

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Kineziologija

**VPLIV TELESNE MASE NA REZULTATE DVAJSETMETRSKEGA  
STOPNJEVALNEGA TEKA PRI OTROCIH V ZADNJEM TRILETJU  
OSNOVNE ŠOLE**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR: doc. dr. Gregor Starc

RECENZENTKA: prof. dr. Marjeta Kovač

Avtorica: MARUŠA PUNGARTNIK

Ljubljana, 2014

»...če si nečesa zelo močno želiš, lahko to dosežeš.  
Nemara bo zahtevalo potrpežljivost, težko delo,  
pravo borbo in veliko časa;  
tolikšna mera vere je predpogoj  
za sleherni podvig, umetniški ali kak drug.«

M. Jones

Ob zaključku diplomskega dela se zahvaljujem mentorju dr. Gregorju Starcu, ki mi je s hitrimi odzivi in zelo uporabnimi nasveti pomagal pri izdelavi diplomskega dela. Velika zahvala gre tudi recenzentki dr. Marjeti Kovač. Prav tako se obema zahvaljujem za možnost sodelovanja v raziskavi ARTOS.

Velika zahvala gre tudi mami in očiju, ki sta me vsa ta leta podpirala in mi svetovala pri športnih dejavnostih, hkrati pa me spodbujala pri študiju, kar me je pripeljalo do uspešnega zaključka,

in mojemu fantu Žigu, ki mi je stal ob strani, moje dneve napolnil s srečo in smehom, s svojo potrpežljivostjo pa mi pomagal, da sem brez težav opravljala študijske in druge obveznosti.

Hvala tudi vsem drugim, ki ste mi tako ali drugače pomagali priti do zelenega cilja.

**Ključne besede:** stopnjevalni tek, aerobna zmogljivost, telesna masa, debelost, osnovna šola

## **VPLIV TELESNE MASE NA REZULTATE DVAJSETMETRSKEGA STOPNJEVALNEGA TEKA PRI OTROCIH V ZADNJEM TRILETJU OSNOVNE ŠOLE**

**Maruša Pungartnik**

### **IZVLEČEK**

Diplomsko delo obravnava vpliv telesne mase na najvišji privzem kisika pri dvajsetmetrskem stopnjevalnem teku pri otrocih v zadnjem triletju osnovne šole. Podatke smo pridobili v raziskavi ARTOS – Analiza razvojnih trendov otrok v Sloveniji (2013), v okviru katere smo izvajali meritve telesne višine, telesne mase in dvajsetmetrskega stopnjevalnega teka. Vzorec je vključeval 956 otrok, ki so sodelovali v raziskavi, od tega je bilo 514 fantov in 442 deklet. V vzorec smo zajeli učenke in učence za dnjega triletja, njihov starostni razpon pa je bil od 9 do 15 let. Ena izmed deklic je bila leto in pol mlajša od sošolk, ker je preskočila dva razreda, 4 fantje in 2 dekleti pa so bili za leto starejši od sošolcev in sošolk zaradi kasnejšega vstopa v šolo. Na podlagi IOTF (International Obesity Task Force) standardov smo nato določili stopnjo prehranjenosti vsakega otroka s pomočjo aplikacije LMSgrowth. Izmerili smo še rezultat stopnjevalnega teka in s pomočjo enačbe, ki poleg indeksa telesne mase vključuje še hitrost pri zadnjem doseženem ciklu stopnjevalnega teka izračunali podatek o maksimalni porabi kisika posameznika. Znotraj vzorca smo nato ugotavljali razlike v najvišjem privzemu kisika med normalno telesno prehranjenimi in debelimi posamezniki, razlike med spoloma in razlike med otroki iz ljubljanskih osnovnih šol ter otroki iz drugih osnovnih šol po Sloveniji. Najpomembnejše ugotovitve so, da imajo debeli otroci nižji najvišji privzem kisika, kar pomeni, da so zaradi nižje telesne dejavnosti manj zmogljivi. Fantje pri vzdržljivostnih testih dosegajo boljše rezultate in imajo višji najvišji privzem kisika od deklet, kar je povezano z zgodnejšim dozorevanjem deklet. Ugotovili smo tudi, da otroci iz ljubljanskih osnovnih šol dosegajo boljše rezultate pri vzdržljivostnih testih kot otroci z drugih osnovnih šol v Sloveniji.

**Key words:**shuttle run, aerobic fitness, body mass, obesity, elementary school

## **THE INFLUENCE OF BODY WEIGHT ON RESULTS OF SHUTTLE RUN TEST AMONG CHILDREN IN THE LAST THREE YEARS OF PRIMARY SCHOOL**

**Maruša Pungartnik**

### **ABSTRACT**

The thesis, The influence of body weight on results of shuttle run test among children in the last three years of elementary school, examines the impact of body weight on maximum oxygen uptake. Data were obtained in a study ACDSi – Analysis of Children'S Developmental Trends in Slovenia (2013), in which we carried out measurements of weight, height and shuttle run test. The sample consisted of 956 children who participated in the survey. The sample included 514 boys and 442 girls. The sample included the pupils of the last triennium of primary school, their age range was from 9 to 15 years. One of the girls was a year and a half younger than her schoolmates because she skipped two grades, 4 boys and 2 girls were one year older from their schoolmates due to late school entry the school. On this basis, we determined body mass index, based on the IOTF standards, then we determine the nutritional status of each child by using the application LMSgrowth. We measured, the result of heightened appetite and with the help of the equation, which in addition to BMI includes the speed of progress in the last cycle of heightened appetite calculate data on maximum oxygen consumption of the individual. Within the sample we observed differences in maximal oxygen uptake between normal weight and obese individuals. We also determined the gender differences and differences among children with primary schools in Ljubljana as well as children from other elementary schools in Slovenia. The main findings are that obese children have lower maximum oxygen uptake, which means that, due to lower physical activity they are less endurable. In endurance tests boys perform better and have higher maximum oxygen uptake than girls, which is associated with earlier maturation of girls. We have also found that children from Ljubljana primary schools perform better in endurance tests than children from other primary schools in Slovenia.

## Kazalo

1. UVOD.....	6
2. PREDMET IN PROBLEM DELA.....	7
2.1. Aerobna vzdržljivost in njeno ugotavljanje .....	7
2.2. Vpliv telesne mase na vzdržljivost.....	10
3. CILJI IN HIPOTEZE.....	15
3.1. Cilji.....	15
3.2. Hipoteze .....	15
4. METODE DELA.....	16
4.1. Vzorec merjenčev.....	16
4.2. Pripomočki.....	18
4.3. Postopek.....	18
4.4. Analiza podatkov.....	19
5. REZULTATI.....	20
5.1. Primerjava in razlike med normalno prehranjenimi in prekomerno debelimi posamezniki	20
5.2. Primerjava in razlike med spoloma .....	21
5.3. Primerjava in razlike ljubljanskih osnovnošolcev in drugih osnovnošolcev.....	23
6. RAZPRAVA.....	25
7. SKLEP .....	27
8. VIRI.....	28
Slika 1: Odstotek otrok glede na spol.....	16
Slika 2: Število otrok glede na starost .....	17
Slika 3: Število otrok glede na prehranjenost .....	18
Slika 4: Izračun povprečja najvišjega privzema kisika glede na prehranjenost.....	20
Slika 5: Standardni odklon najvišjega privzema kisika glede na prehranjenost.....	21
Slika 6: Izračun povprečja najvišjega privzema kisika glede na spol.....	22
Slika 7: Standardni odklon najvišjega privzema kisika glede na spol .....	22
Slika 8: Odstotek otrok iz ljubljanskih osnovnih šol in drugih osnovnih šol.....	23
Slika 9: Povprečje najvišjega privzema kisika ljubljanskih in drugih otrok v zadnjem triletju osnovne šole.....	24
Slika 10: Standardni odklon najvišjega privzema kisika glede na osnovno šolo, ki jo otroci obiskujejo	24
Tabela 1: Opis stopenj in hitrosti 20-m stopnje valnega teka (Léger in Lambert, 1982). .....	9
Tabela 2: Rezultati, ki jih dosegajo 13, 14 in 15 let stari posamezniki (Léger, Mercier, Gadoury in Lambert, 1988) .....	10

## 1. UVOD

Prekomerna telesna masa, ki je posledica neustreznih prehranjevalnih navad in nezadostne telesne dejavnosti, pri otrocih danes postaja vse večja težava, saj manjša njihovo gibalno učinkovitost. Življenjski slog sodobnih otrok in mladine se je namreč v zadnjih treh desetletjih izjemno spremenil, s tem pa tudi njihov telesni fitnes. V Sloveniji so študije pokazale, da so danes štirinajstletniki skoraj dvajset kilogramov težji kot leta 1925 in devet kilogramov težji kot leta 1970, pri čemer je treba upoštevati, da gre nekaj teh kilogramov tudi na račun večje telesne višine, vendar pa to vseeno ne opravičuje omenjenega povečanja telesne mase (Kovač idr., 2007). Podatkov o telesni učinkovitosti za tako oddaljena časovna obdobja žal nimamo, zaradi česar tudi ni mogoče neposredno določati vpliva povečevanja telesne mase na različne gibalne sposobnosti. Ena izmed ključnih gibalnih sposobnosti, ki je predpogoj razvoja vseh drugih, je aerobna vzdržljivost, ki jo pogosto uporabljamo tudi kot pomemben kazalnik zdravstvenega tveganja.

»Telesno udejstvovanje ima nesporne ugodne učinke na številne kazalnike zdravja, prav tako pa obstajajo trdni dokazi o učinkih telesne dejavnosti na zmanjšanje obolevnosti in smrtnosti. V literaturi opisujejo številne mehanizme, ki pojasnjujejo koristi, ki jih ima telesna dejavnost na zdravje posameznika. Telesno udejstvovanje vpliva neposredno na zmanjševanje telesne mase, omogoča boljše uravnavanje maščob v krvi in zmanjšuje količino telesnega maščevja, dviguje raven varovalnega holesterola (HDL) in niža raven škodljivega holesterola (LDL), zmanjšuje neobčutljivost na inzulin ter povečuje kostno gostoto. Telesna dejavnost v obdobju otroštva kasneje pomembno vpliva tudi na življenjski slog in zdravstveno stanje v odraslosti. Tako lahko dejaven življenjski slog bistveno pripomore k primarnem preprečevanju debelosti pri mladostnikih in mladostnicah, kar hkrati pomembno zmanjšuje smrtnost odraslih. Sporočilo večine študij je, da se zdravo telo in zdrav odnos do telesnega udejstvovanja razvijata že v otroštvu nekje do 12. leta ter da so telesno dejavni otroci kasneje tudi telesno dejavni mladostniki in odrasli.« (Bratina idr., 2011, str. 886).

Novodobna družba ali informacijska družba, kot jo radi imenujemo, oblikuje v življenju posameznika nove vedenjske vzorce, pomeni večjo obremenitev pri delu, spreminjata pa se tudi obseg in kakovost izrabe prostega časa, v katerem velikokrat primanjkuje primerne gibalne dejavnosti. Pomanjkanje gibanja in nasploh premalo športnega udejstvovanja, neprimerna prehrana, debelost, vsakodnevne stresne okoliščine in razvade so dejavniki, ki pri vseh starostnih skupinah pripomorejo k nastanku številnih degenerativnih pojavov in bolezni, ki so značilne za sodobni čas. Zato sta ozaveščanje o zdravemu načinu življenja in skrb za zdravje pomembni zahtevi vzgojno-izobraževalnega sistema v sodobni družbi.

Danes je tudi življenjski slog otrok in mladine bistveno drugačen kot pred tridesetimi leti. Zaradi spremenjenega načina življenja, kjer je delež gibanja precej manjši kot nekoč, je tudi potreba po energiji manjša, s tem pa se spreminjajo tudi prehranjevalne navade. Pogosteje lahko zasledimo motnje hranjenja, kot so podhranjenost, prekomerna hranjenost in prehranjenost, ki pa lahko vodijo tudi v bolezni, kot so bulimija, anoreksija, kompulzivno prenejedanje. Zelo odmevna težava, ki jo danes lahko zasledimo na vsakem koraku, tudi že v osnovni šoli, je prekomerna prehranjenost oz. debelost.

Ustrezna gibalna dejavnost ima pozitiven vpliv na telesno rast in v povprečju imajo otroci, ki so gibalno dejavnejši, večji delež mišičevja in manjši delež telesnih maščob (Pišot in Planinšec, 2005)

Pred leti je bilo narejenih veliko raziskav o vzdržljivosti pri otrocih, vendar pa so bile telesne mase posameznikov takrat nižje kot danes. Zaradi tega se postavlja vprašanje, ali je morda telesna masa tista, ki je vplivala na zmanjševanje aerobne vzdržljivosti otrok in mladostnikov v zadnjih letih. V diplomskem delu želimo torej pojasniti, ali debeli otroci dosegajo slabše rezultate pri testih vzdržljivosti.

## 2. PREDMET IN PROBLEM DELA

### 2.1. Aerobna vzdržljivost in njeno ugotavljanje

Vzdržljivost je sposobnost izvajanja dalj časa trajajočih gibalnih nalog z enako učinkovitostjo. Odvisna je od količine energije iz energijskih procesov v organizmu, sposobnosti odpravljanja stranskih produktov energijskih procesov (mlečna kislina) in vztrajnosti posameznika. Vzdržljivost kot funkcionalna sposobnost ima posebno vlogo in prispeva h gibalni učinkovitosti vsakega posameznika. Je ena od tistih gibalnih sposobnosti človeka, ki je v največji meri povezana z njegovim zdravjem, telesno vitalnostjo in kakovostjo njegovega življenja.

Metabolične poti so zapletene. Poenostavljeno lahko rečemo, da je vzdržljivost posameznika odvisna od razpoložljivih goriv in hitrosti, s katero lahko goriva porabimo, to je od količine kisika, ki jo lahko sprejmemo in ponudimo celicam (Knap, 2007). Dejansko je vzdržljivost, ki jo razumemo kot sposobnost vztrajanja v gibanju, odvisna od treh dejavnikov: od sposobnosti privzema kisika, energijske zahtevnosti gibanja in sposobnosti izrabe kisika (Bosquet, Léger in Legros, 2002).

V pričujočem diplomskem delu se bomo osredotočili le na dva izmed teh dejavnikov, in sicer na sposobnost privzema ter izrabe kisika, ki jo imenujemo tudi aerobna vzdržljivost.

Z intenzivnejšim preučevanjem aerobne vzdržljivosti se je v 60. letih 20. stoletja začel ukvarjati dr. K. H. Cooper (1968), v naslednjih desetletjih pa je vrsta raziskovalcev razvila več neposrednih in posrednih metod za ugotavljanje aerobne vzdržljivosti.

Med neposredne metode spada konstantno delo; pri tej metodi mora posameznik v čim krajšem času opraviti določeno delo oz. preteči neko razdaljo. Naslednja neposredna metoda je konstantno trajanje; pri njej mora posameznik v določenem času opraviti čim več dela oz. preteči čim daljšo razdaljo. Zadnja neposredna metoda pa je konstantna moč; pri njej mora posameznik ohranjati konstantno moč (intenzivnost) do točke izčrpanosti. Mera je čas do izčrpanosti oz. »limit time«; ( $t_{lim}$ ). Med te teste spadajo »SWEET – Square Wave Endurance Exercise Test« (Gimenez, Servera in Salinas, 1982), »Endurance Index«, (Pironnet in Thibault, 1989), »Nomogram« (Mercier, Léger in Desjardins, 1986), »Critical power« (Monod in Scherrer, 1965).

Posredne metode, ki se uporabljajo za napovedovanje aerobne vzdržljivosti, temeljijo na značilnem odnosu med delno izkoriščenim najvišjim privzemom kisika in nekaterimi biološkimi spremenljivkami, kot so respiratorni kazalniki, koncentracija laktata v krvi ali srčni utrip. Na splošno je to razmerje opisano v smislu praga (laktatni prag (Owles, 1932), respiratorni prag (Wasserman in McIlroy, 1964), prag srčnega utripa (Wyndham idr., 1959)).

Ena izmed uveljavljenih merskih nalog, ki jo uporabljamo za merjenje vzdržljivosti pri otrocih, je tudi 20-metrski stopnjevalni tek (ang. shuttle run), ki sta ga razvila kanadska raziskovalca Léger in Lambert (1982) in je tudi del merske baterije EUROFIT (Adam, Klissouras, Ravazzolo, Renson in Tuxworth, 1993). Leta 1982 so namreč Léger in njegova ekipa na univerzi v Montrealu razvili mersko nalogo, pri kateri zvok iz posnetka določa tempo teka. Ta merska naloga je ena izmed prvih terenskih testov, ki so ga strokovnjaki naredili za potrebe ekipnih športov in omogoča natančnejše merjenje največjega privzema kisika pri gibanjih, kjer prihaja do hitre spremembe smeri. Izračun najvišjega privzema kisika temelji na maksimalni hitrosti teka v zadnjih 20 metrih testa (Ramsbottom, Brewer in Williams, 1988) ali pa zgolj na doseženi zadnji stopnji (Ruiz idr., 2009).

Na podlagi te merske naloge je mogoče izračunati najvišji privzem kisika, ki se pogosto uporablja kot kazalnik aerobne vzdržljivosti; razvitih je bilo že kar nekaj enačb, ki upoštevajo različne kriterije (Matsuzaka idr., 2004; Stickland, Petersen in Bouffard, 2003; Ruiz idr., 2008; Mahar, Guerieri, Hanna in Kemble, 2011).

Pri stopnjevalnem teku (obremenitev je postopno povečevanje hitrosti teka) ocenjujemo, koliko kisika porabi organizem – predvsem delujoče mišice (ali v celoti – absolutna vrednost, ali relativno – glede na kilogram telesne mase) – pri različno hitrem teku. Najvišjo količino porabljenega kisika imenujemo maksimalna poraba kisika ali najvišji privzem kisika, vendar pa otroci te ravni navadno ne dosegajo, zaradi česar pri njih govorimo zgolj o najvišjem privzemu kisika. O tem, kako na najvišji privzem kisika vpliva telesna masa, so tudi med raziskovalci mnenja deljena, zelo verjetno pa je, da je najvišji privzem kisika bolj odvisen od mišične kot od maščobne mase (Armstrong, Welsman, Nevill in Kirby, 1999). Kljub temu pa enačbe za določanje najvišjega privzema kisika ne vključujejo kazalnika mišične mase, številne izmed njih pa niti telesne mase.



Tabela 1: Opis stopenj in hitrosti 20-m stopnjevalnega teka (Léger in Lambert, 1982).

RAVEN	HITROST (km/h)	STOPNJE	NAJVIŠJI PRIVZEM KISIKA V 1. STOPNJI VSAKE RAVNI ( $VO_{2max}$ )
1	8,5	7	16,1
2	9,0	8	19,6
3	9,5	8	22,9
4	10,0	9	26,4
5	10,5	9	29,9
6	11,0	10	33,3
7	11,5	10	36,8
8	12,0	11	4,2
9	12,5	11	43,7
10	13,0	11	47,1
11	13,5	12	50,6
12	14,0	12	54,0
13	14,5	13	57,5
14	15,0	13	60,9
15	15,5	13	64,4
16	16,0	14	67,8
17	16,5	14	71,3
18	17,0	15	74,7
19	17,5	15	78,2
20	18,0	16	81,6
21	18,5	16	85,1

Tabela 1 prikazuje število ravni 20-metrskega stopnjevalnega teka in kakšne hitrosti dosežemo pri določeni ravni. Prav tako lahko iz tabele 1 razberemo število stopenj, ki jih ima vsaka raven in kolikšen je najvišji privzem kisika v 1. stopnji vsake ravni.

Tabela 2: Rezultati, ki jih dosegajo 13, 14 in 15 let stari posamezniki (Léger, Mercier, Gadoury in Lambert, 1988)

OCENA	Dekleta (število dokončanih stopenj)			Fantje (število dokončanih stopenj)		
	13 let	14 let	15 let	13 let	14 let	15 let
Odlično	≥9,4	≥9,9	≥10,5	≥7,0	≥6,5	≥7,0
Zelo dobro	8,1-9,3	8,6-9,8	9,4-10,4	5,6-6,9	5,1-6,4	5,5-6,9
Dobro	7,0-8,0	7,5-8,5	8,1-9,3	4,6-5,5	4,3-5,0	5,0-5,4
Sprejemljivo	6,0-6,9	6,2-7,4	6,5-8,0	3,6-4,5	3,5-4,2	4,0-4,9
Treba izboljšati	≤5,9	≤6,1	≤6,4	≤3,5	≤3,4	≤3,9

Tabela 2 prikazuje vrednotenje rezultatov, ki jih pri stopnjevalnem teku dosegajo 13, 14 in 15 let stari otroci (Léger idr., 1988).

Najvišji privzem kisika se povečuje s starostjo, z velikostjo in sestavo telesa, glede na nemaščobno maso pa kaže na fiziološke zmožnosti srčno-dihalnega sistema, da izpolni oksidacijske zahteve telesa, in ni pod vplivom maščobne mase (Goran, Fields, Hunter, Herd in Weinsier, 2000).

Torej lahko rečemo, da je najvišji privzem kisika nemaščobnega tkiva neodvisen od maščobne telesne mase. Nasprotno pa, ker je aerobna kapaciteta odvisna od telesne mase, prekomerno prehranjeni posamezniki potrebujejo višjo raven aerobne kapacitete za opravljanje telesnih dejavnosti na isti ravni kot normalno prehranjeni.

## 2.2. Vpliv telesne mase na vzdržljivost

Debelost je ena najbolj razširjenih zdravstvenih težav, s katero se v zadnjem desetletju spopada razviti svet. Posebej skrb vzbujajoče je, da se v zadnjih letih še vedno povečuje delež otrok s prekomerno telesno maso in debelostjo, kar predstavlja enega glavnih izzivov javnega zdravstva. Debelost v obdobju otroštva in adolescence ima kratkoročne in dolgoročne posledice. Kratkoročne posledice so večinoma telesne in psihosocialne narave; odražajo se v nižji kakovosti življenja, nižji telesni samopodobi, nižjem samospoštovanju, vedenjskih težavah in v socialni izolaciji. Dolgoročno pa je debelost v otroštvu povezana z večjo verjetnostjo, da bo človek debel, tudi ko odraste (Starc in Strel, 2011), ter seveda s tem povezanim večjim tveganjem za pojav bolezni srca in ožilja, sladkorne bolezni tipa 2, nekaterih oblik raka in z umrljivostjo (Matejek, Planinšec, Fošnarič in Pišot, 2014).

Debelost je motnja presnove energije. Majhna, kronična neravnovesja med energijskim vnosom in energijsko porabo lahko postopoma privedejo do shranjevanja odvečne energije v obliki trigliceridov v maščobnem tkivu (LeMura in Maziakas, 2002).

Preddebelost in debelost sta opredeljeni kot povečano ali prekomerno kopičenje maščobnega tkiva, ki predstavlja tveganje za zdravje. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) je napovedala, da je približno 1,6 milijarde odraslih bilo prekomerno težkih že do 15. leta in v tej populaciji je prav tako vsaj 400 milijonov debelih odraslih. Prav tako napovedujejo, da bo do leta 2015 približno 2,3 milijarde prekomerno težkih in 700 milijonov debelih odraslih (Radovanović idr., 2014).

Debelost postaja po mnenju WHO eno najpogostejših kliničnih stanj, ki pogosto povzročajo zdravstvene težave že pri otrocih, v polni meri pa se negativno odrazijo v odraslosti. Predvidevajo, da postane med prebivalci evropske skupnosti vsako leto 400.000 otrok pretežkih ali predebelih (Lobstein, Baur in Uauy, 2004).

Epidemija debelosti, ki dobiva svetovne razsežnosti, je zajela tudi Evropo, najbolj zaskrbljujoče pa je, da se vedno bolj širi med otroke in mladostnike. Izvzeti niso niti otroci iz nižjega družbenega sloja niti tisti, ki pripadajo višjemu družbenemu sloju, čeprav so prvi s tega vidika še nekoliko bolj ogroženi ( in , 2000). Vloge ne igra niti okolje, saj se pojavlja tako med tistimi, ki živijo v urbanem okolju, kot onimi, ki so iz bolj podeželskega področja (Brettschneider in Naul, 2007).

Obstajajo številne definicije debelosti otrok, še vedno pa ni enotnih standardov, ki bi jih sprejeli na svetovni ravni. Bolj kot mere podkožnega maščevja je v uporabi mera indeksa telesne mase - ITM. Izračuna se po formuli - telesna masa/telesna višina<sup>2</sup>. Pri otrocih se jih glede na ITM razvršča v različne kategorije prehranjenosti po krivuljah, ki so posebej določene za dekleta in fante. Najpogosteje uporabljen mednarodni kriterij so krivulje International Obesity Task Force – IOTF (Cole in Lobstein, 2012), ki smo jih za razvrščanje v kategorije prehranjenosti uporabili tudi v pričujočem diplomskem delu.

Današnji glavni krivec za pojav debelosti je nesorazmerje med vnosom hrane in porabo energije. Ker je energijski vnos pogosto manjši kot desetletja nazaj, je verjetno največji krivec pomanjkanje gibanja (Andersen, Froberg, Kristensen in Moller, 2007).

Redna gibalna dejavnost v otroštvu predstavlja pomembno razvojno spodbudo, ki je koristna za krepitev in varovanje zdravja, ohranjanje primerne ravni telesne učinkovitosti in za višjo kakovost življenja, hkrati pa pripomore k oblikovanju takšnih navad in vedenjskih vzorcev, ki zagotavljajo vseživljenjsko gibalno dejavnost (Matejek idr., 2014).

Kot narašča delež otrok, ki ima prekomerno telesno maso, narašča tudi delež tistih, ki jih zdravstveni standardi že opredeljujejo kot debele (Brettschneider in Naul, 2007). Seveda se vsi zavedamo, da je hrana vir preživetja in jo zato nujno potrebujemo, vendar pa ostaja vprašanje, ali so ljudje, v našem primeru starši, dovolj ozaveščeni o pravilni prehrani oz. ali sledijo priporočilom strokovnjakov ter prenašajo svoje znanje na otroke.

Dojemanje debelosti je skozi zgodovino dobivalo vedno nove razsežnosti, spreminjalo se je predvsem s spreminjanjem koncepta lepote skozi čas in ne nazadnje tudi vedno novih odkritij znanstvenikov. Nedolgo tega so bile obline oziroma nekoliko bolj polna postava še modne in družbeno zaželene, vendar pa se je v prehodu v 20. stoletje začel preobrat (Starc,

2003). Poleg modne industrije je vedno bolj v ospredju mnenje zdravstvenih delavcev, ki odsvetujejo prekomerno telesno maso, saj so v dolgih letih raziskovanja ugotovili, da debelost prinaša številne negativne posledice. Danes v medicinski stroki že nekaj časa velja, da je debelost kronična bolezen današnjega časa, ki naj bi glede na naraščanje začejala dobivati razsežnosti epidemije. Svetovna zdravstvena organizacija čezmerno telesno maso in debelost definira kot »čezmerno in nenormalno kopičenje telesne maščobe, ki predstavlja tveganje za zdravje« (WHO, 2011).

Tako visoka telesna zamaščenost kot nizka aerobna sposobnost sta dejavnika tveganja za bolezni srca in ožilja. Še vedno ni jasno, ali sta dejavnika povezana drug z drugim ali sta neodvisna eden od drugega. Velik vpliv telesne mase na najvišji privzem kisika je mogoče razložiti predvsem s pusto telesno maso, saj delež maščobe nima neposrednega vpliva na najvišji privzem kisika. Debelost in preddebelost ne pomenita nujno zmanjšane sposobnosti največje porabe kisika, lahko pa imajo odvečne maščobe škodljiv učinek na srčno-dihalni sistem. Tako naj bi bila debelost in najvišji privzem kisika neodvisna dejavnika.

Glede na nekatere raziskave (Mišigoj-Durakovič idr., 2003) ni potrjeno, da nizka raven telesne dejavnosti sama po sebi pogojuje debelost. Debelost se ob zmanjšani telesni dejavnosti razvije pri neprimerno visokem energijskem vnosu v odnosu z energijsko porabo. Dolgotrajna aerobna vadba pogojuje premik v energijskem metabolizmu k večji porabi maščob kot izvoru energije za resintezo ATP (adenozin-tri-fosfat). Obseg zmanjšanja telesnega maščevja se zaradi vpliva telesne vadbe razlikuje tudi glede na spol. Ženske imajo ne samo več relativnega telesnega maščevja, ampak tudi okoli 50 odstotkov več maščobnih celic kot moški.

Stoletni trend kaže, da indeks telesne mase otrok povsod po svetu neprestano strmo narašča (Freedman, Srinivasan, Valdez, Williamson in Berenson, 1997; Strauss in Pollack, 2001; Tremblay, Katzmarzyk in Willms, 2002). Vzroki za naraščanje relativne telesne mase so v današnjem času najpogosteje povezani s sodobnim življenjskim slogom (Hill in Peters, 1998).

Obstoječi podatki kažejo, da med zorenjem fantje pridobijo več mišične mase kot deklice zaradi povečanja ravni moških hormonov in da ženski hormoni povzročijo, da imajo dekleta večje povečanje maščobne mase kot fantje. To naj bi bil glavni vir razlik med spoloma v najvišjem privzemu kisika skupaj z večjo koncentracijo hemoglobina, utripnim volumnom in večjo intenzivnostjo športnih iger pri fantih (Armstrong in Welsman, 1994; Beunen in Malina, 1988; Rowland, Vanderburgh in Cunningham, 1997).

Nekatere raziskave so pokazale, da se ob primernem treningu pri debelih otrocih in odraslih deleži maščobne mase, telesne mase in indeks telesne mase zmanjšajo, medtem ko se delež nemaščobne mase poviša.

Eni izmed pomembnejših ugotovitev sta značilna pozitivna povezava med stopnjami telesne dejavnosti in gibalnimi sposobnostmi ter značilen negativen odnos med stopnjami telesne dejavnosti in debelostjo. Ob upoštevanju teh ugotovitev je pomanjkanje pričakovanih povezanosti med srčnim utripom, telesno dejavnostjo in maščobo dvomljivo zaradi uporabe srčnega utripa kot ustrezne metode za oceno dejavnosti otrok (Rowlands, Eston in Ingledew, 1999).

V eni izmed raziskav je bilo ugotovljeno, da je pri debelih posameznikih vidno povečanje mišičnih vlaken tipa II in zmanjšanje mišičnih vlaken tipa I, kar lahko pomembno vpliva na

zmanjšanje privzema kisika. Študije so prav tako pokazale, da je najvišji privzem kisika pri posameznikih s prekomerno telesno maso občutno zmanjšan v primeru, ko je upoštevana maščobna masa, kar pa nakazuje na možnost sprememb v srčno-dihalni funkciji pri zelo prekomerno težkih posameznikih. Večji je indeks telesne mase, hujša bo funkcionalna okvara (Setty, Padmanabha in Doddamani, 2013).

Raziskovalci ugotavljajo, da so debeli otroci manj gibalno učinkoviti kot njihovi vrstniki s primerno telesno maso predvsem v moči, vzdržljivosti in v hitrosti teka, zmogljivejši pa so v moči stiska roke. Očitno je, da preddebeli in debeli otroci dosegajo nižjo raven gibalne učinkovitosti od primerno težkih vrstnikov predvsem v tistih gibalnih nalogah, pri katerih je treba premikati lastno telo po prostoru ali premagovati breme lastne telesne mase (Matejek idr., 2014).

Začetna maščobna masa je prevladujoči dejavnik, ki vpliva na večjo maščobno maso, vendar pa je aerobna sposobnost tudi pomemben neodvisen dejavnik, ki napoveduje povečanje debelosti. Zdi se, da je lahko aerobna sposobnost bolj pomembna kot absolutna poraba energije pri razvoju debelosti otrok. Ugotavljajo tudi, da je aerobna sposobnost, izmerjena z najvišjim privzemom kisika na tekočem traku, v obratnem sorazmerju z naraščajočo maščobno maso (Johnson idr., 2000).

Najbolj skrb vzbujajoče spoznanje ene od raziskav je dejstvo, da so vse gibalne sposobnosti pri debelih otrocih manj razvite. Vzroke za slabšo gibalno učinkovitost je mogoče iskati v dejstvu, da za te otroke predstavlja premagovanje lastne telesne mase večje breme kot za primerno težke vrstnike. Po drugi strani pa rezultati podpirajo domnevo, da je nizka gibalna učinkovitost eden izmed vzrokov za pojav debelosti, kar posledično pomeni, da imajo debeli otroci manj gibalnih izkušenj, zato so manj uspešni in se posledično manj vključujejo v gibalne dejavnosti (Matejek idr., 2014).

Dosedanje raziskave kažejo, da imajo debeli otroci nižji relativni najvišji privzem kisika in manj sodelujejo v organiziranih telesnih dejavnostih. Večina študij preučuje najvišji privzem kisika glede na telesno maso, vendar pa nihče ne upošteva sestave telesa. Goran in kolegi (2000) trdijo, da zmeda pri pravilnem izražanju najvišjega privzema kisika nastane pri primerjanju debelih posameznikov z normalno prehranjenimi posamezniki. Če primerjamo fiziološko sposobnost tkiva z maksimalno porabo kisika, bi moral biti najvišji privzem kisika preučevan glede na nemaščobno maso. Kljub temu pa je, kadar raziskujemo vzdržljivost, vseeno bolj sprejemljiva uporaba najvišjega privzema kisika glede na skupno telesno maso (Berndtsson, Mattsson, Marcus in Evers Larsson, 2007). Rowland (2007) pravi, da je povečana raven maščobne mase povezana s povečanim srčno-žilnim delom. Po drugi strani pa Maffei in kolegi (1994) pravijo, da lahko povečana nemaščobna masa (presnovno dejavna tkiva) prispeva k razlagi višjega absolutnega privzema kisika pri debelih otrocih.

Najvišji privzem kisika se s treningom izboljšuje in smiselno je domnevati, da se pri debelih otrocih z vadbo povečuje, ker ta zmanjšuje maščobno in povečuje nemaščobno maso (LeMura in Maziakas, 2002).

Debelost vpliva na delo srca in ožilja. Med debelimi otroki (povprečni odstotek telesne maščobe 49%) so Drinkard idr. (2001) izračunali visoko negativno koleracijo ( $r=-0,82$ ) med ITM in testom 12-minutnega sprehoda/teka. V splošni populaciji 12 let starih fantov, Rowland idr. (1999) poročajo, da telesna maščoba predstavlja 32 odstotkov variance pri

končnem času teka na eno miljo. Ta negativni vpliv debelosti na meritve dela srca in ožilja na splošno velja za presežek telesne mase. Negativne korelacije med maksimalno aerobno močjo, izražene glede na telesno maso in maščobno maso, so običajno visoke ( $r=-0,50$  do  $-0,80$ ) (Goran idr., 2000; Loftin idr., 2001; Rowland, 1991; Rowland idr., 1999; Rowland, 2007).

### 3. CILJI IN HIPOTEZE

#### 3.1. Cilji

Osnovni namen diplomskega dela je bil raziskati, kako telesna masa vpliva na aerobno vzdržljivost, ki jo določamo na podlagi rezultata 20-metrskega stopnjevalnega teka. Pri tem smo primerjali otroke s prekomerno telesno maso in otroke z normalno telesno maso glede na spol. Zanimalo nas je tudi, kakšne so razlike med nekaterimi osnovnimi šolami po Sloveniji. Preučevali smo učence v zadnjem triletju osnovne šole.

#### 3.2. Hipoteze

Pri tem postavljamo naslednje hipoteze:

H01 - Otroci s prekomerno telesno maso kažejo nižjo raven relativnega najvišjega privzema kisika.

H02 - Dekleta dosegajo nižjo raven relativnega najvišjega privzema kisika kot fantje.

H03 - Otroci iz ljubljanskih osnovnih šol dosegajo najnižje ravni najvišjega privzema kisika.

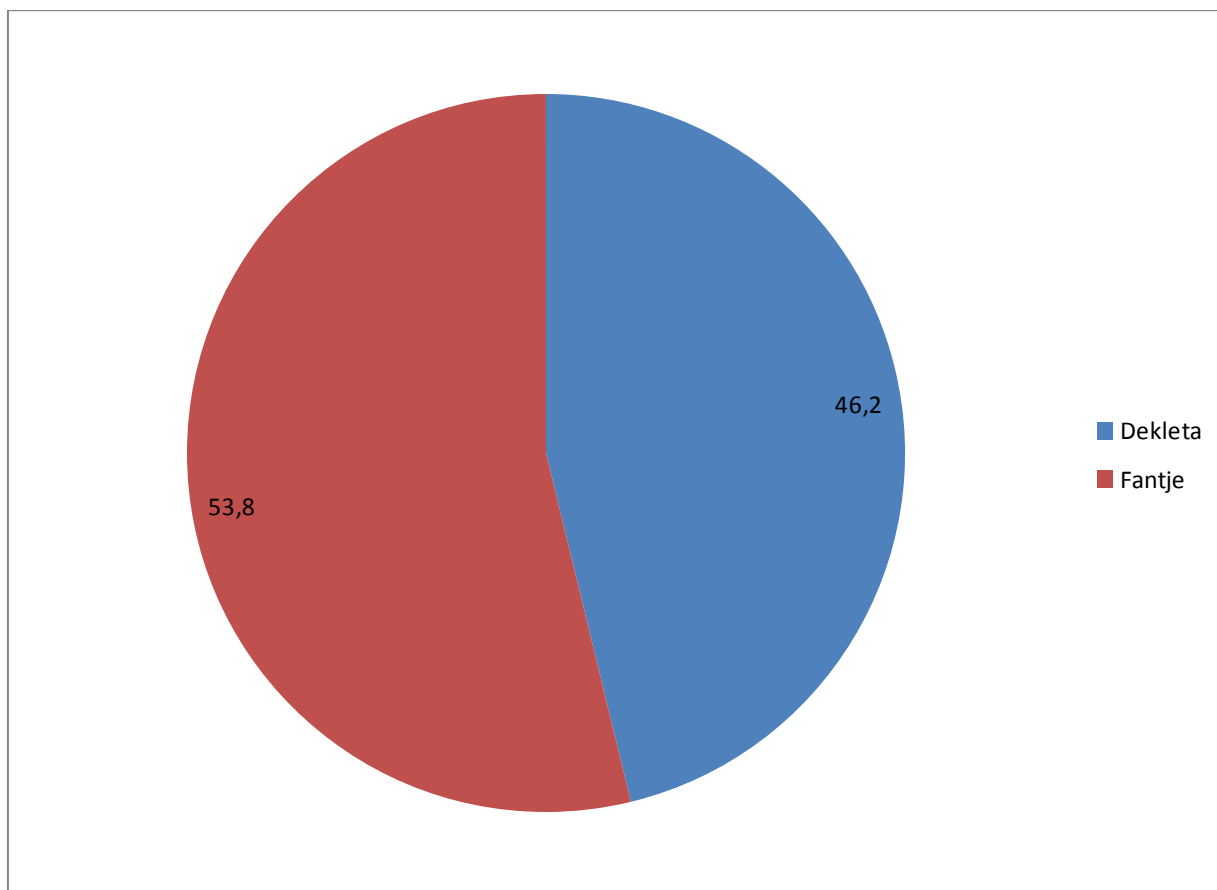
Za potrjevanje hipotez so uporabljene ustrezne statistične metode.

## 4. METODE DE LA

Za raziskovalno delo smo proučili domače in tuje vire, podatke pa smo pridobili iz raziskave ARTOS – Analiza razvojnih trendov otrok v Sloveniji, ki je bila izvedena jeseni 2013 (Jurak, Kovač in Starc, 2013). Za namene diplomske naloge smo obdelali le nekatere pridobljene podatke otrok (telesna višina in masa, rezultat stopnjevalnega teka) in določili indeks telesne mase ter stopnjo prehranjenosti.

### 4.1. Vzorec merjencev

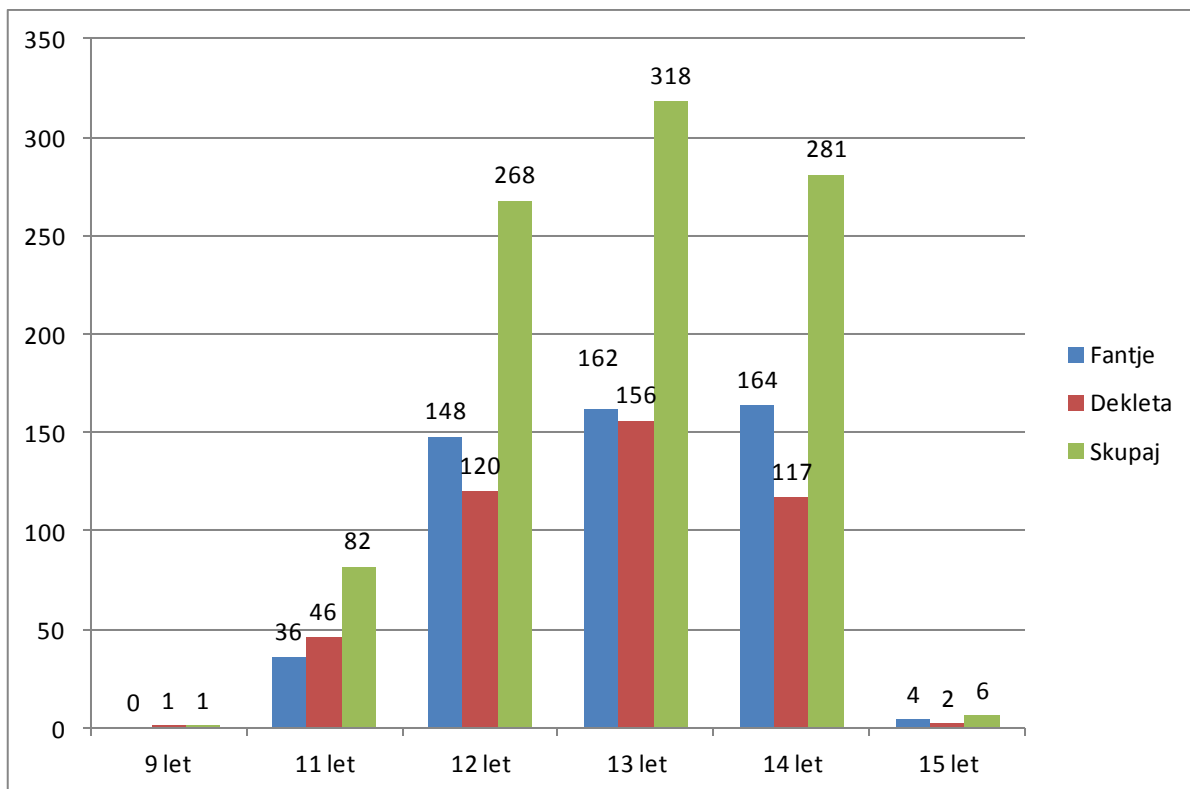
V vzorec merjencev je bilo sistematično izbranih 956 otrok, 514 fantov in 442 deklet, ki so v septembru in oktobru 2013 prostovoljno sodelovali v raziskavi ARTOS. V analizirani vzorec smo zajeli otroke iz zadnjega triletja, njihov starostni razpon pa je bil od 9 do 15 let. Ena izmed deklic je bila leto in pol mlajša od sošolk, ker je preskočila dva razreda, 4 fantje in 2 dekleti pa so bili za leto starejši od sošolcev in sošolk zaradi kasnejšega vstopa v šolo.



Slika 1: Odstotek otrok glede na spol

V raziskavo je bilo vključenih 11 osnovnih šol. Za vključitev v raziskavo so bila pridobljena pisna soglasja šol, učiteljev in staršev učencev. Učencev nismo posebej izbirali. V raziskavi so sodelovali vsi, ki so to želeli. Vključevanje je zato potekalo ne glede na njihov morfološki in gibalni status, temveč le glede na starost oz. razred.

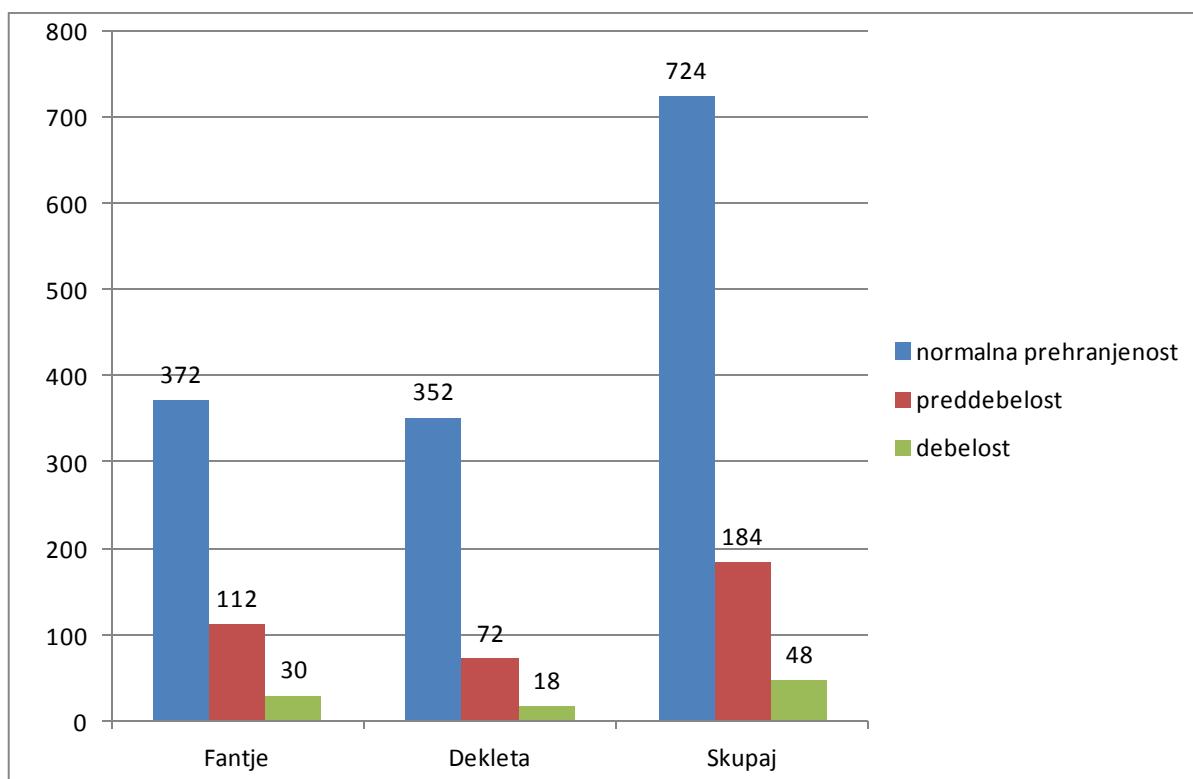




**Slika 2: Število otrok glede na starost**

Slika 2 prikazuje število otrok glede na določeno starost in spol, ki so bili zajeti v vzorec.

Na podlagi standardov IOTF (Cole idr. 2012) smo otroke razdelili v tri skupine prehranjenosti, pri čemer smo otroke z nizko telesno maso, zaradi katere bi jih razvrščali v skupino podhranjenih, uvrstili v skupino normalno prehranjenih.



**Slika 3: Število otrok glede na prehranjenost**

Slika 3 prikazuje število otrok, vključenih v vzorec, glede na spol in stopnjo prehranjenosti.

#### 4.2. Pripomočki

Za analizo najvišjega privzema kisika smo uporabili mersko nalogo 20-m stopnjevalni tek (Léger in Lambert, 1982), pri čemer smo zabeležili cikel in stopnjo, ko je posameznik prenehal s tekom. Otroci so tekli bosí. Na podlagi zadnje dosežene stopnje smo določili končno hitrost. Za izračun najvišjega privzema kisika smo uporabili enačbo Matsuzake idr. (2004), ki je primerna za izračun najvišjega privzema kisika za otroke med 8. in 17. letom starosti:  $VO_{2peak}$ : najvišji privzem kisika =  $25.9 - 2.21 \times \text{spol} - 0.449 \times \text{starost} - 0.831 \times \text{ITM} + 4.12 \times \text{končna hitrost}$  (spol: 0 fantje, 1 dekleta, starost: leta, ITM: indeks telesne mase  $\text{kg}/\text{m}^2$ , končna hitrost  $\text{km}/\text{uro}$ ).

#### 4.3. Postopek

Vsakemu izmed otrok smo izmerili telesno maso in telesno višino. Otroci so bili med meritvami oblečeni v lahka oblačila in bosí. Na podlagi tega smo določili indeks telesne mase, na podlagi IOTF standardov (Cole idr., 2012) pa smo nato določili stopnjo prehranjenosti vsakega otroka s pomočjo aplikacije LMSgrowth (Cole in Green, 1992; Pan in Cole, 2010). Izmerili smo še rezultat stopnjevalnega teka in s pomočjo enačbe, ki poleg ITM vključuje še hitrost pri zadnjem doseženem ciklu stopnjevalnega teka, izračunali podatek o maksimalni porabi kisika posameznika (Matsuzaka idr., 2004). Stopnjevalni tek se izvaja na razdalji 20

metrov, ta razdalja je označena z dvema stožcema ali z dvema črtama (s kredo ali s trakom), ki sta postavljeni oziroma narisani natanko 20 metrov narazen. Celoten test je sestavljen iz 21 ravni in vsaka stopnja ima določeno število stopenj za dokončanje. Višja je raven, večje je število stopenj za dokončanje; npr. 1. raven ima 7 stopenj, 11. raven ima 12 stopenj in končna 21. raven ima 16 stopenj. Vsaka stopnja traja približno eno minuto. Vsako povečanje ravni spremlja povečanje tempa piskov (piski so vedno bolj pogosti). Test se začne pri 8,5 km/h (1. raven) in se pri vsaki naslednji stopnji poveča za 0,5 km/h. Črto, oddaljeno 20 metrov, mora posameznik doseči pred naslednjim piskom. Ob naslednjem pisku lahko posameznik zamenja smer in nadaljuje s tekom. Če se posameznik ob pisku ne dotakne črte, pomeni, da je prepočasen oz. da ne zmore dohajati hitrosti piskov. Test se zaključi, ko dvakrat zapored ne ujamemo piska ob pravem času. Končni rezultat temelji na stopnjah, ki jih posameznik zmore doseči. Če mu je na primer na 7 ravni uspelo doseči 8 stopenj, je njegov rezultat 7/8.

#### 4.4. Analiza podatkov

Izračunali smo osnovne statistične kazalnike vzorca. Razlike v aerobni vzdržljivosti med različno prehranjenimi otroki in razlike po osnovnih šolah v Sloveniji smo analizirali z analizo variance, razlike med spoloma pa s pomočjo t-testa za neodvisne vzorce, pri čemer smo si pomagali s programsko opremo SPSS.

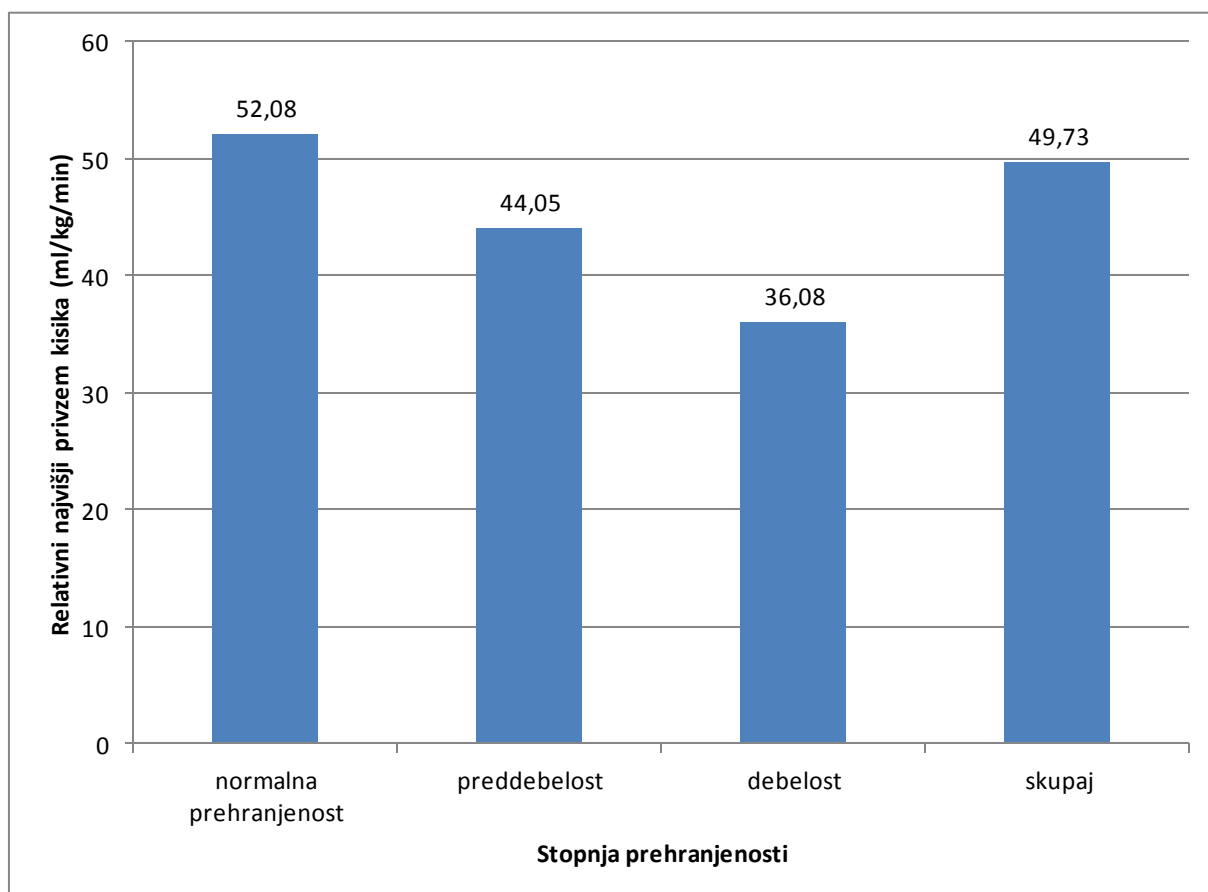
## 5. REZULTATI

### 5.1. Primerjava in razlike med normalno prehranjenimi in prekomerno debelimi posamezniki

Homogenost variance smo preverili z Levenovim testom, ki je pokazal, da ni statistično značilnih razlik v varianci najvišjega privzema kisika glede na stopnjo prehranjenosti ( $F = 0,986, p = 0,373$ ).

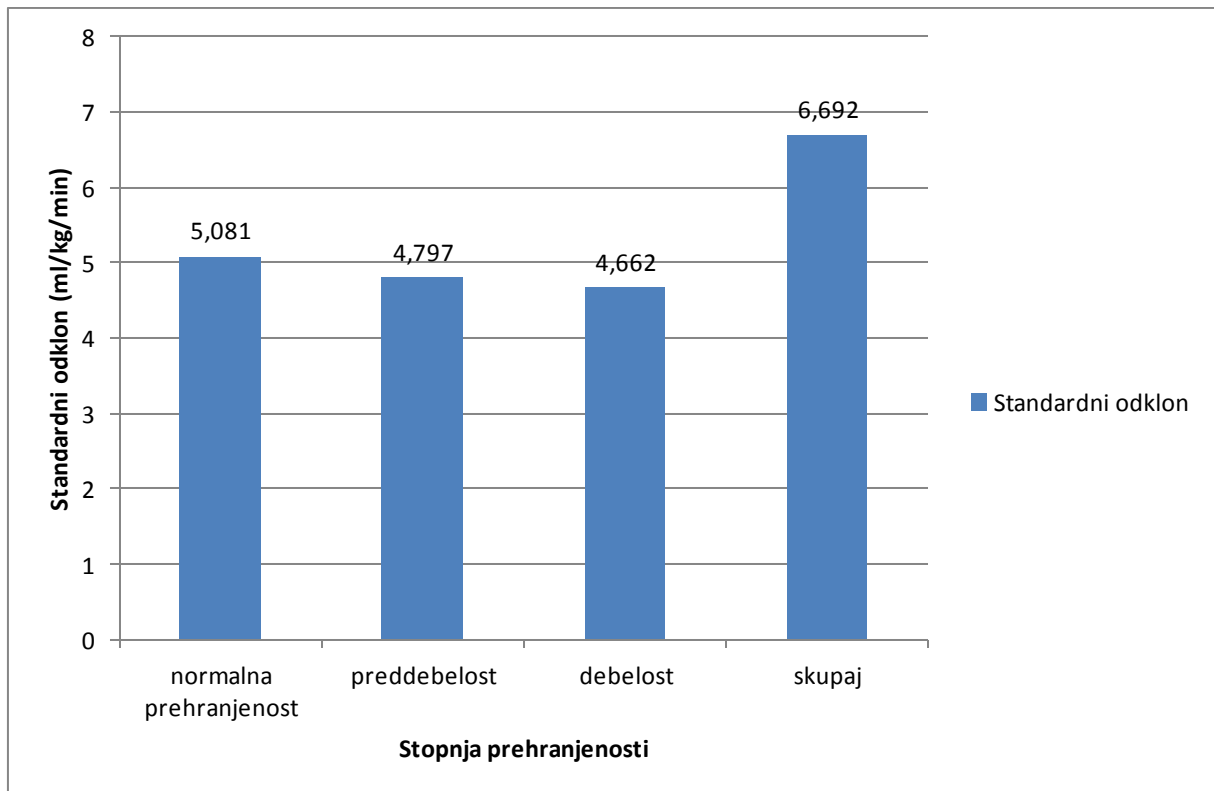
Analiza variance na ravni  $p < 0,01$  je pokazala, da ima stopnja prehranjenosti statistično značilen vpliv na najvišji relativni privzem kisika [ $F(2, 953) = 376,33, p < 0,000$ ].

Post-hoc primerjava s Tukeyevim HSD testom je pokazala, da imajo normalno prehranjeni fantje in dekleta v povprečju statistično značilno višji relativni privzem kisika ( $M = 52,08, SD = 5,08$ ) od preddebelih ( $M = 44,05, SD = 4,80$ ) in debelih fantov in deklet ( $M = 36,08, SD = 4,66$ ). Ravno tako imajo preddebeli fantje in dekleta statistično značilno višji relativni privzem kisika od debelih fantov in deklet.



Slika 4: Izračun povprečja najvišjega privzema kisika glede na prehranjenost

Slika 4 prikazuje povprečje najvišjega privzema kisika glede na prehranjenost otrok, ki so bili zajeti v vzorec.



Slika 5: Standardni odklon najvišjega privzema kisika glede na prehranjenost

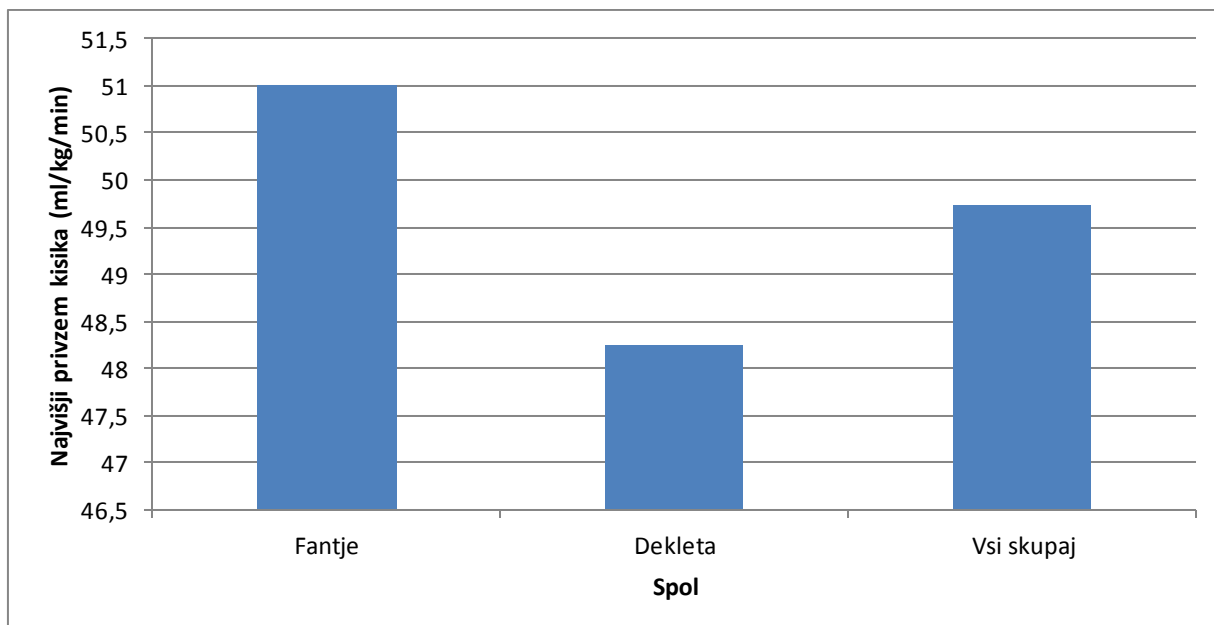
Slika 5 prikazuje standardni odklon od rezultatov povprečja najvišjega privzema kisika glede na prehranjenost.

Na podlagi teh rezultatov ne moremo ovreči prve hipoteze, ki pravi:  $H_{01}$ : Otroci s prekomerno telesno maso kažejo nižjo raven relativnega najvišjega privzema kisika.

## 5.2. Primerjava in razlike med spoloma

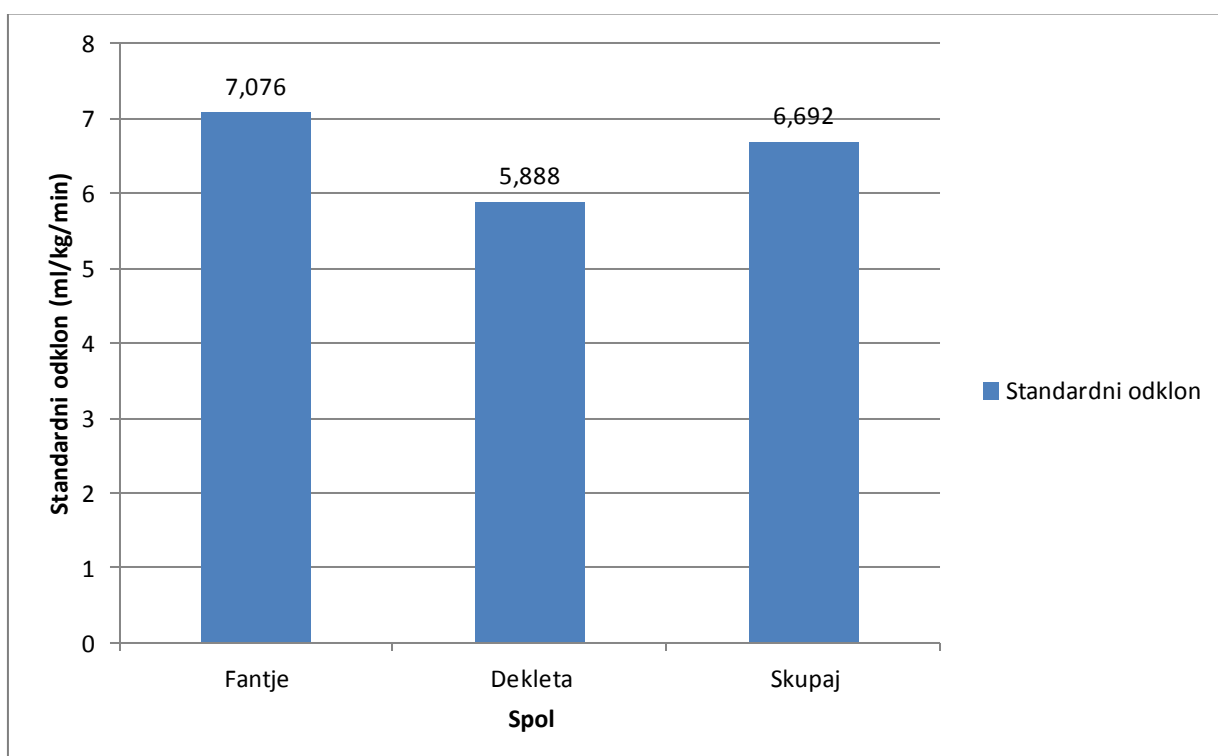
Ker je Levenov test homogenosti variance pokazal, da obstajajo statistično značilne razlike med varianco najvišjega relativnega privzema kisika pri fantih in dekletih, smo za analizo razlik med njimi uporabili T-test za neodvisne vzorce.

T-test za neodvisne vzorce je pokazal, da so dosegali fantje statistično značilno višje vrednosti relativnega najvišjega privzema kisika ( $M = 51,00$ ,  $SD = 7,08$ ) od deklet ( $M = 48,25$ ,  $SD = 5,89$ ),  $t(6,555) = 6,555$ ,  $p < 0,000$ .



Slika 6: Izračun povprečja najvišjega privzema kisika glede na spol

Slika 6 prikazuje povprečje najvišjega privzema kisika glede na spol.

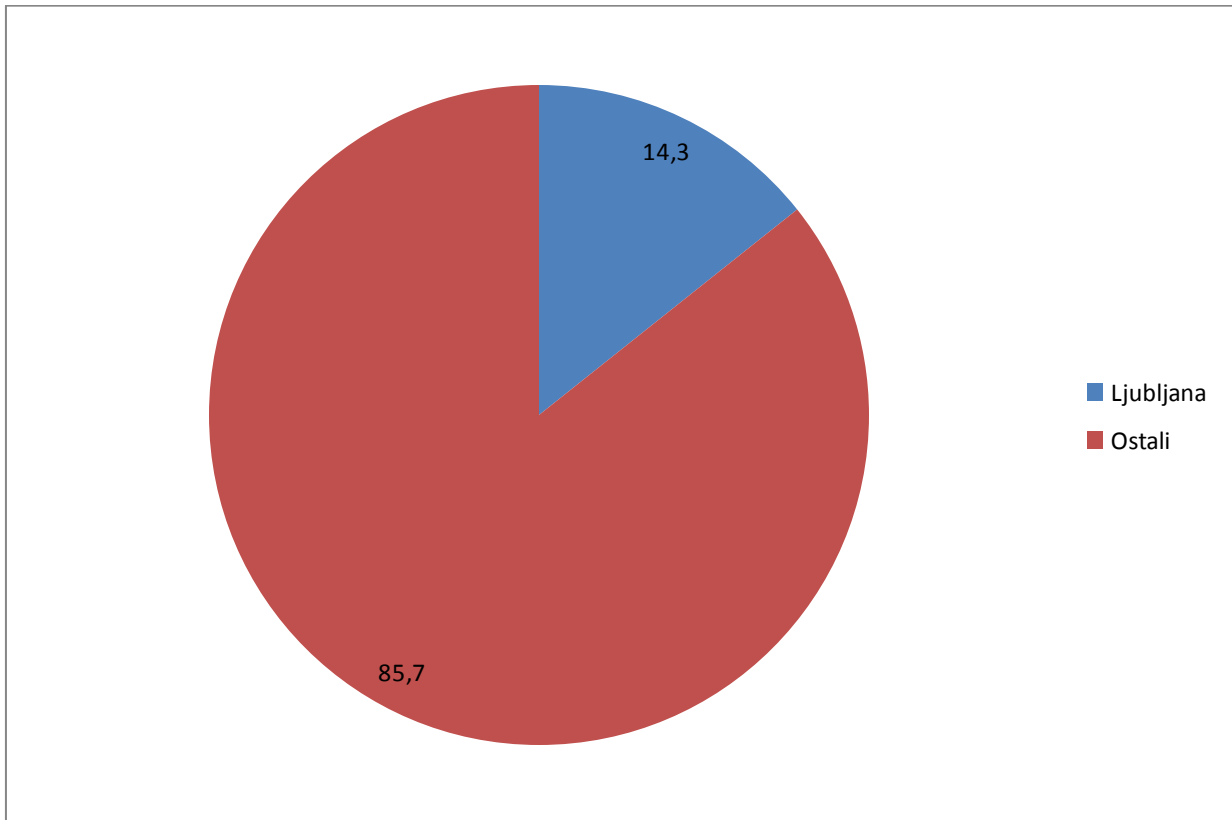


Slika 7: Standardni odklon najvišjega privzema kisika glede na spol

Slika 7 prikazuje standardni odklon od rezultatov najvišjega privzema kisika glede na spol.

Tudi druge hipoteze, ki pravi: H02: Dekleta dosegajo nižjo raven relativnega najvišjega privzema kisika kot fantje, na podlagi analiziranih podatkov ne moremo ovreči.

### 5.3. Primerjava in razlike ljubljanskih osnovnošolcev in drugih osnovnošolcev

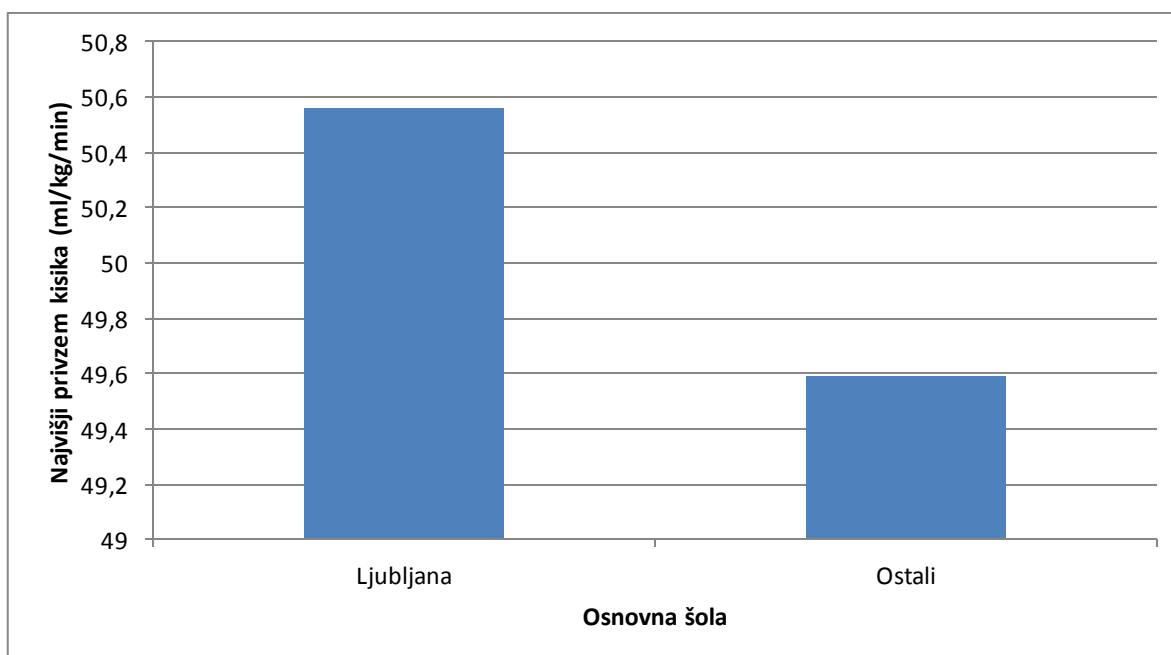


Slika 8: Odstotek otrok iz ljubljanskih osnovnih šol in drugih osnovnih šol

Slika 8 prikazuje število otrok iz zadnjega triletja glede na šolo, ki jo obiskujejo. Iz ljubljanskih osnovnih šol je tako v raziskavi sodelovalo 137 otrok, z drugih osnovnih šol po Sloveniji pa 819 otrok.

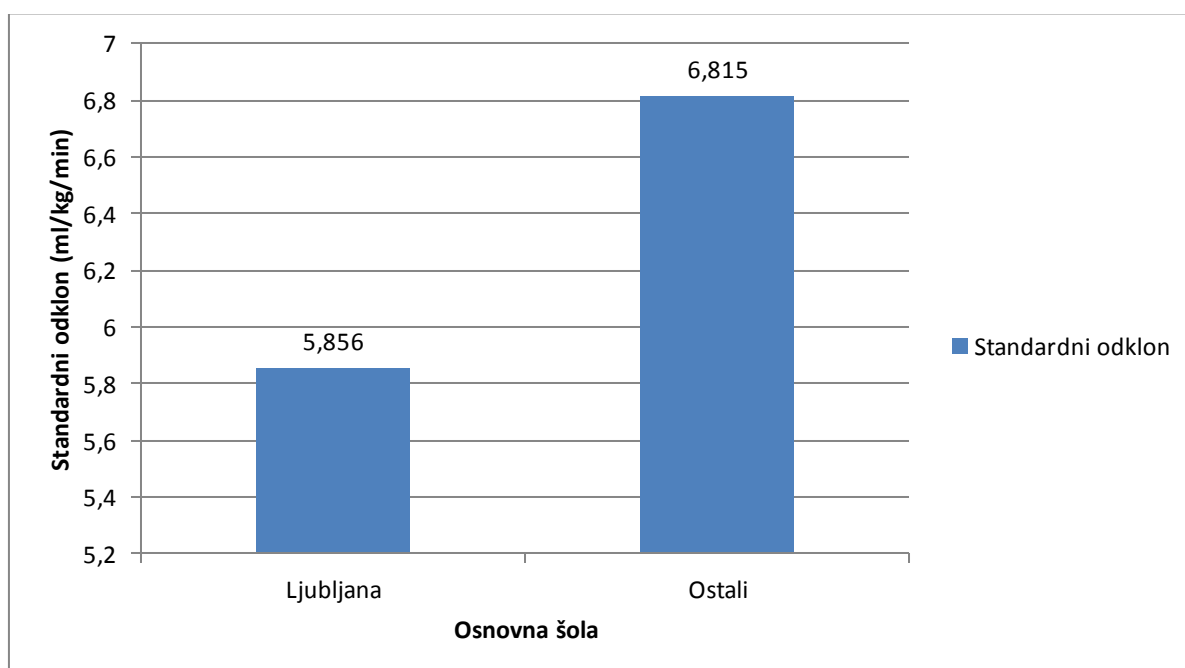
Ker je Levenov test homogenosti variance pokazal, da obstajajo statistično značilne razlike v varianci najvišjega relativnega privzema kisika med fanti in dekleti iz Ljubljane ter drugih delov Slovenije, smo za analizo razlik med njimi uporabili T-test za neodvisne vzorce.

T-test za neodvisne vzorce je pokazal, da so dosegali fantje in dekleta iz Ljubljane statistično značilno višje vrednosti relativnega najvišjega privzema kisika ( $M = 50,56$ ,  $SD = 5,86$ ) od fantov in deklet iz drugih delov Slovenije ( $M = 49,59$ ,  $SD = 6,82$ ),  $t(1,762) = 4,192$ ,  $p = 0,080$ .



Slika 9: Povprečje najvišjega privzema kisika ljubljanskih in drugih otrok v zadnjem triletju osnovne šole

Slika 9 prikazuje povprečje najvišjega privzema kisika otrok iz ljubljanskih OŠ in drugih OŠ po Sloveniji.



Slika 10: Standardni odklon najvišjega privzema kisika glede na osnovno šolo, ki jo otroci obiskujejo

Slika 10 prikazuje standardni odklon od rezultatov povprečja najvišjega privzema kisika pri otrocih iz ljubljanskih OŠ in drugih OŠ po Sloveniji.

Tretje hipoteze, ki pravi, H03: Otroci iz ljubljanskih osnovnih šol dosegajo najnižje ravni najvišjega privzema kisika, ne moremo potrditi, saj otroci iz ljubljanskih osnovnih šol dosegajo višje ravni najvišjega privzema kisika kot otroci iz drugih osnovnih šol.



## 6. RAZPRAVA

V naši raziskavi smo ugotovili, da obstajajo razlike v najvišjem privzemu kisika glede na prehranjenost. Normalno prehranjeni imajo relativno višji privzem kisika kot preddebeli, prav tako imajo preddebeli relativno višji privzem kisika kot debeli. Tako smo statistično dokazali, da imajo otroci s prekomerno telesno maso nižjo raven relativno najvišjega privzema kisika.

Zaradi tega prve hipoteze, ki pravi: Otroci s prekomerno telesno maso kažejo nižjo raven relativnega najvišjega privzema kisika, ne moremo ovreči.

Številni raziskovalci ugotavljajo, da redna gibalna dejavnost sodi med najpomembnejša sredstva za preprečevanje debelosti, zmanjšanje količine podkožnega maščevja, spodbujanje razvoja mišic in skeleta ter za preprečevanje nastanka poškodb pri otrocih. Redna in raznovrstna gibalna dejavnost vpliva na razvoj in raven gibalnih sposobnosti v otroštvu in obdobju adolescence. Prav tako ugotavljajo, da so debeli otroci gibalno manj učinkoviti kot njihovi vrstniki s primerno telesno maso, predvsem v moči, vzdržljivosti in hitrosti teka, zmogljivejši pa so v moči stiska roke. Očitno je, da otroci s prekomerno telesno maso in debelostjo dosegajo nižjo raven gibalne učinkovitosti od primerno težkih vrstnikov predvsem v tistih gibalnih nalogah, pri katerih je treba premikati lastno telo po prostoru ali premagovati breme lastne telesne mase (Matejek i dr., 2014).

Debelost v mladih letih je veliko bolj kritična kot debelost, do katere pride v starejših letih. Telesna dejavnost je v otroških letih bistvena za razvoj otrok, tako psihično kot fizično. Dejavnost življenjski slog se tako šteje kot zelo koristen za zdravje v kasnejših letih.

Raziskovalci ugotavljajo, da je najvišji privzem kisika pri posameznikih s prekomerno telesno maso občutno zmanjšan, ko upoštevamo maščobno maso, kar privede do sprememb v srčno-dihalni funkciji. Večji je indeks telesne mase, slabša je potem funkcija telesnih sistemov.

Debelost vpliva na delo srca in ožilja. V splošni populaciji 12 let starih fantov telesna maščoba predstavlja 32 odstotkov variance glede na končni čas pri teku na eno miljo (Rowland i dr., 1999). Ta negativni vpliv debelosti na meritve dela srca in ožilja na splošno velja za presežek telesne mase. Delo srca in ožilja označujemo z najvišjim privzemom kisika (na kg telesne mase). Negativne korelacije med maksimalno aerobno močjo, izražene glede na telesno maso in maščobno maso, so običajno visoke ( $r=-0,50$  do  $-0,80$ ) (Goran i dr., 2000; Loftin i dr., 2001; Rowland, 1991; Rowland i dr., 1999; Rowland, 2007).

Pri debelih posameznikih je najvišji privzem kisika občutno zmanjšan, ko je upoštevana maščobna masa, kar pa nakazuje na možnost sprememb v srčno-dihalni funkciji.

Dosedanje raziskave kažejo, da imajo debeli otroci nižji relativni najvišji privzem kisika in manj sodelujejo v organiziranih telesnih dejavnostih. V večini študij se preučuje najvišji privzem kisika glede na telesno maso, nihče pa ne upošteva sestave telesa. Goran in kolegi (2000) trdijo, da zmeda pri pravilnem izražanju najvišjega privzema kisika nastane pri primerjanju debelih posameznikov s primerno prehranjenimi posamezniki. Če primerjamo fiziološko sposobnost tkiva z maksimalno porabo kisika, bi moral biti najvišji privzem kisika

preučevan glede na maso brez maščobe. Vendar pa, kadar raziskujemo vzdržljivost, je bolj pravilna uporaba najvišjega privzema kisika glede na telesno maso (Berndtsson idr., 2007).

Nedavne študije so pokazale, da se srčna zmogljivost ni znatno poslabšala pri debelih posameznikih, tudi pri tistih z bolj izrazitimi stopnjami debelosti. Ta ugotovitev kaže, da pri vadbi za debele posameznike ni treba izpolnjevati visoke intenzivnosti, trajanja in pogostosti, potrebne za izboljšanje aerobne kondicije. Namesto tega je bolj primerna vadba z nizko intenzivnostjo, ki je namenjena porabljanju odvečnih kalorij (Rowland, 2007).

Ene izmed pomembnejših ugotovitev so pomembna pozitivna povezava med stopnjami telesne dejavnosti in sposobnostmi za telesno dejavnost in pomemben negativen odnos med stopnjami telesne dejavnosti in debelostjo. Ob upoštevanju teh ugotovitev je pomanjkanje pričakovanih razmerij med srčnim utripom, telesno dejavnostjo in maščobo dvomljivo zaradi uporabe srčnega utripa kot ustrezne metode za oceno dejavnosti otrok (Rowlands idr., 1999).

Tudi druge hipoteze, ki pravi: Dekleta dosegajo nižjo raven relativnega najvišjega privzema kisika kot fantje, z analizo nismo mogli ovreči.

Statistično smo namreč dokazali, da obstajajo razlike med spoloma. Fantje so dosegli višje vrednosti relativnega najvišjega privzema kisika od deklet.

Med zorenjem fantje pridobijo več mišične mase kot deklice zaradi povečanja ravni moških hormonov. Ženski hormoni povzročijo večje povečanje maščobne mase pri deklicah. Fantje imajo prav tako večjo koncentracijo hemoglobina, večji utripni volumen in se športa lotevajo z večjo intenzivnostjo, zato pride do glavnih razlik v najvišjem privzema kisika med spoloma.

Predpostavljali smo, da otroci z ljubljanskih osnovnih šol dosegajo najnižjo raven relativnega najvišjega privzema kisika. Ugotovili pa smo, da obstajajo statistično značilne razlike med otroki iz Ljubljane in drugih delov Slovenije, vendar so fantje in dekleta iz Ljubljane dosegali višje vrednosti relativnega privzema kisika.

Zaradi okolja in možnosti za telesne dejavnosti smo predpostavljali, da se bodo otroci iz ljubljanskih osnovnih šol na testih vzdržljivosti odrezali slabše, vendar smo ugotovili ravno nasprotno.

Zato tretje hipoteze, ki pravi: Otroci iz ljubljanskih osnovnih šol dosegajo najnižje ravni najvišjega privzema kisika, ne moremo potrditi.

## 7. SKLEP

V prvem delu diplomskega dela smo predstavili nekaj izsledkov raziskav in ugotovitev strokovnjakov, ki se ukvarjajo s problematiko debelosti, telesne mase in telesne dejavnosti otrok.

V nadaljevanju smo analizirali rezultate testov za ugotavljanje vzdržljivosti v vzorcu otrok, ki so bili vključeni v raziskavo ARTOS, in te rezultate primerjali s stopnjo njihove prehranjenosti po IOTF standardih. Analiza je pokazala, da imajo otroci s prekomerno telesno maso nižji najvišji privzem kisika in da so manj zmogljivi kot otroci z normalno telesno maso. Rezultati so pričakovani, težava je le v tem, da je otrok s prekomerno telesno maso vedno več, ter da imajo tudi tisti, ki po IOTF standardih še ne spadajo v skupino debelih, najvišji privzem kisika nizek, kar pomeni, da so premalo športno dejavni.

Ker se raziskovalci strinjajo s pomembnostjo telesne dejavnosti, bi morali otroke ozavestiti o njeni pomembnosti. Pojasniti bi jim bilo treba, da je telesna dejavnost veliko pomembnejša od gledanja televizije in podobno. Veliko vlogo imajo tukaj tudi starši, ki bi morali že od malega skrbeti za to, da gre otrok tudi po koncu šole oz. vrtca ven, na igrišče.

Indeks telesne mase je pomemben dejavnik gibalne učinkovitosti, saj smo ugotovili, da imajo otroci z višjo stopno prehranjenosti slabše rezultate pri testu dvajsetmetrskega stopnjevalnega teka.

Povprečne vrednosti kažejo, da imajo deklice nižji najvišji privzem kisika kot fantje, kar kaže na to, da fantje počasneje odraščajo, to pa jim omogoča boljše rezultate.

Opozoriti je treba na boljše rezultate otrok iz ljubljanskih šol, ki niso bili pričakovani. Kakor kaže, so podeželski otroci in otroci iz drugih delov Slovenije manj vzdržljivi od ljubljanskih vrstnikov.

Rezultati diplomskega dela bi bili še toliko bolj natančni, če bi upoštevali razlike med posamezniki glede maščobne in ne maščobne mase, vendar za ta izračun še ne obstaja dovolj natančna enačba, s katero bi si lahko pomagali. Tako smo analizo naredili zgolj glede na indeks telesne mase.

## 8. VIRI

- Adam, C. Klissouras, V., Ravazzolo, M., Renson, R. in Tuxworth, W. (1993). *Eurofit: European Tests of Physical Fitness* (druga izd.). Strasbourg: Council of Europe, Committee for the development of sport.
- Andersen, L. B., Froberg, K., Kristensen, P. L. in Moller, N. C. (2007). Physical activity and physical fitness in relation to cardiovascular disease in children. V W. D. Brettschneider in R. Naul, R. (ur.), *Obesity in Europe: Young people's physical activity and sedentary lifestyles* (str. 57-100). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Armstrong, N. in Welsman, J. R. (1994). Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise and sport sciences reviews*, 22(1), 435-476.
- Armstrong, N., Welsman, J. R., Nevill, A. M. in Kirby, B. J. (1999). Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11–13 yr olds. *Journal of Applied Physiology*, 87(6), 2230-2236.
- Berndtsson, G., Mattsson, E., Marcus, C. in Larsson, U. E. (2007). Age and gender differences in  $\text{VO}_2\text{max}$  in Swedish obese children and adolescents. *Acta Paediatrica*, 96(4), 567-571.
- Beunen, G. in Malina, R. M. (1988). Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise and sport sciences reviews*, 16(1), 503-540.
- Bosquet, L., Léger, L. in Legros, P. (2002). Methods to determine aerobic endurance. *Sports Medicine*, 32(11), 675-700.
- Bratina, N., Hadžić, V., Batellino, T., Pistotnik, B., Pori, M., Šajber, D., ... in Dervišević, E. (2011). Slovenian guidelines for physical activity in children and adolescents in the age group 2–18 years. *Zdravniški Vestnik*, 80(12).
- Brettschneider, W. D. in Naul, R. (2007). *Obesity in Europe: Young people's physical activity and sedentary lifestyles*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Cole, T. J. in Green, P. J. (1992). Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Statistics in medicine*, 11(10), 1305-1319.
- Cole, T. J. in Lobstein, T. (2012). Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatric obesity*, 7(4), 284-294.
- Cooper, K. H. (1968). A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *Jama*, 203(3), 201-204.
- Drinkard, B., McDuffie, J., McCann, S., Uwaifo, G. I., Nicholson, J. in Yanovski, J. A. (2001). Relationships between walk/run performance and cardiorespiratory fitness in

- adolescents who are overweight. *Physical Therapy*, 81(12), 1889-1896.
- Freedman, D. S., Srinivasan, S. R., Valdez, R. A., Williamson, D. F. in Berenson, G. S. (1997). Secular increases in relative weight and adiposity among children over two decades: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, 99(3), 420-426.
- Gimenez, M., Servera, E. in Salinas, W. (1982). Square-wave endurance exercise test (SWEET) for training and assessment in trained and untrained subjects. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 49(3), 359-368.
- Goran, M., Fields, D. A., Hunter, G. R., Herd, S. L. in Weinsier, R. L. (2000). Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *International journal of obesity*, 24(7), 841-848.
- Hill, J. in Peters, J. (1998). Environmental contributions to the obesity epidemic. *Science*, 280(5368), 1371-1374.
- Johnson, M. S., Figueroa-Colon, R., Herd, S. L., Fields, D. A., Sun, M., Hunter, G. R. in Goran, M. I. (2000). Aerobic fitness, not energy expenditure, influences subsequent increase in adiposity in black and white children. *Pediatrics*, 106(4), e50-e50.
- Jurak, G., Kovač, M. in Starc, G. (2013). The ACDSi 2013 – The Analysis of Children's Development in Slovenia 2013: Study protocol. *Anthropological Notebooks*, 19(3), 123-143.
- Strel, J. (2000). *Growth, physical activity, and motor development in prepubertal children*. Boca Raton: CRC Press
- Knap, B. (2007). Vzdržljivostna vadba in njene omejitve. V Sila, B., *Zbornik prispevkov VI. kongresa fitness zveze Slovenije licenčni seminar*. Terme Zreče, November 2007 (str. 7 – 11). Ljubljana: Fitnes zveza Slovenije.
- Kovač, M., Strel, J., Leskošek, B., Bučar, M., Starc, G. in Jurak, G. (2007). Prekomerna telesna teža in debelost: zdravstveno tveganje sodobnega sveta. V M. Kovač in G. Starc (ur.), *Šport in življenjski slogi slovenskih otrok in mladine* (45-60). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport in Zveza društev športnih pedagogov Slovenije, 2007.
- Léger, L. A. in Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict  $\dot{V}O_2$  max. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 49(1), 1-12.
- Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C. in Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*, 6(2), 93-101.
- LeMura, L.M. in Maziakas, M.T. (2002). Factors that alter body fat, body mass, and fat free mass in pediatric obesity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 34: 487-496.

- Lobstein, T., Baur, L. in Uauy, R. (2004). Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity reviews*, 5(s1), 4-85.
- Loftin, M., Sothorn, M., Trosclair, L., O'Hanlon, A., Miller, J. in Udall, J. (2001). Scaling VO<sub>2</sub>Peak in Obese and Non-obese Girls. *Obesity Research*, 9(5), 290-296.
- Maffeis, C., Schena, F., Zaffanello, M., Zoccante, L., Schutz, Y. in Pinelli, L. (1994). Maximal aerobic power during running and cycling in obese and non-obese children. *Acta Paediatrica*, 83(1), 113-116.
- Mahar, M. T., Guerieri, A. M., Hanna, M. S. in Kemble, C. D. (2011). Estimation of aerobic fitness from 20-m multistage shuttle run test performance. *American journal of preventive medicine*, 41(4), S117-S123.
- Matejek, Č., Planinšec, J., Fošnarič, S. in Pišot, R. (2014). Relations of weight status and physical fitness of children in Slovenia. *Slovenian Journal of Public Health*, 53(1), 11-16.
- Matsuzaka, A., Takahashi, Y., Yamazoe, M., Kumakura, N., Ikeda, A., Wilk, B. in Bar-Or, O. (2004). Validity of the multistage 20-m shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults. *Pediatric exercise science*, 113-125.
- Mercier, D., Léger, L. in Desjardins, M. (1986). Nomogram to predict performance equivalence for distance runners. *Track Technology*, 94, 3004-9.
- , M., Strel, J. in Vidmar, J. (2003).  
pedagogov Slovenije.
- Monod, H. in Scherrer, J. (1965). The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics*, 8(3), 329-338.
- Owles, W. (1932). Alterations in the lactic acid content of the blood as a result of light exercise, and associated changes in the CO<sub>2</sub>-combining power of the blood and in the alveolar CO<sub>2</sub> pressure. *The Journal of physiology*, 69(2), 214-237.
- Pan, H. in Cole, T. J. (2010). LMSgrowth, a Microsoft Excel add-in to access growth references based on the LMS method. Version 2.69. Cambridge: Medical Research.
- Pišot, R. in Planinšec, J. (2005). *Struktura motorike v zgodnjem otroštvu*. Koper: Univerza na Primorskem, Znanstveno raziskovalno središče.
- Pironnet, F. in Thibault, G. (1989). Mathematical analysis of running performance and world running records. *Journal of Applied Physiology*, 67, 453-465.

- Radovanović, S., Kocić, S., Gajović, G., Radević, S., Milosavljević, M. in Nićiforović, J. (2014). The impact of body weight on aerobic capacity. *Medicinski glasnik: official publication of the Medical Association of Zenica-Doboj Canton, Bosnia and Herzegovina*, 11(1), 204-209.
- Ramsbottom, R., Brewer, J. in Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*, 22(4), 141-144.
- Rowland, T. W. (1991). Effects of obesity on aerobic fitness in adolescent females. *American journal of diseases of children*, 145(7), 757-762.
- Rowland, T. W. (2007). Effect of obesity on cardiac function in children and adolescents: a review. *Journal of sports science & medicine*, 6(3), 319.
- Rowland, T., Potts, J., Potts, T., Son-Hing, J., Harbison, G. in Sandor, G. (1999). Cardiovascular responses to exercise in children and adolescents with myocardial dysfunction. *American heart journal*, 137(1), 126-133.
- Rowland, T. Vanderburgh, P. in Cunningham, L. (1997). Body size and the growth of maximal aerobic power in children: a longitudinal analysis. *Pediatric Exercise Science*, 9, 262-274.
- Rowlands, A. V., Eston, R. G. in Ingledew, D. K. (1999). Relationship between activity levels, aerobic fitness, and body fat in 8-to 10-yr-old children. *Journal of Applied Physiology*, 86(4), 1428-1435.
- Ruiz, J. R., Ramirez-Lechuga, J., Ortega, F. B., Castro-Pinero, J., Benitez, J. M., Arauzo-Azofra, A., ... in Zabala, M. (2008). Artificial neural network-based equation for estimating  $VO_{2max}$  from the 20m shuttle run test in adolescents. *Artificial intelligence in medicine*, 44(3), 233-245.
- Ruiz, J. R., Silva, G., Oliveira, N., Ribeiro, J. C., Oliveira, J. F. in Mota, J. (2009). Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test in youths aged 13–19 years. *Journal of sports sciences*, 27(9), 899-906.
- Setty, P., Padmanabha, B. V. in Doddamani, B. R. (2013). Correlation between obesity and cardio respiratory fitness. *International Journal of Medical Science and Public Health*, 2(2), 300-304.
- Starc, G. (2003). *Discipliniranje teles v športu*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Starc, G. in Strel, J. (2011). Tracking excess weight and obesity from childhood to young adulthood: a 12-year prospective cohort study in Slovenia. *Public health nutrition*, 14(01), 49-55.

- Stickland, M. K., Petersen, S. R. in Bouffard, M. (2003). Prediction of maximal aerobic power from the 20-m multi-stage shuttle run test. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(2), 272-282.
- Strauss, R. S. in Pollack, H. A. (2001). Epidemic increase in childhood overweight, 1986-1998. *Jama*, 286(22), 2845-2848.
- Tremblay, M. S., Katzmarzyk, P. T. in Willms, J. D. (2002). Temporal trends in overweight and obesity in Canada, 1981-1996. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 26(4), 538-543.
- Wasserman, K. in McIlroy, M. B. (1964). Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *The American journal of cardiology*, 14(6), 844-852.
- WHO – World Health Organisation (2011). *Obesity*. Pridobljeno 15. 1. 2011, iz: <http://www.who.int/topics/obesity/en/>
- Wyndham, C. H., Strydom, N. B., Maritz, J. S., Morrison, J. F., Peter, J. in Potgieter, Z. U. (1959). Maximum oxygen intake and maximum heart rate during strenuous work. *Journal of Applied Physiology*, 14, 927-936.