tablica 8: t-test, usporedba različitih tipova treninga iskazana u kalorijskoj potrošnji

	Kombinirani tip treninga		Aerobni tip treninga		P vrijednost	T vrijednost
Muškarci	N=108	AS (SD) 3623,0 (699,2)	N=9	AS (SD) 3574,2 (635,9)	0,84	0,20
Žene	N=95	AS (SD) 2624,1 (356,7)	N=5	AS (SD) 2704,2 (691,3)	0,64	-0,46

5.RASPRAVA

Ovo istraživanje proučavalo je učinke tjelesnog vježbanja na energetske potrošnje tijekom dana te usporedbu te potrošnje s danima u kojima se vježbanje nije provodilo, a glavni nalazi pokazali su da vježbanje značajno utječe na povećanje energetske potrošnje na dan kada se vježbanje provodi, kod muškaraca prosječno povećanje iznosi 24% ukupne dnevne potrošnje dok je kod žena povećanje gotovo 17%.

Primarni čimbenici koji određuju energetske potrošnje čovjeka su tjelesna građa, veličina i sastav tijela. Najveći utjecaj na potrošnje energije potiče se tjelesnom aktivnošću odnosno vježbanjem. U istraživanju su sudjelovale zdrave osobe s prethodnim iskustvom u vježbanju, zadovoljili su kriterij izostanka kroničnih bolesti. U istraživanoj skupini pet osoba ima indeks tjelesne mase koji ukazuje na pretilost, navedeni nisu isključeni iz istraživanja, a obzirom da se radi o iskusnim vježbačima, moguće je da indeks tjelesne mase prikazuje rezultate prekomjerne težine dok se ne radi o balastnoj tjelesnoj masi već povećanoj mišićnoj masi. Vježbanje značajno utječe na povećanje energetske potrošnje organizma što kod muškaraca iznosi u prosjeku 660,9 kalorije, a kod žena 421,7 kalorija dnevno, uspoređujući s danom koji je prethodio vježbanju. Također je promatran utjecaj na energetske zahtjeve organizma dan nakon vježbanja pod uvjetom da se taj dan nije provodilo vježbanje. Rezultati su pokazali zamjetno i statistički značajno povećanje energetske potrošnje dan nakon vježbanja kod muškaraca te ono iznosi 7,7% zkupne dnevne potrošnje, a u žena 2,8% što nije statistički značajno. Važno je napomenuti da su u istraživanju sudjelovali isključivo osobe koje se duže od 6 mjeseci bave organiziranim vježbanjem u teretani ili na grupnim programima, stoga je njihova potrošnja energije na samom treningu, ali i kasnije tijekom dana, drugačija u odnosu na netrenirane osobe (Westertep K. R. 2017).

Vježbanje koje se smatralo relevantnim jest aktivnost koja traje minimalno 30 minuta u kontinuitetu, neovisno radi li se o treningu s vanjskim opterećenjem ili aerobnom treningu. Bez obzira što usporedba dana nakon vježbanja nije polučila statističkom značajnosti gledajući oba spola zajedno, ovakvi rezultati govore u prilog tomu kako vježbanje utječe na mršavljenje odnosno rekompoziciju tijela.

Dobiveni rezultati ukazuju na značajno povećanje energetske potrošnje na dane kada se provodi vježbanje, što je značajno u procesu snižavanja tjelesne mase. Smanjenje prekomjerne tjelesne mase u fokusu je fitnes industrije, potrebno je sustavnim deficitom smanjiti unos za 7500 kcal kako bi se izgubio kilogram masne mase. Primjenivši spoznaje iz ovog istraživanja, muškarac koji na dan vježbanja potroši 690,9 kcal više nego inače, izgubio bi kilogram masne mase nakon 11 dana vježbanja, a žena koja ima povećanu kalorijsku potrošnju od 417,1 kcal u 18 dana, pod uvjetom da kalorijski unos ostane nepromijenjen. Istraživanjem se nije pratio kalorijski unos stoga se ovi podaci iznose na temelju izračunate kalorijske potrošnje i prethodnih spoznaja o smanjenju tjelesne mase. Istraživanje iz 2017. pokazalo je da su abdominalno pretile žene koje su sudjelovale u aktivnostima koje povećavaju aerobnu izdržljivost i snagu, povećale nemasnu masu tijela i tjelesne sposobnosti te smanjile masnu masu, opsega struka i bokova, broj otkucaja srca te sistolički i dijastolički krvni tlak (Lee, H. S., & Lee, J., 2021). U svrhu smanjenja tjelesne mase važno je napomenuti kako energetski unos jače korelira s potrošnjom energije tjedno nego dnevno, najčešće je deficit izraženiji na dan vježbanja radi smanjenog apetita i vremenskog prozora unutar kojega se unose obroci (Klaas R. Westerterp, 2017). Ovakvi podaci također ukazuju na važnost redovitog vježbanja u procesu snižavanja tjelesne mase, kako bi se ostvario kalorijski deficit.

Analiza koja je uspoređivala različite vrste treninga nije polučila statistički značajne podatke radi premalo podataka za aerobni tip treninga. Jedan od mogućih problema ovog testa jest nedostatak podataka za aerobni tip treninga u odnosu na kombinirani. Neki dani su sadržavali izražen dio aerobne komponente međutim zbog premale količine takvih podataka nisu se mogle raditi dodatne analize. Metaanalizom provedenom od strane Marleen A. Van Baak i sur. (2021) uspoređene su različite vrste vježbanja na određena svojstva organizma. Dobiveni podaci pokazuju da aerobni tip treninga bolje utječe na VO₂max i kardiorespiratorni fitness u odnosu na trening s opterećenjem, međutim usporedbom aerobnog i kombiniranog tipa nije pronađena statistički značajna razlika. Tanskanen i sur. (2012) uočili su da je nakon treninga snage potrošnja energije u mirovanju blago povišena danima, a učinak nakon visoko intenzivnog treninga snage može premašiti akutni učinak vježbanja. U slučaju aerobnog vježbanja uočeno je povećanje energetske potrošnje 3-12 sati nakon vježbanja u iznosu 6-15% od akutnih učinama vježbanja (Fairclough SJ 2016). Potrošnja energije tijekom vježbe veća je tijekom aerobne vježbe u usporedbi s vježbom otpora (Strasser i Schobersberger 2011.), što rezultira većom energetskom potrošnjom u danima kada se provodi aerobno vježbanje. Rezultati ove studije dalje pokazuju da aerobno vježbanje potiče povećanje tjelesne aktivnosti tijekom dana kada se

vježbanje ne provodi. Vježbe s otporom, s druge strane, bile su povezane sa smanjenjenom tjelesnom aktivnosti na početku intervencije (Drenowatz, 2015). Dugoročno, međutim, čini se da vježbe otpora stimuliraju više razine PA tijekom dana bez vježbanja, dok takav učinak nije primijećen kod aerobnih vježbi.

Prednosti ovog istraživanja svakako su homogena skupina sudionika sličnih karakteristika poput iskustva u vježbanju i načina života u urbanoj sredini te ravnomjeran odnos muškaraca i žena, kao i relativno dug period praćenja potrošnje energije (14 dana). U ograničenja istraživanja ubrajamo nedostatne podatke o različitim vrstama vježbanja što je utjecalo na statističku snagu pridruženih analiza. Nadalje, rezultati ovog istraživanja ne mogu se pripisati cijeloj populaciji jer nedostaje ispitanika bez prethodnog iskustva u vježbanju te onih koji obavljaju poslove primarnih odnosno sekundarnih djelatnosti. Za pripisivanje učinaka čitavoj populaciji valja uključiti i stanovnike ruralnih sredina. Na kraju, nedostaju podaci o unosu energije pa ne možemo zaključivati o utjecaju na energetske ravnotežu i tjelesnu težinu.

6.ZAKLJUČAK

Tjelesno vježbanje imalo je značajan utjecaj na potrošnju energije na dan u kojemu se vježbanje provodi, što upućuje na važnost redovitog vježbanja u kontekstu regulacije tjelesne težine. Ovakvi rezultati ujedno su snažan dokaz o utjecaju vježbanja na zdravlje i održavanje normalne tjelesne mase. Potrebno je uzeti veći broj ispitanika kako bi se ispitaio utjecaj vježbanja na energetske potrošnje na ostale dane nakon vježbanja. Kod muškaraca u istraživanoj skupini uočeno je povećanje energetske potrošnje dan nakon vježbanja ($p < 0,01$), dok kod žena rezultati nisu pokazali statističku značajnost ($p = 0,49$).

Rezultati nisu prikaz cjelokupne populacije već aktivne populacije koja živi u urbanoj sredini. Možemo samo nagađati o razini aktivnosti osoba nižeg socioekonomskog statusa koje nisu uključene u programe vježbanja iz brojnih osobnih razloga. Također se predlaže istraživanje koje bi usporedilo razinu tjelesne aktivnosti osoba koje stanuju u ruralnom području s rezultatima dobivenim ovim istraživanjem.

7.LITERATURA

Biddle, S., García Bengoechea, E., Pedisic, Z., Bennie, J., Vergeer, I., & Wiesner, G.(2017). Screen Time, Other Sedentary Behaviours, and Obesity Risk in Adults: A Review of Reviews. *Current obesity reports*, 6(2), 134–147.
<https://doi.org/10.1007/s13679-017-0256-9>

Drenowatz, C., Grieve, G. L., & DeMello, M. M. (2015). Change in energy expenditure and physical activity in response to aerobic and resistance exercise programs. *SpringerPlus*, 4(1), 798. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1594-2>

Eurobarometer <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2164>
Preuzeto 3.9.2022

Fairclough SJ, Noonan R, Rowlands AV, Van Hees V, Knowles Z, Boddy LM. Wear Compliance and Activity in Children Wearing Wrist- and Hip-Mounted Accelerometers: Med Sci Sports Exerc. 2016 Feb;48(2):245–53. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000771>
PMID: 26375253

Kempen, K. P., Saris, W. H., & Westerterp, K. R. (1995). Energy balance during an 8-wk energy-restricted diet with and without exercise in obese women. *The American journal of clinical nutrition*, 62(4), 722–729. <https://doi.org/10.1093/ajcn/62.4.722>

Klaas R. Westerterp (2017) *Conference on 'Nutrition and exercise for health and performance' Symposium 1: Exercise energetics and energy balance Exercise, energy expenditure and energy balance, as measured with doubly labelled water* doi:10.1017/S0029665117001148

Lee, H. S., & Lee, J. (2021). Effects of Exercise Interventions on Weight, Body Mass Index, Lean Body Mass and Accumulated Visceral Fat in Overweight and Obese Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2635.

<https://doi.org/10.3390/ijerph18052635>

Lytle, J. R., Kravits, D. M., Martin, S. E., Green, J. S., Crouse, S. F., & Lambert, B. S. (2019). Predicting Energy Expenditure of an Acute Resistance Exercise Bout in Men and Women. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(7), 1532–1537.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001925>

Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, Buchowski MS, Beech BM, Pate RR, et al. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003–2004. *Am J Epidemiol.* 2008;167:875–81. doi:10.1093/aje/kwm390

National Center for Health Statistics (2015) Health, United States, 2014. Hyattsville, MD

Nikitara, K., Odani, S., Demenagas, N., Rachiotis, G., Symvoulakis, E., & Vardavas, C. (2021). Prevalence and correlates of physical inactivity in adults across 28 European countries. *European journal of public health*, 31(4), 840–845. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckab067>

O'Donoghue G, Perchoux C, Mensah K, Lakerveld J, van der Ploeg H, Bornaards C, et al. A systematic review of correlates of sedentary behaviour in adults aged 18-65 years: a socio-ecological approach. *BMC Public Health.* 2016;16:163. doi:10.1186/s12889-016-2841-3

Silva, A. M., Júdice, P. B., Carraça, E. V., King, N., Teixeira, P. J., & Sardinha, L. B. (2018). *What is the effect of diet and/or exercise interventions on behavioural compensation in non*

exercise physical activity and related energy expenditure of free-living adults? A systematic review. British Journal of Nutrition, 119(12), 1327–1345. doi:10.1017/s000711451800096x

Tanskanen MM, Westerterp KR, Uusitalo AL, Atalay M, Hakkinen K, Kinnunen HO, et al. Effects of easy-to-use protein-rich energy bar on energy balance, physical activity and performance during 8 days of sustained physical exertion. *PloS One*. 2012; 7(10):e47771. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047771> PMID: 23094083

Van Baak, M. A., Pramono, A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., Carraça, E. V., Dicker, D., Encantado, J., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Woodward, E., Bellicha, A., & Oppert, J. M. (2021). Effect of different types of regular exercise on physical fitness in adults with overweight or obesity: Systematic review and meta-analyses. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity, 22 Suppl 4(Suppl 4)*, e13239. <https://doi.org/10.1111/obr.13239>

Watson N.F., Badr M.S., Belenky G. et al., “Joint consensus statement of the American academy of sleep medicine and sleep research society on the recommended amount of sleep for a healthy adult: methodology and discussion,” *Sleep*, vol. 38, no. 8, pp. 1161–1183, 2015.

Westerterp K. R. (2017). Control of energy expenditure in humans. *European journal of clinical nutrition, 71(3)*, 340–344. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.237>

World Health Organization W (2010) Global recommendations on physical activity for health. WHO Press, Geneva, Switzerland <https://www.who.int/>

Fitbit službena stranica, preuzeto 10.8.2022:

<https://www.fitbit.com/global/eu/technology/heart-rate>

Slika 2 i 3 preuzete s web stranice:

https://www.google.com/search?q=fitbit+charge+3&client=firefoxbd&sxsrf=ALiCzsZsG3LIGyRpSIIdSSXlailpFXqkyg:1661720074679&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwilp5HWter5AhWbgv0HHWaHB2kQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=711&dpr=1.25#imgrc=We4r5umTx4FdGM