

# Povezanost antropometrijskih i kardiorespiratornih funkcionalnih obilježja s pokazateljima tjelesne aktivnosti adolescenata i odraslih - longitudinalno istraživanje

---

Sorić, Maroje

Doctoral thesis / Disertacija

2010

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:769193>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)





## **Središnja medicinska knjižnica**

**Sorić, Maroje (2010) *Povezanost antropometrijskih i kardiorespiratornih funkcionalnih obilježja s pokazateljima tjelesne aktivnosti adolescenata i odraslih - longitudinalno istraživanje.* Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu.**

<http://medlib.mef.hr/926>

University of Zagreb Medical School Repository

<http://medlib.mef.hr/>

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Maroje Sorić**

**Povezanost antropometrijskih i  
kardiorespiratornih funkcionalnih  
obilježja s pokazateljima tjelesne  
aktivnosti adolescenata i odraslih -  
longitudinalno istraživanje**

**DISERTACIJA**



**Zagreb, 2010.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Maroje Sorić**

**Povezanost antropometrijskih i  
kardiorespiratornih funkcionalnih  
obilježja s pokazateljima tjelesne  
aktivnosti adolescenata i odraslih -  
longitudinalno istraživanje**

**DISERTACIJA**

**Zagreb, 2010.**

Rad je izrađen na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te u Poliklinici za prevenciju kardiovaskularnih bolesti i rehabilitaciju u Zagrebu.

Rad je dio projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta br: 034-0342282-2325 koji se izvodi u sklopu programa MZOS-a 'Zdravstveni aspekti tjelesne aktivnosti', voditelja prof. dr. sc. Marjete Mišigoj-Duraković.

Mentor rada: Prof. dr. sc. Marjeta Mišigoj-Duraković

*"Panta rhei "*

Heraklit Mračni iz Efeza

*" Stalna na tom svijetu  
Samo mijena jest "*

Petar Preradović, "Mujezin"

Najveću zahvalnost za nastanak ovog rada dugujem svojoj mentorici prof. dr. Marjeti Mišigoj-Duraković koja je idejno začela i oblikovala cjelokupno istraživanje, a kasnije uložila velike napore ne bi li se ovaj rad sadržajno poboljšao te zadobio prihvatljivu formu. Hvala na bezrezervnoj potpori i brojnim korisnim savjetima.

Zahvaljujem se dr. Mirjani Jembrek-Gostović, ravnateljici Poliklinike za prevenciju kardiovaskularnih bolesti i rehabilitaciju u Zagrebu na organizaciji dijela istraživanja koji se provodio u njenoj ustanovi, djelatnicima te ustanove dr. Mladenu Gostoviću na procjeni kardiovaskularnog zdravlja ispitanika i dr. Mariji Hočevnar na pomoći kod provedbe ergometrijskog testiranja te svim ostalim djelatnicima Poliklinike koji su sudjelovali u provedbi ovog istraživanja. Nadalje, veliko hvala dr.sc. Vlatku Vučetiću na predanosti pri zajedničkim spiroergometrijskim mjerenjima te gđi. Olgici Novak bez čije bi neograničene strpljivosti i izbrušenih socijalnih vještina neveliki skup sudionika ovog istraživanja bio znatno manji. Hvala i sudionicima istraživanja koji su nakon brojnih mjerenja u djetinjstvu smogli snage sve to ponoviti i koji su se, na koncu, jedini ovdje pošteno ozojili.

Tisuću puta hvala Luciji i Ani koje su požrtvovno pristale, manje ili više svjesno, bespovratno se odreći moje pažnje za vrijeme nastajanja ovog rada, na čemu im se duboko ispričavam.

Popis oznaka i kratica:

AUE - aktivni dnevni utrošak energije

BMI - indeks tjelesne mase

CO<sub>2</sub> - ugljikov-dioksid

FS - frekvencija srca

O<sub>2</sub> - kisik

OKN - omjer centralnih kožnih nabora (trbuha i leđa) i sume 4 kožna nabora

Puls O<sub>2</sub>vršni - vršni puls kisika

S4KN - suma 4 kožna nabora (nadlaktice, potkoljenice, trbuha i leđa)

UUE - ukupni dnevni utrošak energije

VO<sub>2</sub>@AnP - primitak kisika pri anaerobnom pragu

VO<sub>2</sub>@AP - primitak kisika pri aerobnom pragu

VO<sub>2</sub>vršni - vršni primitak kisika

WHR - omjer opsega struka i kukova



## Tablica sadržaja

<b>1. Uvod</b> .....	<b>1</b>
1.1. Definicije glavnih pojmova .....	2
1.2. Metode za mjerenje i procjenu statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i tjelesne aktivnosti .....	8
1.3. Promjene u statusu uhranjenosti, funkcionalnoj sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razini tjelesne aktivnosti tijekom životnog vijeka .....	12
1.3.1. Status uhranjenosti .....	12
1.3.2. Funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava .....	14
1.3.1. Tjelesna aktivnost .....	16
1.4. Povezanost statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razine tjelesne aktivnosti .....	17
1.4.1. Povezanost statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razine tjelesne aktivnosti u djetinjstvu i adolescenciji .....	17
1.4.2. Povezanost statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razine tjelesne aktivnosti u djetinjstvu i adolescenciji te njihovih kasnijih vrijednosti u odrasloj dobi .....	19
1.4.3. Povezanost statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razine tjelesne aktivnosti u odrasloj dobi .....	21
<b>2. Ciljevi istraživanja</b> .....	<b>24</b>
<b>3. Ispitanici i metode</b> .....	<b>26</b>
3.1. Morfološki pokazatelji statusa uhranjenosti .....	27
3.2. Pokazatelji funkcionalne sposobnosti kardiovaskularnog sustava .....	28
3.3. Pokazatelji razine tjelesne aktivnosti .....	32
3.4. Kontrolne varijable .....	35
3.5. Obrada podataka .....	36
<b>4. Rezultati</b> .....	<b>38</b>
4.1. Promjene morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti te pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava od adolescencije do srednje odrasle dobi .....	50
4.1.1. Morfološki pokazatelji statusa uhranjenosti .....	50
4.1.2. Pokazatelji funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava .....	53
4.2. Postojanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti te pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava od adolescencije do srednje odrasle dobi .....	61
4.2.1. Morfološki pokazatelji statusa uhranjenosti .....	61
4.2.2. Pokazatelji funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava .....	62

4.3. Prediktivna vrijednost pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi za vrijednosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti u odrasloj dobi.....	65
4.4. Povezanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi s razinom uobičajene tjelesne aktivnosti u odrasloj životnoj dobi .....	67
<b>5. Rasprava .....</b>	<b>71</b>
5.1. Promjene morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti te pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava od adolescencije do srednje odrasle dobi .....	71
5.1.1. Morfološki pokazatelji statusa uhranjenosti .....	71
5.1.2. Pokazatelji funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava .....	76
5.2. Prediktivna vrijednost pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi za vrijednosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti u odrasloj dobi.....	82
5.3. Povezanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi s razinom uobičajene tjelesne aktivnosti u odrasloj životnoj dobi .....	86
5.4. Prednosti i nedostaci istraživanja .....	88
<b>6. Zaključak .....</b>	<b>91</b>
<b>7. Literatura.....</b>	<b>94</b>
<b>8. Sažetak .....</b>	<b>113</b>
<b>9. Summary.....</b>	<b>116</b>
<b>10. Životopis.....</b>	<b>118</b>
<b>11. Prilog 1. – Baeckeov upitnik o tjelesnoj aktivnosti.....</b>	<b>119</b>

## 1. UVOD

Prekomjerna tjelesna težina i pretilost, niska funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava te nedovoljna tjelesna aktivnost povezani su s brojnim kroničnim nezaraznim bolestima, ali i sa skraćenim očekivanim životnim vijekom (1). Svjetska zdravstvena organizacija procjenjuje da svake godine 2,8 milijuna ljudi umire zbog prekomjerne tjelesne težine i pretilosti, dok se 3,2 milijuna smrti godišnje pripisuje tjelesnoj neaktivnosti (2). Stoga su održanje idealne tjelesne težine, poboljšanje funkcionalne sposobnosti kardiovaskularnog sustava te povećanje razine tjelesne aktivnosti vrlo važni ciljevi javnozdravstvene politike većine razvijenih zemalja svijeta.

Problem prekomjerne tjelesne težine odnosno pretilosti zadobio je dovoljnu pažnju na globalnoj razini tek u posljednjih desetak godina. Štoviše, rastuća pojava pretilosti jedan je od najvećih javnozdravstvenih problema današnjice, barem što se tiče razvijenih zemalja. Naime, broj pretilih odraslih osoba u zadnjih se dvadesetak godina u SAD-u utrostručio, dok se istovremeno u Velikoj Britaniji broj pretilih udvostručio (3). Procjene organizacije 'International Task Force for Obesity' govore da trenutno u svijetu oko 1,1 milijarda ljudi ima prekomjernu tjelesnu težinu, dok je pretilih osoba preko 300 milijuna (4). Situacija s pretilošću još je alarmantnija u djece i adolescenata. Naime, u posljednja dva desetljeća prevalencija pretilosti u djece i adolescenata rasla je po stopi od 0.5-1 % godišnje (5).

Niti naša zemlja nije ostala pošteđena negativnih trendova glede učestalosti prekomjerne tjelesne težine i pretilosti. Prema podacima iz 2003. godine prevalencija prekomjerne tjelesne težine u odraslih osoba u Hrvatskoj bila je 38 % u muškaraca te 34 % u žena, dok je prevalencija pretilosti bila jednaka u oba spola i kretala se oko 20 % (6). Vrlo slična prevalencija zamjećuje se i u ostalim srednjoeuropskim i mediteranskim zemljama (7). Nadalje, proporcija hrvatske djece i adolescenata s prekomjernom tjelesnom težinom ili pretilošću dosegla je 26 odnosno 20 %, što je usporedivo s ostalim mediteranskim zemljama, ali i mnogo više no u središnjoj ili sjevernoj Europi (8).

Usporedno s globalnim porastom prevalencije pretilosti događalo se i smanjenje funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava. U mladim muškaraca u Norveškoj funkcionalna sposobnost kardiovaskularnog sustava smanjila se za 8% između 1980. i 2002. godine (9). Aerobne sposobnosti djece i adolescenata na globalnoj su se razini između 1958. i 2003. godine smanjivale u prosjeku za 0.36% godišnje (10). Smanjenje aerobnih sposobnosti započelo je u 1970-im godinama te se progresivno povećavalo u narednim desetljećima.

Razina smanjenja aerobnih sposobnosti bila je izrazito slična u dječaka i djevojčica, te nešto veća kod djece u odnosu na adolescente.

Iako takav negativni sekularni trend aerobnih sposobnosti možemo dijelom pripisati istodobnom povećanju tjelesne mase, pokazano je da je porast tjelesne mase odgovoran za tek 30-60% smanjenja aerobnih sposobnosti tijekom vremena (11). Dakle, ostali faktori, uključujući tjelesnu aktivnost, imaju znatan utjecaj na zabilježeno smanjenje funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava. Kod djece je zabilježen negativni sekularni trend za količinu tjelesne aktivnosti vezane uz prijevoz, školu i organizirane sportske aktivnosti, ali ne i u količini tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme (12). Istovjetni trendovi zabilježeni su i za odraslu populaciju, s padom količine aktivnosti vezane uz prijevoz i posao, ali porastom količine tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme (13). Svjetska zdravstvena organizacija procjenjuje da je trenutno oko 60 % svjetske populacije nedovoljno tjelesno aktivno (2).

Razina tjelesne aktivnosti izrazito se počinje smanjivati tijekom adolescencije (14,15) pa je stoga životno razdoblje u kojem se zbiva prelazak iz adolescencije u odraslu dob vrlo bitno za istraživanje promjena pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava.

## 1.1. Definicije glavnih pojmova

Trenutno najčešće korišteni parametar za procjenu statusa uhranjenosti je *indeks tjelesne mase* (BMI). Taj se indeks računa se kao omjer tjelesne mase i kvadrata tjelesne visine (izražene u metrima). Njegove normalne vrijednosti kod odraslih osoba kreću se između 18.5 i 25 kg/m<sup>2</sup> (16). Vrijednosti ispod 18.5 kg/m<sup>2</sup> predstavljaju pothranjenost, a vrijednosti veće od 25 prekomjernu tjelesnu težinu (do 30 kg/m<sup>2</sup>), odnosno pretilost (>30 kg/m<sup>2</sup>) (16). Iako prvotno namijenjena cjelokupnoj svjetskoj populaciji, nakon što se pokazalo se da azijski imaju veću količinu masti za isti BMI (17), prvotna podjela Svjetske zdravstvene organizacije doživjela je manju promjenu te je postavljena niža granica prekomjerne tjelesne težine i pretilosti za azijsku populaciju; 23 kg/m<sup>2</sup> za prekomjernu tjelesnu težinu odnosno 25 kg/m<sup>2</sup> za pretilost (18). Kod djece i adolescenata granične vrijednosti za definiciju pothranjenosti, prekomjerne tjelesne težine i pretilosti su različite nego kod odraslih i specifične su za spol i dob (19,20). Primjerice, granična vrijednost za pretilost u petogodišnjih dječaka je 19.3 kg/m<sup>2</sup>, kod desetogodišnjaka je to 24 kg/m<sup>2</sup>, dok se granica kod petnaestogodišnjaka penje na 28.3 kg/m<sup>2</sup>.

Iako je umjereno povezan s količinom masti u tijelu, indeksom tjelesne mase ne može se procijeniti sastav tijela tj. količina masti u tijelu, već samo status uhranjenosti (21). S druge strane, pretilost se definira kao abnormalno stanje organizma u kojem dolazi do prekomjernog nakupljanja masti što rezultira negativnim utjecajem na zdravlje i skraćenim očekivanim životnim vijekom (22). Iz tih razloga procjena statusa uhranjenosti pomoću indeksa tjelesne mase može dovesti do pogrešne klasifikacije pojedinaca s velikom nemasnom masom (zbog velike količine mišićnog tkiva ili zbog grubljeg skeleta) u kategoriju prekomjerno teških ili pretilih osoba, što je najčešće slučaj ukoliko indeks tjelesne mase upotrebljavamo u populaciji mlađih muškaraca.

*Količina masnog tkiva* određuje se postupcima u kojima se utvrđuje sastav tijela i izražava u kilogramima ili, češće, kao postotak ukupne mase tijela. Postoji značajna razlika među spolovima glede količine masnog tkiva u tijelu. Početak tih spolnih razlika poklapa se s početkom spolnog sazrijevanja. Tako od otprilike 12. godine djevojke imaju puno veći postotak masti u tijelu nego dječaci. Tijekom rasta i razvoja razlika među spolovima se povećava da bi u odrasloj dobi žene imale postotak masti veći za oko 10 % u odnosu na muškarce. Iz tog razloga, normalne vrijednosti postotka masti se razlikuju u muškaraca i žena. Normalne vrijednosti kod muških su između 5 i 25 %, dok je u žena normalna količina masti između 15 i 35 %. Vrijednosti količine masti ispod donje granice označavaju pothranjenost, dok vrijednosti iznad 25 % u muških i 35 % u žena označavaju pretilost. S obzirom na definiciju pretilosti kao stanja s prekomjernim nakupljanjem masti (a ne mase!), količina masti puno je precizniji indikator pretilosti u odnosu na indeks tjelesne mase (23). Ipak, zbog nepraktičnosti primjene metoda za mjerenje količine masti u svakodnevnom kliničkom radu i velikim epidemiološkim istraživanjima, indeks tjelesne mase puno se češće upotrebljava pri procjeni statusa uhranjenosti.

*Distribucija masti* podrazumijeva obrazac nakupljanja masti na tijelu. Klinički značaj ima centralna distribucija masti tj. nakupljanje masti u području trbuha. Najčešće korištene mjere centralnog nakupljanja masti su *opseg struka* i *omjer opsega struka i kukova* (eng. WHR - waist-to-hips ratio). Brojna istraživanja povezala su centralnu distribuciju masti s većom učestalošću brojnih kroničnih bolesti, čak i neovisno o indeksu tjelesne mase (24). Primjerice, nedavna je meta-analiza Leeja i suradnika (25) utvrdila da su pokazatelji središnjeg (abdominalnog) nakupljanja masti bolji diskriminatori kardiovaskularnih faktora rizika (hipertenzija, dijabetes mellitus tip II i dislipidemija) u odnosu na indeks tjelesne mase.

Centralna distribucija masti je puno učestalija kod muškaraca nego kod žena. Razlog tome leži u utjecaju spolnih hormona na mjesto deponiranja masti, pa se u žena mast više deponira na području prsiju i bedara, dok je u muškaraca češće deponiranje masti na području trbuha. Iz tog se razloga normalne vrijednosti pokazatelja distribucije masti razlikuju kod muškaraca i žena. Vrijednosti opsega struka koje označavaju visokorizičnu količinu abdominalne masti su 102 cm kod muškaraca te 88 cm kod žena (24,26). Vrijednosti za azijsku populaciju su, kao i u slučaju indeksa tjelesne mase, niže i iznose 90 cm za muškarce i 80 cm za žene (18). Vrijednosti odnosa opsega struka i kukova koje označavaju visoki rizik od nastanka kroničnih nezaraznih bolesti su također različite u različitim populacijama, a za europsku populaciju iznose 0.9 kod muškaraca te 0.8 kod žena (26).

Nakon početnog oslanjanja na indeks tjelesne mase, recentni se kriteriji za dijagnozu metaboličkog sindroma služe upravo navedenim vrijednostima pokazatelja centralne distribucije masti (opsegom struka ili omjerom opsega struka i kukova) (27). Trenutno ne postoji konsenzus oko optimalne mjere distribucije masti, s nekim istraživanjima koja favoriziraju opseg struka (24,25,28) dok se druga zalažu za omjer opsega struka i kukova (29,30). Kod djece i adolescenata ne postoje objavljene granične vrijednosti opsega struka i WHR-a, pa se kao mjera distribucije masti, osim opsega struka, često koristi i omjer kožnih nabora trupa u odnosu na ukupni zbroj kožnih nabora (31).

*Funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava* rezultat je adaptacije na tjelesnu aktivnost i velikim dijelom je genetski definirana. Definira se kao sposobnost kardiorespiratornog sustava za dopremu kisika mišićima tijekom kontinuirane tjelesne aktivnosti (1). Najčešće korišteni pokazatelj funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava je maksimalni primitak kisika. *Maksimalni primitak kisika* definira se kao najveća količina kisika koju je organizam sposoban iskoristiti u mišićima tijekom jedinice vremena, a izražava se u litrama po minuti (L/min). Glavnim kriterijem za utvrđivanje maksimalnog primitka kisika smatra se postojanje platoa u primitku kisika tj. povećanje primitka kisika za manje od 1,5 ml/kg/min usprkos povećanju intenziteta vježbanja (32). S obzirom da se takav plato prilikom maksimalnog progresivnog testa opterećenjem kod većine osoba ne zamjećuje, najveću vrijednost zabilježenu pri testu opterećenjem najbolje je nazvati *vršni primitak kisika*. Primjerice, u nedavnom istraživanju provedenom na britanskim vrhunskim sportašima plato primitka kisika pri testu opterećenja nije zabilježen u 60 % muškaraca te čak 75 % žena (33). Primitak kisika često prikazujemo relativno u odnosu na tjelesnu masu - tada govorimo o relativnom primitku kisika te ga izražavamo u mililitrima po kilogramu po minuti

(ml/kg/min). Dok apsolutni primitak kisika predstavlja sposobnost kardiovaskularnog, respiratornog i metaboličkog sustava organizma da prenosi i iskorištava kisik, relativni primitak kisika predstavlja sposobnost organizma da obavlja neki rad koji predmnijeva pomicanje vlastitog tijela kroz prostor. Prosječan primitak kisika u mirovanju je oko 3,5 ml/kg/min, a za vrijeme rada primitak kisika se linearno povećava tempom od 10 ml/min/W. Najveći maksimalni primitak kisika izmjeren je u jednog norveškog nordijskog trkača, a iznosio je 96 ml/kg/min (34). Relativni maksimalni primitak kisika kod žena je oko 20-30 % manji nego kod muškaraca. U skladu s tim je i najveći maksimalni primitak kisika dosad zabilježen kod žena koji je iznosio 77 ml/kg/min, a izmjeren je kod jedne ruske nordijske trkačice (34). Zbog razlike u mišićnim skupinama uključenim u pojedine aktivnosti, maksimalni primitak kisika ovisi o tipu aktivnosti pri kojoj se mjeri, pa je primjerice oko 10 % veći pri trčanju nego pri vožnji bicikla, dok se još manje vrijednosti bilježe pri aktivnostima koje uključuju samo gornji dio tijela (35).

U posljednje vrijeme sve se češće za procjenu funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava upotrebljavaju primitak kisika pri aerobnom ( $VO_2@AP$ ) i anaerobnom pragu ( $VO_2@AnP$ ). Navedeni pojmovi vezani su za anione mliječne kiseline (laktate) koji nastaju pri anaerobnim mehanizmima dobivanja energije u stanici. Izlaskom laktata iz stanice u krvožilni sustav dolazi do smanjenja pH plazme. Reakcija organizma na takav pad pH posredovana je različitim puferima od koji najznačajniju ulogu imaju bikarbonati. *Aerobni prag* definira se kao onaj intenzitet rada tijekom vježbanja s progresivnim povećanjem intenziteta pri kojem se zamjećuje prvi porast koncentracije laktata u krvi iznad vrijednosti u mirovanju (36). *Anaerobni prag* predstavlja intenzitet vježbanja iznad kojeg se povećane koncentracije laktata više ne mogu kompenzirati puferima pa dolazi do naglog nakupljanja laktata u krvi (36). Uz anaerobni prag vezan je i trenutak početka hiperventilacije izazvane vježbanjem tj. disproporcionalno povećanje minutnog volumena disanja u odnosu na izdisanje  $CO_2$  (36). Više je puta pokazano da primitak kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu ovisi o funkcionalnoj sposobnosti kardiorespiratornog sustava pa su tako zabilježene veće vrijednosti u sportaša u odnosu na sedentarnu populaciju (36,37). Štoviše, primitak kisika pri anaerobnom pragu pokazao se kao bolji prediktor aerobne izdržljivosti u odnosu na maksimalni primitak kisika (38-40). Nadalje, primitak kisika pri aerobnom pragu pokazao se kao bolji prediktor smrtnosti bolesnika s kongestivnim zatajenjem srca (41) kao i perioperativnog rizika u populaciji kirurških bolesnika (42) nego maksimalni primitak kisika.

Osim velikog utjecaja genetskog nasljeđa, funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava determinirana je i količinom tjelesne aktivnosti, i to osobito one visokog intenziteta. Nadalje, primitak kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu pokazuje veću razinu promjene u odgovoru na tjelesnu aktivnost nego maksimalni primitak kisika, pogotovo u populaciji s visokom funkcionalnom sposobnošću kardiovaskularnog sustava (40).

*Tjelesna aktivnost* najčešće se definira kao bilo koji pokret tijela koji rezultira znatnim povećanjem utroška energije iznad razine potrošnje u mirovanju (43). Tjelesna aktivnost pojavljuje se u mnogim oblicima i kontekstima te je pod snažnim utjecajem kulturalnog naslijeđa. Ukupnu količinu tjelesne aktivnosti računamo iz njezine učestalosti, trajanja i intenziteta. *Tjelesnom aktivnošću tijekom slobodnog vremena* (eng. leisure-time physical activity) smatramo široku lepezu aktivnosti koje pojedinac upražnjava u slobodno vrijeme. Takva aktivnost može biti organizirana (npr. razni programi vježbanja) ili slobodna (npr. hodanje, planinarenje, vožnja bicikla, ples i sl.). Pojam *tjelovježbe* (eng. exercise) označava aktivnost koja je planirana, strukturirana te se redovito ponavlja u cilju poboljšanja funkcionalnih sposobnosti organizma ili održanja zdravlja (44). Tjelesna aktivnost u slobodnom vremenu obično ne uključuje organizirani sport. *Sport* se definira kao tjelesna aktivnost radi natjecanja, očuvanja zdravlja ili zabave te, također, kao skup sportskih disciplina koje se temelje na određenim pravilima, a kojima se bave amateri ili profesionalci (45). *Tjelesna aktivnost na poslu* (eng. occupational physical activity) predstavlja količinu aktivnosti koja je vezana uz posao i profesiju i događa se tijekom radnog vremena (44).

Tjelesna aktivnost je složen koncept te je multifaktorijalno determinirana. Određuju je različiti fiziološki, psihološki, socio-kulturalni te okolišni čimbenici (46). Fiziološki čimbenici uključuju biološke i razvojne čimbenike kao što su rast, sazrijevanje ili funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava. Od psiholoških čimbenika najvažniji su motivacija, samoprocjena efikasnosti i samokontrola. Socio-kulturalni čimbenici uključuju karakteristike roditelja, obitelji i prijatelja, uzore te demografske karakteristike kao što su dob, spol i rasa. Naposljetku, okolišne determinante tjelesne aktivnosti su primjerice dostupnost rekreacijskih sadržaja, prometna infrastruktura, sigurnost te klimatski uvjeti.

Iako se tjelesna aktivnost već niz godina smatra neophodnom sastavnicom zdravog načina života, preporuke o njenoj količini i intenzitetu su doživjele značajne promjene u posljednjih 30-ak godina. Dok se nekoć smatralo da je potrebno provoditi tjelesnu aktivnost visokog intenziteta barem tri puta tjedno po 60 minuta (47), trenutne smjernice zagovaraju tjelesnu aktivnost umjerenog intenziteta u trajanju od 30 minuta, ali većinu dana u tjednu ako



ne i svaki dan (1,43,48,49). Uz to, trenutno se smatra da tih 30 minuta dnevno nije potrebno upražnjavati odjednom, već su jednako vrijedne i epizode desetominutne tjelesne aktivnosti (1). Djeci se preporučuje veća količina tjelesne aktivnosti nego odraslima, najmanje 60 minuta umjerene tjelesne aktivnosti svaki dan (50).

*Postojanost* neke biološke karakteristike (eng. tracking) u epidemiološkim se istraživanjima odnosi na: 1) zadržavanje relativnog ranga ili pozicije unutar skupine tijekom vremena (primjerice normalna tjelesna težina vs. prekomjerna tjelesna težina ili pretilost) ili 2) mogućnost predikcije vrijednosti neke karakteristike iz njenih ranije izmjerenih vrijednosti (51). Za određivanje postojanosti neke biološke karakteristike nužni su nam longitudinalni podaci o vrijednosti te karakteristike u najmanje dvije vremenske točke. Postojanost neke karakteristike najčešće se procjenjuje kroz korelacijske koeficijente (Pearsonove ili Spearmanove) mjerenja ponavljanih u određenom vremenskom intervalu. Korelacijski koeficijenti manji od 0.30 predstavljaju slabu postojanost, koeficijenti između 0.30 i 0.60 predstavljaju umjerenu postojanost, između 0.60 i 0.90 dobru postojanost, dok vrijednosti korelacijskih koeficijenata iznad 0.90 označavaju vrlo dobru postojanost (52). Treba naglasiti, međutim, da je ovakva podjela potpuno arbitrarna. Ostali načini procjene postojanosti uključuju relativni rizik ili omjer vjerojatnosti, Cohenovu kappa statistiku (53) ili generalizirane proračunske jednadžbe (54).

Na postojanost bioloških karakteristika veliki utjecaj ima promatrano vremensko razdoblje. U pravilu, što su mjerenja vremenski udaljenija korelacijski koeficijenti će biti niži, tj. postojanost te karakteristike bit će slabija. Ostali faktori koji utječu na postojanost bioloških karakteristika su kratkotrajna biološka varijabilnost, velike promjene u okolini i greška mjerenja (55). Kod djece i adolescenata navedenim faktorima valja dodati i razlike u biološkoj dobi tj. tempu sazrijevanja (52).

Što se tiče primjene analiza postojanosti u javnom zdravstvu, vrlo dobra ili dobra postojanost neke biološke karakteristike između adolescencije i odrasle dobi ukazivala bi na mogućnost intervencije već u adolescenciji u slučaju neprihvatljivih vrijednosti dotične karakteristike. U suprotnom, slaba postojanost ukazuje da adolescentne vrijednosti neke biološke karakteristike ne mogu pouzdano predvidjeti vrijednosti te karakteristike u odrasloj dobi, pa se interventni postupci za korekciju vrijednosti dotične biološke karakteristike ne bi trebale ograničavati na rizične skupine, već se primjenjivati na cjelokupnu populaciju.

*Adolescencija* je razdoblje života koje započinje početkom spolnog sazrijevanja (puberteta), a završava sa završetkom rasta u visinu (56). Početak spolnog sazrijevanja javlja se ranije u djevojaka (u rasponu između 9. i 13. godine) nego u dječaka (u rasponu između 10. i 14. godine). Rast završava oko 18. godine života kod djevojaka te oko 20. godine kod dječaka (57).

*Odrasla dob* označava razdoblje života nakon adolescencije kada je osoba dostigla punu zrelost i razvijenost svih bioloških funkcija organizma. Srednjom odraslom dobi smatra se razdoblje između 35.-40. i 65. godine (58).

## **1.2. Metode za mjerenje i procjenu statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiovaskularnog sustava i tjelesne aktivnosti**

Količina masnog tkiva u tijelu može se mjeriti samo post mortem tako da se u kliničke i istraživačke svrhe koriste metode koje količinu masti procjenjuju s većom ili manjom točnosti. Metode za procjenu statusa uhranjenosti (debljine) su mnogobrojne. Debljina se najčešće procjenjuje iz različitih omjera visine i mase tijela od kojih je najpoznatiji indeks tjelesne mase. Indeks tjelesne mase računa se kao omjer tjelesne mase i kvadrata tjelesne visine (izražene u metrima). Iako je umjereno povezan s količinom masti u tijelu, indeksom tjelesne mase ne može se procijeniti sastav tijela, tj. količina masti u tijelu (21). Iz toga proizlazi i njegov najveći nedostatak, tj. upotreba indeksa tjelesne mase može dovesti do pogrešne klasifikacije pojedinaca s velikom nemasnom masom (zbog velike količine mišićnog tkiva ili zbog grubljeg skeleta), u grupu prekomjerno teških ili pretilih osoba. Takva pogrešna klasifikacija osobito je česta ukoliko indeks tjelesne mase upotrebljavamo u populaciji mlađih muškaraca.

Osim indeksa tjelesne mase, za procjenu statusa uhranjenosti možemo koristiti i metode za određivanje sastava tijela. Metode veće preciznosti razlikuju više komponenata sastava tijela – mast, proteine, minerale i vodu. Od takvih 'četverokomponentnih' metoda u istraživačkom je radu najzastupljenija kompjuterizirana tomografija. Tom se metodom masno tkivo jasno diferencira od kože, mišića, kosti i unutrašnjih organa. Također, moguće je precizno procijeniti količinu intraabdominalnog masnog tkiva. Ipak, širu primjenu metode ograničava velika količina ionizirajućeg zračenja kojem je ispitanik podvrgnut te skupoća metode. Jednostavnije metode za procjenu masnog tkiva ne mogu diferencirati različite komponente nemasne mase pa se obično nazivaju i 'dvokomponentnim' metodama – razlikuju samo masnu i nemasnu masu. Preciznije 'dvokomponentne' metode za procjenu količine

masti obično zahtijevaju veliku i skupu opremu te su vezane uz laboratorijske uvjete. Od tih je metoda u primjeni najzastupljenija denzitometrija tj. mjerenje gustoće tijela. Gustoću tijela mjeri se pod vodom (metoda se naziva podvodno vaganje) ili u komori sa zrakom (metoda se naziva zračna pletizmografija). Široku primjenu denzitometrije ograničava potreba za posebno opremljenim laboratorijima te skupoća metode. Jednostavnije 'dvokomponentne' metode su manje precizne, ali ne zahtijevaju veliku i skupu opremu pa su prikladnije za mjerenje većeg broja ispitanika ili za mjerenja na terenu. Glavne metode u ovoj skupini su mjerenje kožnih nabora te bioelektrična impedancija. Obje metode imaju sličnu preciznost u određivanju količine masnog tkiva u tijelu. Metoda mjerenja kožnih nabora zahtijeva manje sofisticiranu opremu pa je stoga jeftinija, ali zahtijeva i određenu stručnost u izvođenju mjerenja koja je nužna za postizanje zadovoljavajuće razine preciznosti. Također, problem može predstavljati mjerenje kožnih nabora kod pretilih osoba. Treba napomenuti da ta metoda mjeri količinu potkožnog masnog tkiva na trbuhu, ali ne i abdominalnu visceralnu mast. Individualna pogreška pri procjeni količine masti pomoću kožnih nabora je velika (9%), pa se preporuča koristiti originalne vrijednosti kožnih nabora umjesto procijenjenog postotka masti (59).

U svakodnevnom kliničkom radu za procjenu statusa uhranjenosti najprikladnije je koristiti indeks tjelesne mase. Metode za procjenu količine masnog tkiva, s druge strane, teško su primjenjive za procjenu pretilosti u svakodnevnom radu. Ipak, obzirom da indeks tjelesne mase ne može razlikovati pojedince s viškom masne mase od onih s velikom nemasnom masom, procjena sastava tijela nalazi svoje mjesto u dodatnoj procjeni pretilosti.

Zlatni standard u određivanju distribucije masnog tkiva odnosno količine abdominalne masti su trenutno magnetska rezonanca i kompjuterizirana tomografija. Zbog skupoće metoda, a u slučaju kompjuterizirane tomografije i velike količine ionizirajućeg zračenja, najčešće se koristi snimanje samo u jednom sloju - između 4. i 5. lumbalnog kralješka. Iako vrlo precizne, navedene metode su rijetko dostupne te uz to i vrlo skupe tako da se za procjenu abdominalne masti puno češće koriste antropometrijske mjere od kojih je najpoznatija opseg struka. Opseg struka mjeri se na najužem mjestu abdomena između criste iliace i rebrenih lukova ili, pak, točno iznad criste iliace (16). Validacijska istraživanja utvrdila su umjerenu ili visoku povezanost opsega struka i abdominalne masti procijenjene magnetskom rezonancom (korelacije sežu od 0.5 do 0.8)(60-62).

Funkcionalnu sposobnost kardiovaskularnog sustava najčešće sagledavamo kroz maksimalnu aerobnu snagu. Zlatni standard za mjerenje maksimalne aerobne snage odnosno maksimalne tolerancije napora je maksimalni test s postupno povećavajućim intenzitetom napora. Parametar koji se pri tome mjeri (pomoću analizatora izdahnutog zraka) je maksimalni odnosno vršni primitak kisika. Oprema pomoću koje se može mjeriti vršni primitak kisika uključuje uređaje koji određuju volumen izdahnutog zraka te količinu kisika i ugljik-dioksida u svakom izdisaju. Za razliku od maksimalnog postignutog intenziteta aktivnosti, vršni primitak kisika je neovisan o dinamici povećanja intenziteta. Nažalost, oprema za mjerenje vršnog primitka kisika je skupa te je stoga teško primjenjiva u istraživanjima koja uključuju velik broj sudionika. Također, vršni primitak kisika ovisi o tipu aktivnosti pri kojoj se mjeri, te je oko 10-20 % veći pri vožnji bicikla no pri trčanju zbog manje mase uključenih mišića (35,63). Prednosti bicikl ergometra uključuju manje smetnje pri snimanju EKG-a i mjerenju arterijskog tlaka te egzaktno kvantificiranje izvršenog rada dok je glavni nedostatak veći lokalni umor u mišićima koji može rezultirati završetkom testiranja pri submaksimalnim naporima.

Osim direktnog mjerenja postoje brojni testovi za procjenu funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava odnosno maksimalne aerobne snage. Iako se primjenjuju, nisu skupi, no njihova je preciznost ograničena. U tu skupinu spadaju primjerice Astrandov submaksimalni test na bicikl ergometru ili klupici za testiranje, test hodanja na 2 kilometra, test trčanja na jednu milju, test trčanja od 6 minuta i '20 m shuttle run test' u kojem ispitanici trče progresivnom brzinom na 20 metarskoj stazi, te se bilježi stupanj pri kojem ispitanik više ne može održavati zadanu brzinu trčanja. Pomoću svih ovih testova regresijskim se jednadžbama može procijeniti vršni primitak kisika, dakako s promjenjivom preciznošću.

Metode za mjerenje i procjenu tjelesne aktivnosti su brojne, no s obzirom na kompleksnu narav tjelesne aktivnosti niti jedna od metoda ne može mjeriti sve dimenzije tjelesne aktivnosti. Metode za procjenu tjelesne aktivnosti možemo podijeliti na objektivne i subjektivne, s tim da među objektivnim metodama razlikujemo i nekoliko kriterijskih metoda koje se koriste kao referentne pri validaciji ostalih metoda za procjenu tjelesne aktivnosti.

Zlatni standard u kvantificiranju tjelesne aktivnosti je metoda direktne kalorimetrije koja mjeri utrošak energije pomoću kvantificiranja oslobođene topline tijela. Kako je ta metoda limitirana na stroge laboratorijske uvjete koji su neprikladni za većinu oblika tjelesne aktivnosti, kao referentna metoda češće se koristi indirektna kalorimetrija. Ta metoda procjenjuje utrošak energije mjereći potrošnju kisika i stvaranje ugljikovog dioksida.

Donedavno je bila ograničena samo na laboratorijske uvjete, no odnedavno su u upotrebi i lagani, mobilni uređaji visoke preciznosti (64,65). Na vrlo sličnom principu bazira se i metoda dvostruko obilježene vode. Ta metoda koristi vodu obilježenu radioaktivnim izotopima vodika i kisika za mjerenje proizvedenog CO<sub>2</sub> i daljnju procjenu utroška energije. Metoda se bez problema primjenjuje u terenskim uvjetima. Utrošak energije procijenjen metodom dvostruko obilježene vode razlikuje se za 3-10% od onog izmjerenog kalorimetrijom (66). Nedostatak navedene metode je što procjenjuje samo ukupan utrošak energije, pa ne može razlikovati energiju utrošenu na tjelesnu aktivnost od one potrebne za bazalni metabolizam ili probavu.

Također, laboratorijske metode mjerenja utroška energije, poput metode dvostruko obilježene vode ili indirektna kalorimetrije nisu pogodne za mjerenje većeg broja ispitanika. U velikim istraživanjima koriste se akcelerometrija, monitoriranje srčane frekvencije, multi-senzorni uređaji ili pak subjektivna procjena tjelesne aktivnosti pomoću različitih upitnika. Akcelerometri su mali uređaji koji uz pomoć piezoelektričnih kristala mjere akceleraciju tijela u jednoj, dvije ili tri dimenzije. Bilježe većinu dnevne tjelesne aktivnosti, no ne prepoznaju aktivnosti poput penjanja, vožnje bicikla, ili aktivnosti gornjeg dijela tijela. Tom metodom dobiva se uvid u ukupnu količinu gibanja, kao i u intenzitet tog gibanja. Moguće je procijeniti i utrošak energije, no s manjom preciznošću nego gibanje. Nedostatke vezane uz upotrebu akcelerometara možemo zaobići upotrebom multi-senzornih uređaja. Takvi uređaji uz akceleraciju mjere i neke druge fiziološke parametre kao što su temperatura tijela ili otpor kože te na taj način prepoznaju i ranije navedene aktivnosti koje akcelerometri ne mogu prepoznati. Jedan od takvih uređaja je i Sensewear Armband, relativno nov multi-senzorni uređaj koji procjenjuje tjelesnu aktivnost koristeći se s pet različitih senzora. Recentna istraživanja pokazala su da preciznost procjene tjelesne aktivnosti pomoću Armbanda nadilazi preciznost standardnih akcelerometara (67). Jedini tip aktivnosti koji se ne registrira multi-senzornim uređajima je plivanje, odnosno bilo kakve vodene aktivnosti.

Konačno, procjena tjelesne aktivnosti pomoću monitora srčane frekvencije zasniva se na linearnom povećanju frekvencije srca s povećanjem primitka kisika. Takav linearan odnos postoji u području tjelesne aktivnosti umjerenog i visokog intenziteta, no ne i u aktivnostima niskog intenziteta ili u mirovanju. Iz tog se razloga monitorima srčane frekvencije rijetko procjenjuje ukupan utrošak energije već se bilježi vrijeme u kojem frekvencija srca prelazi vrijednost frekvencije srca pri umjerenim aktivnostima. S obzirom na veliku interindividualnu varijabilnost u frekvenciji srca pri određenom intenzitetu aktivnosti

potrebno je za svakog ispitanika provesti kalibraciju uz pomoć uređaja za mjerenje primitka kisika što je jedan od nedostataka ove metode.

Subjektivne metode procijene tjelesne aktivnosti uključuju različite upitnike. Upitnici se lako primjenjuju na velikom broju ispitanika te su stoga osnovna metoda procjene tjelesne aktivnosti u velikim epidemiološkim istraživanjima. Međutim, preciznost upitnika je mnogo manja u odnosu na objektivne metode, osobito u djece i starijih osoba (63). Tijekom godina stvoren je veliki broj različitih upitnika o tjelesnoj aktivnosti. Tako su Ainsworth i suradnici (68) opisali čak 39 različitih upitnika korištenih za procjenu tjelesne aktivnosti. Jedan od najčešće korištenih upitnika je Baeckeov upitnik za procjenu tjelesne aktivnosti (69). Philippaertes i suradnici (70) uspoređujući valjanost tri učestalo korištena upitnika zaključili su da među njima upravo Baeckeov upitnik pokazuje najsnažniju povezanost s razinom tjelesne aktivnosti procijenjene akcelerometrijom. Najveći nedostatak upitnika kao metode za procjenu tjelesne aktivnosti je oslanjanje na subjektivnu interpretaciju pitanja te percepciju tjelesne aktivnosti samog ispitanika, što često dovodi do podcjenjivanja ili precjenjivanja tjelesne aktivnosti ispitanika. Stoga se upitnici mogu koristiti za grubu klasifikaciju aktivnosti odnosno neaktivnosti, ali ne i za individualnu procjenu razine tjelesne aktivnosti (63).

### **1.3. Promjene u statusu uhranjenosti, funkcionalnoj sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razini tjelesne aktivnosti tijekom životnog vijeka**

#### **1.3.1. Status uhranjenosti**

Promjene vrijednosti pokazatelja statusa uhranjenosti kao što su indeks tjelesne mase i količina masti najizraženije su tijekom djetinjstva i adolescencije. Istraživanje Colea i suradnika (71) na nacionalno reprezentativnom uzorku britanske djece pokazalo je da je medijan indeksa tjelesne mase najmanji pri rođenju - oko  $13 \text{ kg/m}^2$ . Do kraja prve godine života medijan indeksa tjelesne mase raste da bi nakon 1. godine dosegao  $17 \text{ kg/m}^2$ , a zatim se u 6. godini smanjio na  $15 \text{ kg/m}^2$ . Nakon 6. godine života indeks tjelesne mase se konstantno povećava da bi u 20. godini dosegnuo središnju vrijednost od  $21 \text{ kg/m}^2$ . Identičan trend promjene, a i vrlo slične vrijednosti indeksa tjelesne mase zabilježene su i kod američke djece i adolescenata (72).

Podaci za Hrvatsku ne obuhvaćaju razdoblje ranog djetinjstva, već tek razdoblje nakon kretanja u školu. Kod dječaka medijan indeksa tjelesne mase pokazuje konstantan porast

tijekom djetinjstva, od najniže vrijednosti u 7. godini od  $16 \text{ kg/m}^2$  pa do  $22.6 \text{ kg/m}^2$  u 19. godini (73). Nasuprot tome, kod djevojaka središnje vrijednosti indeksa tjelesne mase rastu od  $15.5 \text{ kg/m}^2$  u 7. godini do  $20.7 \text{ kg/m}^2$  u 15. godini (73). Nakon toga bilježimo stagnaciju središnje vrijednosti indeksa tjelesne mase u djevojaka. Što se tiče razlika među spolovima, od 7. do 11. godine središnje vrijednosti indeksa tjelesne mase nešto su veće u dječaka, da bi zatim od 12. do 16. godine djevojke pokazivale veće vrijednosti indeksa tjelesne mase, dok je nakon 16. godine BMI ponovno veći kod dječaka (71-73). Ovakav obrazac spolnih razlika u indeksu tjelesne mase rezultat je razlika u tempu sazrijevanja, tj. činjenice da djevojke sazrijevaju 2-3 godine prije dječaka.

Nakon 20. godine središnje vrijednosti indeksa tjelesne mase rastu do 65. godine kada medijan indeksa tjelesne mase iznosi oko  $25 \text{ kg/m}^2$  kod muškaraca i  $24 \text{ kg/m}^2$  kod žena (74). Poslije toga središnje vrijednosti indeksa tjelesne mase blago padaju i to podjednako u oba spola. Takav pad većinom je rezultat smanjenja nemasne mase tijela.

Prosječna količina masti u tijelu pri rođenju iznosi oko 13 % mase tijela. Slijedi akumulacija masti koja rezultira količinom masti od otprilike 28 % mase tijela na kraju 1. godine života. Slijedećih godina količina masti se smanjuje da bi došlo do ponovnog porasta količine masti oko 12. godine u djevojaka i 16.-17. godine u dječaka. Kod dječaka najčešće zamjećujemo znatnije smanjenje relativnog udjela masti između 12.-13. i 16.-17. godine, tj. u razdoblju spolnog sazrijevanja (75). U tom razdoblju kod dječaka dolazi do velikih prirasta nemasne tjelesne mase te posljedičnog smanjenja relativnog udjela masti u ukupnoj masi tijela. Od početka odrasle dobi pa sve do 60. godine postotak masti u tijelu raste za oko 1% po desetljeću, dok nakon 60. godine relativni udio masti u ukupnoj masi tijela blago pada prvenstveno zbog smanjenja nemasnog tkiva (57). Razlike među spolovima u količini masti u tijelu pojavljuju se već u ranom djetinjstvu. Djevojčice pokazuju veći postotak masnog tkiva nego dječaci već od 5.-6. godine života. Razlike između spolova se postupno povećavaju tijekom kasnog djetinjstva i adolescencije da bi na kraju adolescencije razlika u prosječnom postotku masti između spolova iznosila oko 10 % ukupne mase tijela. (75).

Distribucija potkožnog masnog tkiva nije konstantna tijekom djetinjstva i adolescencije. Nakon stabilnih vrijednosti omjera količine potkožne masti na trupu i udovima između 4. i 10. godine života, taj se omjer počinje značajno povećavati u oba spola. No, dok se kod djevojaka omjer količine potkožne masti na trupu i udovima više znatno ne mijenja nakon 12.-13. godine, u dječaka on raste skroz do kraja adolescencije. Dakle, razlike među spolovima u distribuciji potkožne masti nisu vidljive do 12. godine, kada vrijednosti omjera

količine potkožne masti na trupu i udovima postaju više kod dječaka u odnosu na djevojčice (75).

Visceralno masno tkivo primjetno je od 4. godine života. U toj dobi količina visceralnog masnog tkiva deset je puta manja no u normalno teške odrasle osobe (46). U kasnijem djetinjstvu, oko 10. godine života, količina visceralnog masnog tkiva iznosi oko 40 % količine koju nalazimo kod normalno uhranjenih mlađih odraslih osoba. U adolescenata količina visceralnog masnog tkiva odgovara otprilike polovici količine visceralnog masnog tkiva mlađe odrasle osobe (75). Slično već opisanom povećanju količine visceralnog abdominalnog tkiva i opseg struka se povećava tijekom cijelog djetinjstva i adolescencije. Povećanje opsega struka se nastavlja i u odrasloj dobi (28) i to izraženije u muškaraca nego u žena. Nakon 35. godine opseg struka se prosječno povećava za 2 cm svakih 10 godina kod muškaraca i 1 cm kod žena i to neovisno o povećanju indeksa tjelesne mase.

### **1.3.2. Funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava**

Promjene funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava tijekom života najčešće se sagledavaju kroz promjene maksimalnog primitka kisika. Apsolutne vrijednosti maksimalnog primitka kisika rastu tijekom djetinjstva u oba spola, no u adolescenciji je primjetna razlika u trendu promijene između dječaka i djevojčica. Dok se kod djevojaka zamjetni rast apsolutnog maksimalnog primitka kisika zaustavlja oko 13. godine, u dječaka se on nastavlja skroz do kraja adolescencije. Nadalje, vrijednosti apsolutnog maksimalnog primitka kisika konstantno su manje u djevojčica no u dječaka i to za oko 10 % prije adolescencije te za oko 30 % nakon nastupa spolnog sazrijevanja (76). S obzirom da je porast apsolutnih vrijednosti maksimalnog primitka kisika uvelike uvjetovan istovremenim promjenama u veličini tijela, nužno je upotrijebiti neki oblik korekcije za veličinu tijela. Ako se maksimalni primitak kisika promatra relativno na tjelesnu masu, tada se zamjećuje rast vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika tijekom ranog djetinjstva, a zatim stagnacija nakon 8.-10. godine života u dječaka. Istodobno se u djevojaka nakon 12. godine primjećuje znatno smanjenje vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika (50). Nadalje, vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika konstantno su manje u djevojčica no u dječaka i to za oko 5-10 % prije adolescencije te za oko 20 % nakon nastupa spolnog sazrijevanja (76).

Sudeći po rezultatima nedavnih meta-analiza transverzalnih studija smanjenje apsolutnog vršnog primitka kisika tijekom starenja iznosi 8.7 % po desetljeću u muškaraca (77) te 10%



po desetljeću u žena (78). Bavljenje tjelesnom aktivnošću visokog intenziteta može umanjiti smanjenje vrijednosti vršnog primitka kisika za 50 % u muškaraca mlađe i srednje odrasle dobi, ali ne i u starijih muškaraca kao niti kod žena bilo koje dobi (79). Iako se nekoć smatralo da je pad vršnog primitka kisika tijekom starenja manji u tjelesno aktivnih osoba ili starijih sportaša, novija istraživanja pokazuju da se maksimalni primitak kisika tijekom starenja smanjuje jednakom brzinom u starih sportaša i u sedentarnih osoba i to i kod muškaraca (77) i kod žena (78).

Za razliku od transverzalnih studija koje pokazuju da se vršni primitak kisika smanjuje linearno s porastom dobi, longitudinalni podaci pokazuju da se trend smanjenja povećava s dobi nakon 30. godine te da kod muškaraca smanjenje  $VO_{2vršni}$  u četvrtom desetljeću iznosi 5%, u petom 10%, u šestom 15%, u sedmom 20% te u osmom desetljeću 24% (80). U žena se primjećuje sporije smanjenje vrijednosti apsolutnog vršnog primitka kisika tijekom starenja, s odgovarajućim smanjenjima od 6.5%, 11.5%, 15%, 17% i 18% za 4., 5., 6., 7., i 8. desetljeće. Vrlo sličan, ubrzani, trend smanjenja opaža se i za relativni vršni primitak kisika, s također sporijim smanjenjem u žena no u muškaraca. Nadalje, iako se istodobno s opisanim promjenama vršnog primitka kisika zamjećuje i smanjenje tjelesne aktivnosti umjerenog i visokog intenziteta, veličina promjene vršnog primitka kisika po kilogramu nemasne mase jednaka je u aktivnih i sedentarnih osoba (80).

Aerobni prag javlja se pri većem postotku vršnog primitka kisika u djece u odnosu na odrasle osobe. Naime, kod djece između 5. i 16. godine primitak kisika pri aerobnom pragu iznosi prosječno 25-40 ml/kg/min što predstavlja oko 65% vršnog primitka kisika, dok su odgovarajuće vrijednosti kod sedentarnih odraslih osoba oko 50-55% (36). Kod djece sportaša sportova izdržljivosti aerobni se prag također javlja pri većem postotku vršnog primitka kisika u odnosu na odrasle sportaše istih sportova (80% vs. 60-75%). Za period od nastupa zrelosti do 55. godine ne postoje podaci o trendu kretanja primitka kisika pri aerobnom ili anaerobnom pragu. Nakon 55. godine života primitak kisika pri aerobnom pragu se smanjuje s dobi, ali sporije od vršnog primitka kisika tako da aerobni prag nastupa pri većem postotku vršnog primitka kisika u 80-godišnjaka u odnosu na 60-godišnjake (84 vs. 77 %  $VO_{2vršni}$  kod muškaraca i 90 vs. 80 %  $VO_{2vršni}$  kod žena) (36). Nadalje pokazano je da se aerobni prag javlja pri većem postotku vršnog primitka kisika u sedentarnih sedamdesetogodišnjaka u odnosu na mladiće u dvadesetim godinama života (60 vs. 50 %  $VO_{2vršni}$ ). Međutim, razlika u relativnom intenzitetu pri kojima se javljaju aerobni i anaerobni prag ne zamjećuje se kod starijih maratonaca (srednja dob=62 godine) u odnosu na mlade maratonce (36).

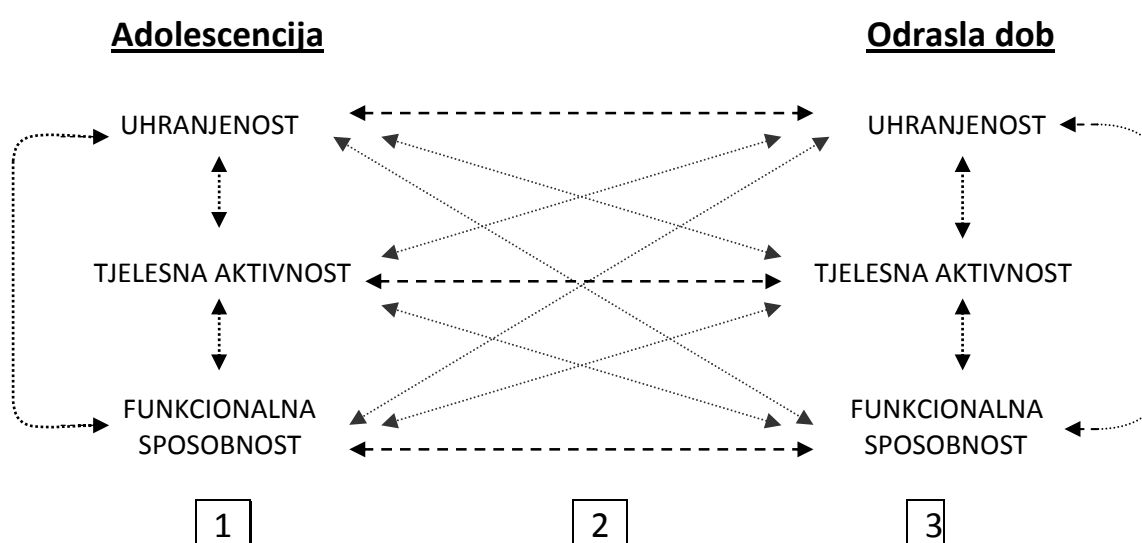
### 1.3.3. Tjelesna aktivnost

U ranom djetinjstvu razina tjelesne aktivnosti je niska i to primarno zbog vrlo niskog prosječnog intenziteta aktivnosti (81). Nakon otprilike 6. godine života razina tjelesne aktivnosti znatno raste. Karakteristika tjelesne aktivnosti u dječjoj dobi su spontani, vrlo kratki, intermitentni periodi aktivnosti. Pokazano je da se 80% aktivnosti umjerenog te 93% aktivnosti visokog intenziteta u toj dobi zbiva u intervalima kraćim od 10 sekundi (82). Za razliku od toga, u adolescenciji je tjelesna aktivnost češće organizirana i duljeg trajanja. No, u doba adolescencije počinje smanjivanje razine tjelesne aktivnosti što se onda obično proteže u odraslu dob doprinoseći razvoju kroničnih bolesti. Rezultati longitudinalnih studija ukazuju da smanjenje tjelesne aktivnosti počinje već oko 9. godine života (83,84). Kako se početak spolnog sazrijevanja javlja nešto ranije u djevojčica no u dječaka tako se kod djevojaka ranije bilježi i smanjenje razine tjelesne aktivnosti. Također, pad razine tjelesne aktivnosti u adolescenciji je nešto strmiji kod djevojaka nego kod dječaka (83). Tjelesna aktivnost između 10. i 16. godine života smanjuje se za 1.8% godišnje kod dječaka i 2.6% kod djevojčica (85). Između 6. i 17. godine smanjenje iznosi 2.6% godišnje kod dječaka i čak 7.4% kod djevojčica (85).

U odrasloj se dobi razina tjelesne aktivnosti također smanjuje s povećanjem dobi. Razina aktivnosti umjerenog do visokog intenziteta smanjuje se za 25-30% između mlađe i srednje odrasle dobi, a zatim dodatnih 50% između srednje i starije odrasle dobi (86). Muškarci pokazuju konzistentno veću razinu tjelesne aktivnosti od žena, a veličina smanjenja s dobi vrlo je slična u oba spola. Smanjenje aktivnosti niskog intenziteta je mnogo manje i iznosi nešto više od 5% između mlađe i srednje odrasle dobi, a zatim dodatnih 25-30% između srednje i starije odrasle dobi (86). U istraživanju švedskih odraslih osoba prosječna količina tjelesne aktivnosti bila je 20% manja u osoba starih od 65-79 godina u odnosu na odrasle osobe stare od 44-65 godina (20 min/dan vs. 26 min/dan). Slično smanjenje količine tjelesne aktivnosti zabilježeno je i u osoba starih od 44- 65 godina u odnosu na odrasle osobe stare od 25-44 godine (26 min/dan vs. 32 min/dan) (87).

#### 1.4. Povezanost statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razine tjelesne aktivnosti

Status uhranjenosti, funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava i razina tjelesne aktivnosti međusobno su povezani tijekom svih životnih perioda. Treba naglasiti da su njihove povezanosti u pojedinom životnom razdoblju uvijek recipročne. Slika 1. prikazuje moguće međusobne odnose statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razine tjelesne aktivnosti. Potencijalni putevi povezanosti tih bioloških karakteristika od djetinjstva do odrasle dobi označeni su brojevima od 1 do 3.



Slika 1. Potencijalni putevi međusobne recipročne povezanosti statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razine tjelesne aktivnosti (prilagođeno prema 51)

U sljedećim će se odlomcima detaljnije razmatrati svaki od pojedinih puteva povezanosti.

##### 1.4.1. Povezanost statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razine tjelesne aktivnosti u djetinjstvu i adolescenciji

Povezanost indikatora statusa uhranjenosti tijekom djetinjstva i adolescencije ovisi o stupnju sazrijevanja, ali i distribuciji masnog tkiva. Spolno zrelija djeca imaju manji postotak masnog tkiva za isti BMI od njihovih manje zrelih vršnjaka (5). Nadalje, djeca s centralnom distribucijom masti procijenjenom pomoću opsega struka imaju veći postotak masnog tkiva za isti BMI od njihovih vršnjaka s perifernijom raspodjelom masti (5).

Uz visoke vrijednosti indeksa tjelesne mase u djece često se nakupljaju i ostali čimbenici rizika za kronične nezarazne bolesti. Primjerice, prekomjerno teška djeca i adolescenti u američkom istraživanju 'Bogalusa Heart Study' imala su barem jedan faktor rizika za kronične bolesti više od njihovih normalno teških vršnjaka (88).

Funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava mjerena vršnim primitkom kisika negativno je povezana s postotkom masnog tkiva u tijelu kod djece stare 10.-14. godina (89). Negativna povezanost funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava utvrđena je i s količinom potkožnog masnog tkiva (90). Umjerene korelacije ( $r=0.4-0.6$ ) utvrđene su i u 9-godišnjih dječaka i djevojčica i u 15-godišnjih adolescenata. Nadalje, adolescenti s niskom funkcionalnom sposobnosti kardiorespiratornog sustava (<20. percentila) imaju 4 puta veću vjerojatnost da budu pretili u odnosu na svoje vršnjake visoke funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava (>20. percentila) (91). Nadalje, funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava u djece i adolescenata pokazuje snažnu povezanost s abdominalnom masti. Koeficijenti korelacije se kreću oko 0.7 neovisno o mjeri kojom procjenjujemo abdominalnu mast (visceralna mast, potkožna abdominalna mast ili opseg struka) (92). Isto tako, niska funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava u djece povezana je s klasteriranjem kardiovaskularnih čimbenika rizika (93).

Povezanost tjelesne aktivnosti i statusa uhranjenosti tijekom djetinjstva i adolescencije dobro je dokumentirana. Razina tjelesne aktivnosti obrnuto je povezana s količinom masti u djece (94) i adolescenata (95). Međutim, razina povezanosti je slaba. Tjelesna aktivnost odgovorna je za oko 20 % varijabilnosti u količini tjelesne mase (52). Više je puta pokazano pretila djeca imaju manju razinu tjelesne aktivnosti od njihovih normalno teških vršnjaka (96-99). Iako se nekad smatralo da se samo djeca s velikim viškom kilograma razlikuju u razini aktivnosti od normalno teške djece, novija istraživanja pokazuju da i prekomjerno teška djeca pokazuju manju razinu tjelesne aktivnosti od njihovih normalno teških vršnjaka (100). Nadalje, tjelesno neaktivna djeca izložena su povećanom riziku od metaboličkih (101) i kardiovaskularnih (102) bolesti neovisno o njihovoj tjelesnoj težini. U skladu s tim su i rezultati istraživanja o povezanosti abdominalne masti i tjelesne aktivnosti. U 10-godišnje djece zabilježena je negativna povezanost ( $r=-0.35$ ,  $p<0,01$ ) intenzivne aktivnosti i abdominalne masti procijenjene pomoću DEXE (103). U istom istraživanju aktivnost umjerenog intenziteta nije pokazala značajnu povezanost s količinom abdominalne masti. Nadalje, Ortega i suradnici (104) podijelili su djecu i adolescente u tercile po količini

intenzivne tjelesne aktivnosti te pronašli 2 puta veću vjerojatnost za povećan opseg struka u djece i adolescenata koja su pripadala donjem tercilu intenzivne tjelesne aktivnosti u odnosu na najviši tercil.

Ipak, s obzirom na transverzalan dizajn navedenih istraživanja, kao i nedostatak velikih longitudinalnih studija koje obuhvaćaju cijelo djetinjstvo i adolescenciju, ne možemo suditi o kauzalnosti inverznog odnosa tjelesne aktivnosti i statusa uhranjenosti.

Povezanost tjelesne aktivnosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u dječjoj dobi je slaba. Primjerice, kod 6-9-godišnjaka razina tjelesne aktivnosti je odgovorna za samo 21 % varijabilnosti aerobne sposobnosti. Kod 16-godišnjih adolescenata intenzivna tjelesna aktivnost pokazuje umjerenu povezanost s vršnim primitkom kisika ( $r=0.45$ ), dok je povezanost tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta i vršnog primitka kisika nešto slabija ( $r=0.3$ ) (105). Nadalje, kod tjelesno aktivnijih adolescenata bilježimo veće vrijednosti vršnog primitka kisika u odnosu na njihove manje aktivne vršnjake (106). Slično, aktivni 13-15-godišnjaci pokazuju bolje rezultate u utrci na 1 milju u odnosu na neaktivne adolescente (107). Međutim, u istom istraživanju takva razlika nije primijećena između aktivne i neaktivne 10.-12-godišnje djece.

#### **1.4.2. Povezanost statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razine tjelesne aktivnosti u djetinjstvu i adolescenciji te njihovih kasnijih vrijednosti u odrasloj dobi**

Pretilost u dječjoj dobi povezana je s povećanim mortalitetom i kardiovaskularnim morbiditetom u kasnijoj životnoj dobi (5). Za dio učinaka statusa uhranjenosti, tjelesne aktivnosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescenciji na zdravlje u odrasloj dobi odgovorne su i njihove međusobne povezanosti u različitim životnim razdobljima odnosno postojanost tih karakteristika između adolescencije i odrasle dobi (52).

Postojanost morfoloških obilježja između adolescentne i odrasle dobi prilično je dobra. Koeficijenti korelacije za indeks tjelesne mase u razdoblju između 13.-14. i 25.-36. godine kreću se od  $r=0.46$  do  $r=0.91$  za muškarce i  $r=0.60$  do  $r=0.78$  za žene (108). Za postojanost količine potkožne masti u istom razdoblju bilježe se nešto niži koeficijenti korelacije ( $r=0.6$  za muškarce i  $r=0.4$  za žene) (108). Postojanost distribucije masti, tj. odnosa opsega struka i kukova, je također dobra. Između 18. i 30. godine zabilježeni su koeficijenti korelacije za odnos opsega struka i kukova od 0.65 u muškaraca i 0.79 u žena (108).

Istraživanja postojanosti razine tjelesne aktivnosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava kroz adolescenciju i odraslu dob su malobrojna. Da bi se procijenila postojanost neke karakteristike kroz adolescenciju i odraslu dob nužne su nam longitudinalne studije u trajanju od dvadesetak pa i više godina. Dosad je provedeno tek nekoliko takvih studija koje su istraživale međusobne odnose pojedinih morfoloških i funkcionalnih obilježja u adolescentskoj i odrasloj dobi (109-112). Iz dosadašnjih se istraživanja čini da su tjelesna aktivnost u adolescenciji i odrasloj dobi slabo povezane, a ta je povezanost, čini se, neovisna o duljini praćenja (113,114). Tako Telama i suradnici (113) izvješćuju o sličnim povezanostima tjelesne aktivnosti u 15. i 18. godini s razinama aktivnosti utvrđenima 9 ili 21 godinu kasnije. U istraživanju van Mechelena i Kempera (115) opažena je slaba postojanost tjelesne aktivnosti između 16. i 27. godine ( $r=0.09$  za muške i  $r=0.16$  za žene). Postojanost funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava između adolescencije i odrasle dobi je znatno bolja od postojanosti razine tjelesne aktivnosti u istom razdoblju. Koeficijenti korelacije za razdoblje između 16. i 27. godine kreću se od 0,36 (15) pa do više od 0,5 (116). U žena je zabilježen koeficijent korelacije od 0.49 za 'shuttle run' test između 16. i 40. godine (117). Nadalje, nisu zabilježene veće razlike među spolovima (15). Prema našim saznanjima u literaturi ne postoje podaci o postojanosti funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u oba spola između adolescencije i razdoblja nakon 30. godine života.

Prema trenutnim spoznajama se čini da se tjelesna aktivnost i funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava u adolescenciji različito odnose prema obilježjima procjene statusa uhranjenosti u odrasloj dobi. Nekoliko europskih longitudinalnih studija promatralo je povezanost funkcionalnih sposobnosti u adolescenciji (tj. vršnog primitka kisika) s pokazateljima pretilosti i drugim kardiovaskularnim čimbenicima rizika u kasnijem životu. Sve te studije, bez obzira bile one limitirane na rane 20. (109,110) ili rane 30. godine (111), bilježe slabe do umjerene povezanosti funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescenciji s količinom masnog tkiva u odrasloj dobi ( $\beta= -0.34-0.38$ ), dok je povezanost vršnog primitka kisika u adolescenciji i kasnijih vrijednosti opsega struka zabilježena samo u Amsterdamskoj longitudinalnoj studiji (111) i to samo kod žena ( $\beta= -0.26$ ). Eisenmann i suradnici (116) također su pokazali umjerene negativne povezanosti aerobne izdržljivosti u adolescenciji (procijenjene kroz trajanje maksimalnog ergometrijskog testa na pokretnoj traci) s pokazateljima debljine u kasnim dvadesetim godinama. Povezanost

je bila najjača za postotak tjelesne masti ( $r=-0.47$ ), te nešto manja za opseg struka i indeks tjelesne mase ( $r=-0.38$  odnosno  $r=-0.34$ ).

S druge strane, u navedenim istraživanjima povezanost razine tjelesne aktivnosti u adolescenciji sa statusom uhranjenosti u odrasloj dobi nije utvrđena (109-112). Jedan od mogućih uzroka takvih razlika je i različita razina greške pri mjerenju tjelesne aktivnosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava. Naime, u kratkoročnom periodu razina tjelesne aktivnosti je, za razliku od funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava, pod utjecajem velikog broja socijalnih, psiholoških i okolišnih faktora, a njena stabilnost unutar nekoliko dana puno je manja od stabilnosti funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava, pa odatle proizlazi i veća greška mjerenja razine tjelesne aktivnosti u odnosu na funkcionalnu sposobnost kardiorespiratornog sustava. Nadalje, tjelesna aktivnost u svim je navedenim istraživanjima procjenjivana subjektivnim metodama (različiti upitnici) dok je funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava u većini tih istraživanja mjerena objektivnim metodama koje imaju manju grešku mjerenja u odnosu na subjektivne metode.

#### **1.4.3. Povezanost statusa uhranjenosti, funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i razine tjelesne aktivnosti u odrasloj dobi**

Značenje normalne tjelesne težine, visoke razine tjelesne aktivnosti i visoke funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u odrasloj dobi za zdravlje je nedvojbeno vrlo veliko. Prekomjerna tjelesna težina i pretilost povezani su s povišenim morbiditetom od kardiovaskularnih bolesti (118), inzulin neovisne šećerne bolesti (119), respiratornih bolesti (120), osteoartritisa (121) te karcinoma kolona, dojke, endometrija, bubrega i jednjaka (122). Nadalje, pretilost povećava ukupni mortalitet između 50 i 100 %, dok je mortalitet uz prekomjernu tjelesnu težinu tek umjereno povećan (123). Pokazano je da pretilost u 40. godini skraćuje očekivani životni vijek za oko 7 godina (124).

No nije jedino ukupna količina masti vezana uz povećan morbiditet. Naime, neovisno o tjelesnoj težini, količinu abdominalne masti također vezujemo uz povećan morbiditet od brojnih kroničnih bolesti. Najsnažniji dokazi prisutni su za povezanost količine abdominalne masti i kardiovaskularnih bolesti (125), šećerne bolesti neovisne o inzulinu (126), te nekih vrsta karcinoma (122).

Tijekom posljednjih pedesetak godina mnoge su prospektivne epidemiološke studije povezale visoku razinu tjelesne aktivnosti sa smanjenim općim i kardiovaskularnim mortalitetom (127-131). Rizik od općeg mortaliteta i kardiovaskularnog morbiditeta smanjuje se linearno s povećanjem razine tjelesne aktivnosti (132,133). Nedostatna uobičajena tjelesna aktivnost povezuje se s povećani rizikom od mnogih kroničnih bolesti među kojima su najvažnije ateroskleroza (43), osteoporoza (134), depresija (135), tip 2 šećerne bolesti (136), karcinom dojke (137) i debelog crijeva (138). Uz morbiditet i mortalitet tjelesna aktivnost se povezuje i sa smanjenjem rizika za razvoj pretilosti (139). Nadalje, prospektivno istraživanje Ekelunda i suradnika (140) pokazalo je da je početna razina tjelesne aktivnosti inverzno povezana s nakupljanjem masti u idućih pet godina. Slično, kod odraslih muškaraca starih od 40 do 75 godina opaženo je da povećanje intenzivne tjelesne aktivnosti dovodi do smanjenja opsega struka u devetogodišnjem razdoblju. Ipak, utvrđeno smanjenje opsega struka u navedenom je razdoblju iznosilo samo 0.38 cm što je od male kliničke važnosti (141).

Prema mnogim autorima funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava tek je jedna od mjera razine tjelesne aktivnosti u studijama utjecaja tjelesne aktivnosti na zdravlje. Ipak, funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava i tjelesna aktivnost dvije su različite, iako recipročno povezane, biološke karakteristike. Dok funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava predstavlja fiziološko stanje, tjelesna aktivnost označava ponašanje. Isto tako, veličina promjene funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava uzrokovana tjelesnom aktivnošću vrlo je različita među pojedincima, a većina se navedene varijabilnosti objašnjava genetskim faktorima (142). Zbog toga se u posljednje vrijeme, uz nedostatnu tjelesnu aktivnost, kao nezavisni faktor rizika za povećan opći mortalitet razmatra i niska funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava. Niska razina funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava povezana je s povećanim općim i kardiovaskularnim mortalitetom i to neovisno o debljini (126,128,143). Povećanje vršnog primitka kisika za 3,5 ml/kg/min (1 MET) dovodi do 13 % manjeg rizika od općeg mortaliteta i 15 % manjeg rizika oboljenja od kardiovaskularnih bolesti (144). Štoviše, čini se kako niska funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava višestruko povećava rizik za nastanak kardiovaskularnih bolesti u odnosu na tjelesnu neaktivnost (145). Primjerice, u istraživanju Arraiz i suradnika (146) ispitanici s niskom funkcionalnom sposobnosti kardiorespiratornog sustava imali su 2.7 puta veći relativni rizik smrti od ispitanika s najvišom funkcionalnom sposobnosti kardiorespiratornog sustava, dok su ispitanici s niskom razinom tjelesne aktivnosti pokazivali 1.5 puta veći relativni rizik od smrti u odnosu na pojedince s najvišom



razinom tjelesne aktivnosti. Ipak, takvi rezultati vjerojatno nisu posljedica bioloških razlika u povezanosti funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i tjelesne aktivnosti sa zdravljem već su prije odraz ranije spomenutih problema u kvantificiranju razine tjelesne aktivnosti koji povećavaju grešku mjerenja. To rezultira slabijom povezanosti tjelesne aktivnosti i zdravstvenih ishoda u odnosu na istovjetne povezanosti funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava koja se češće mjeri objektivno te stoga ima manju grešku mjerenja nego tjelesna aktivnost (145).

Veličina povezanosti razine tjelesne aktivnosti s funkcionalnom sposobnosti kardiorespiratornog sustava u odrasloj je dobi slična ranije opisanoj povezanosti te dvije karakteristike u dječjoj dobi. Korelacijski koeficijenti između intenzivne tjelesne aktivnosti i vršnog primitka kisika iznose oko 0.30, dok su oni između umjerene tjelesne aktivnosti i vršnog primitka kisika dosta niži ( $r=0.12-0.17$ ) (147).

## 2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Glavni cilj ovog istraživanja bio je:

- pratiti promjene morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti te pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava od adolescentne do srednje odrasle dobi;
- ispitati postojanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava tijekom adolescencije (između 15. i 18. godine) i između adolescencije i srednje odrasle dobi;

Sekundarni ciljevi bili su:

- ispitati prediktivnu vrijednost pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi za vrijednosti pojedinih pokazatelja statusa uhranjenosti u odrasloj dobi;
- utvrditi postoji li povezanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi s razinom uobičajene tjelesne aktivnosti te dnevnim utroškom energije u odrasloj životnoj dobi;

Uz navedene ciljeve vezujemo slijedeće hipoteze:

Glavna hipoteza vezana uz primarni cilj istraživanja bila je:

- I. postoji značajna postojanost morfoloških antropometrijskih obilježja za procjenu statusa uhranjenosti (indeks tjelesne mase, količina i distribucija potkožnog masnog tkiva) te pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava (vršni primitak kisika, primitak kisika pri ventilacijskom aerobnom pragu, primitak kisika pri ventilacijskom anaerobnom pragu) tijekom ispitivanog perioda od adolescentne do srednje odrasle dobi;

Ostale hipoteze vezane uz sekundarne ciljeve bile su:

- II. postoji značajna prediktivna vrijednost pojedinih pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi (vršni relativni primitak kisika, primitak kisika pri ventilacijskom aerobnom pragu, primitak kisika pri ventilacijskom anaerobnom pragu) za različite morfološke pokazatelje statusa uhranjenosti u odrasloj dobi (indeks tjelesne mase, količina potkožnog masnog tkiva, opseg struka, omjer opsega struka i kukova);
  
- III. postoji povezanost morfoloških antropometrijskih obilježja za procjenu statusa uhranjenosti (indeks tjelesne mase, suma kožnih nabora) i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava (vršni relativni primitak kisika, primitak kisika pri ventilacijskom aerobnom pragu, primitak kisika pri ventilacijskom anaerobnom pragu) u adolescentnoj dobi s komponentama dnevnog utroška energije te razinom uobičajene tjelesne aktivnosti u odrasloj životnoj dobi;

### 3. ISPITANICI I METODE

Uzorak ispitanika u aktualnom ispitivanju čine sada odrasli ispitanici oba spola koji su u periodu između 1979. i 1990. godine bili sudionici opsežne tzv. 'miješane' longitudinalne studije rasta, sazrijevanja i zdravstvenog statusa djece i omladine od 8 do 18 godine (148). Tada su paralelno praćene dvije skupine djece. Jednu skupinu činila su djeca u dobi od 8 godina koja su bila mjerena svake godine u razdoblju od 1979-1990 tj. do njihove 18. godine (kohorta rođena 1971. godine). Drugu skupinu činili su adolescenti u dobi od 15 godina koji su praćeni u razdoblju od 1979. do 1982. godine tj. do njihove 18. godine (kohorta rođena 1964. godine). U zadnjoj godini studije skupina mjerena od 15.-18. godine sadržavala je 60 ispitanika (37 dječaka i 23 djevojčice), dok je u skupini mjerenoj od 8.-18. godine bilo 45 ispitanika s potpunim podacima (22 dječaka i 23 djevojčice). Tako za 105 ispitanika (59 dječaka i 46 djevojčica) postoje longitudinalno prikupljeni iscrpni podaci o tjelesnoj visini i masi, količini i distribuciji potkožne tjelesne masti, funkcionalnoj sposobnosti kardiorespiratornog sustava, spirometrijskim i elektrokardiogramskim pokazateljima i vrijednostima arterijskog krvnog tlaka za razdoblje između 15. i 18. godine života.

Osamnaest godina nakon završetka longitudinalne studije rasta, sazrijevanja i zdravstvenog statusa djece i omladine od 8 do 18 godine, ispitanici su ponovno kontaktirani u vezi nastavka istraživanja. Od 105 raspoloživih ispitanika na nastavak istraživanja pristalo je njih 62 (36 muškaraca i 26 žena). Tako su u uzorku od 62 ispitanika prikupljeni podaci o antropometrijskim morfološkim pokazateljima statusa uhranjenosti u odrasloj dobi kao i dio podataka o tjelesnoj aktivnosti u odrasloj dobi. Mjerenje pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava kao i utroška energije u odrasloj dobi provedeno je u pedeset i jednog ispitanika budući da jedanaest ispitanika nije pristalo na maksimalni test opterećenjem i procjenu razine uobičajene tjelesne aktivnosti multi-senzornim uređajem. Od ukupno 62 ispitanika, njih 32 (19 muškaraca i 13 žena) pripada kohorti rođenoj 1964. godine, dok preostalih 30 (17 muškaraca i 13 žena) pripada kohorti rođenoj 1971. godine.

Pomoću računalnog programa Gpower 3.0 (149) utvrđena je razina povezanosti koja se može detektirati uz dostupan broj ispitanika. Izračuni su pokazali da, uz razinu statističke značajnosti od  $\alpha=0.05$  te snagu  $1-\beta=0.8$ , veličina efekta iznosi  $R^2 = 0.13-0.20$  za primarne (ovisno o broju entiteta i broju prediktora) i  $R^2 = 0.13-0.26$  za sekundarne analize linearne

regresije (također ovisno o broju entiteta i broju prediktora) što predstavlja malu do umjerenu veličinu efekta. Veličina efekta koja se može utvrditi pomoću ANOVE za ponavljana mjerenja je 0.16-0.20 (parcijalni  $\eta^2=0.02-0.04$ ) što označava malu veličinu efekta.

### 3.1. Morfološki pokazatelji statusa uhranjenosti

Slijedeća antropometrijska mjerenja provedena su i u adolescentnom periodu i u odrasloj dobi ispitanika:

- *Masa tijela* mjerila se na medicinskoj decimalnoj vagi s preciznošću od 0,5 kg.
- *Visina tijela* mjerila se antropometrom s preciznošću od 0,1 cm.
- *Debljina kožnih nabora* mjerila se Harpendenovim kaliperom s preciznošću od 0,2 mm i to na 4 različite lokacije:
- *kožni nabor nadlaktice* mjerio se kao uzdužni nabor na stražnjoj strani nadlaktice (iznad m. tricepsa brachii) na polovici udaljenosti između akromiona i olekranona;
- *subskapularni kožni nabor* mjerio se u dijagonalnom smjeru ispod donjeg ugla lopatice;
- *suprailiokristalni kožni nabor* mjerio se u dijagonalnom smjeru u prednjoj aksilarnoj liniji iznad criste iliace;
- *kožni nabor potkoljenice* mjerio se u uzdužnom smjeru na medijalnoj strani najšireg dijela potkoljenice.

Svi kožni nabori mjerili su se na desnoj strani tijela, 3 puta u nizu, a za analizu je uzeta središnja od izmjerenih vrijednosti.

Iz navedenih mjera izračunali su se slijedeći pokazatelji stanja uhranjenosti, distribucije i količine tjelesne masti:

- *indeks tjelesne mase* izračunao se kao omjer mase tijela i kvadrata visine tijela izražene u metrima ( $\text{kg}/\text{m}^2$ );
- *suma četiri kožna nabora* (S4KN) računala se kao zbroj kožnih nabora nadlaktice, podlaktice, suprailiokristalnog i subskapularnog kožnog nabora;

- *distribucija masti* procijenjena je pomoću omjera kožnih nabora (OKN) koji se računao kao omjer kožnih nabora trupa (kožni nabor leđa i suprailiokristalni kožni nabor) i sume 4 kožna nabora.

Nadalje, slijedeće su se varijable mjerile samo u odrasloj dobi te su uzete u obzir isključivo za sekundarnu obradu podataka:

- *opseg struka* mjerio se na polovici udaljenosti između pupka i rebrenih lukova;
- *opseg kukova* mjerio se u razini trohantera majora femura.

Iz navedenih mjera izračunao se *indeks za procjenu rizičnosti tipa pretilosti* (eng. waist-to-hips ratio) kao omjer opsega struka i opsega kukova. Indeks predstavlja mjeru distribucije tjelesne masti u tijelu.

Kao pokazatelj distribucije masti posebno se analizirao i opseg struka.

Sve bilateralne antropometrijske mjere mjerile su se na desnoj strani tijela.

### **3.2. Pokazatelji funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava**

Funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava mjerena je identičnom metodom u adolescenciji i u odrasloj dobi - direktnom spiroergometrijskom metodom. Direktna spiroergometrijska metoda izvodi se uz pomoć uređaja koji omogućavaju analizu sastava udahnutog i izdahnutog zraka te mjerenje minutnog volumena disanja i njegovih komponenti (dišnog volumena i frekvencije disanja) tijekom testa opterećenja. Funkcionalna sposobnost u adolescenciji bila je mjerena direktnom kontinuiranom metodom pomoću uređaja Ergopneumotest Jaeger, dok je u odrasloj dobi u tu svrhu upotrebljen mobilni 'breath-by-breath' uređaj (uređaj koji zasebno analizira svaki udisaj tj. izdisaj ispitanika) Cosmed quark K4b<sup>2</sup> (Cosmed, Rim, Italija) (slika 1.). Navedeni uređaj je ekstenzivno validiran u populaciji zdravih odraslih osoba te je pokazano da se respiracijski i metabolički parametri određeni tim uređajem ne razlikuju od onih određenih klasičnim stacionarnim analizatorima zraka (64,65). Frekvencija srca tijekom testa opterećenja u adolescentnoj dobi ispitanika mjerena je jednokanalnim EKG uređajem postavljenim u 1. odvod. Za vrijeme testa opterećenja u odrasloj dobi frekvencija srca mjerena je 12-kanalnim EKG uređajem.



*Slika 1. Mjerenje funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava pomoću direktne spiroergometrijske metode pomoću mobilnog 'breath-by-breath' uređaja Cosmed quark K4b<sup>2</sup> (Cosmed, Rim, Italija)*

#### Protokol testa opterećenja na pokretnoj traci

Protokol testa opterećenja je podrazumijevao maksimalno opterećenje i u adolescenciji i u odrasloj dobi zbog mogućnosti direktnog mjerenja maksimalne funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava. Radi motoričkih i biomehaničkih specifičnosti dječje i adolescentne dobi povećanje opterećenja nije imalo jednaku dinamiku za vrijeme adolescencije i odrasle dobi. Oba protokola uključivala su približno jednako povećanje i brzine i nagiba trake, ali su početne brzine i nagibi bili veći u protokolu u adolescenciji u odnosu na protokol u odrasloj dobi. Trajanje pojedinog stupnja opterećenja u adolescenciji i odrasloj dobi bilo je slično (2 minute u adolescenciji i 3 minute u odrasloj dobi). Razlika u trajanju pojedinog stupnja između protokola korištenog u adolescentnoj i odrasloj dobi proizlazi iz činjenice da u se odrasloj dobi stabilno metaboličko stanje postiže nakon tri

minute aktivnosti konstantnog intenziteta, dok je u dječjoj i adolescentnoj dobi za postizanje stabilnog metaboličkog stanja dovoljno dvije minute (150).

Brojna su istraživanja pokazala da se vršni primitak kisika i vršna frekvencija srca ne razlikuju pri različitim protokolima testa opterećenja kod odraslih osoba (151-153) ni kod adolescenata (154).

Slijede detaljni opisi metoda i protokola mjerenja u adolescentnoj i odrasloj dobi:

- Funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi bila je izmjerena progresivnim maksimalnim testom opterećenja na pokretnoj traci (155). Test je počinjao hodanjem 4 minute po ravnoj podlozi brzinom od 4,6 km/h. Slijedile su 3 minute zagrijavanja pri nagibu 10 % i brzini od 4,8 km/h. Nakon toga prelazilo se na 1. stupanj opterećenja pri nagibu od 12% i brzini od 8 km/h. Pri svakom slijedećem stupnju opterećenja nagib se povećavao za 2% kod djevojaka i 4% kod dječaka, a brzina za 1,6 km/h kod oba spola. Svaki stupanj opterećenja trajao je 2 minute. Nakon završetka testa slijedilo je 10 minuta oporavka laganim hodanjem.

- Funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava u odrasloj dobi mjerena je progresivnim maksimalnim testom opterećenja na pokretnoj traci koristeći Bruceov protokol (156). Test je započinjao hodanjem pri nagibu trake od 10 % i brzini od 2,7 km/h. Nakon svake 3 minute nagib se povećavao za 2 %, a brzina za 1,4 km/h. Po završetku testa slijedilo je 6 minuta pasivnog oporavka.

Pri oba opisana protokola test opterećenja završavao je pri maksimalnoj iscrpljenosti ispitanika, a pri određivanju završetka testiranja poštivale su se preporuke Američkog društva za sportsku medicinu (157) koje kazuju da se postignuti stupanj opterećenja može smatrati maksimalnim ukoliko su ispunjena barem 2 od slijedeća 3 uvjeta:

- 1) dostignuta frekvencija srca bliska je maksimalnoj predviđenoj frekvenciji srca za ispitanikovu dob;
- 2) omjer respiracijske izmjene veći je od 1.10;
- 3) primitak kisika dostigao je predviđene vrijednosti za ispitanikovu dob i/ili se pojavio plato u krivulji primitka kisika u odnosu na opterećenje;

U prostoru funkcionalno-fizioloških varijabli kardiorespiratornog sustava određene su slijedeće varijable i u adolescentnoj i odrasloj dobi ispitanika:



- *apsolutni vršni primitak kisika* ( $aVO_{2vršni} - L/min$ )- definiran je kao najveća vrijednost primitka kisika zabilježena u 30-sekundnom intervalu tijekom testa opterećenja;
- *apsolutna vršna produkcija ugljik-dioksida* ( $aVCO_{2vršna} - L/min$ )- definirana je kao najveća vrijednost produkcije ugljik-dioksida zabilježena u 30-sekundnom intervalu tijekom testa opterećenja;
- *vršna frekvencija srca* ( $FS_{vršna} - otkucaja/min$ )- definirana je kao najveća vrijednost frekvencije srca zabilježena tijekom testa opterećenja;

Iz navedenih vrijednosti izračunati su slijedeći pokazatelji:

- *relativni vršni primitak kisika* ( $rVO_{2vršni} - ml/kg/min$ )- izračunat je kao kvocijent apsolutnog vršnog primitka kisika i tjelesne mase ispitanika;
- *vršni puls kisika* ( $pulsO_{2vršni} - mL/otkucaj$ ) – izračunat je kao kvocijent apsolutnog vršnog primitka kisika i vršne srčane frekvencije;
- *Utrošak kisika pri aerobnom ventilacijskom pragu* ( $VO_{2@AP} - ml/kg/min$ ) određen je iz grafičkog prikaza primitka kisika i produkcije ugljičnog dioksida pomoću 'V-slope' metode (158). Metoda se zasniva na promatranju nagiba krivulje produkcije ugljik-dioksida u odnosu na primitak kisika. Nakon početnog linearnog odnosa, nagib krivulje se u jednom trenutku mijenja i krivulja postaje strmija. Sjecište regresijskih linija gornjeg i donjeg dijela krivulje predstavlja aerobni ventilacijski prag (158). Očitane vrijednosti provjerene su i na krivulji koja prikazuje promjene ventilacijskog ekvivalenta kisika i ugljikovog dioksida tijekom testa. Aerobni prag iz te se krivulje očitava kao primitak kisika pri prvom vidljivom porastu ventilacijskog ekvivalenta kisika uz nepromijenjen ventilacijski ekvivalent ugljik-dioksida (36).
- *Utrošak kisika pri anaerobnom ventilacijskom pragu* ( $VO_{2@AnP} - ml/kg/min$ ) određen je iz grafičkog prikaza minutne ventilacije i produkcije ugljičnog dioksida. Metoda se zasniva na promatranju nagiba krivulje minutnog volumena disanja u odnosu na produkciju ugljik-dioksida. Nakon početnog linearnog odnosa, nagib krivulje se u jednom trenutku mijenja i krivulja postaje strmija. Sjecište regresijskih linija gornjeg i donjeg dijela krivulje predstavlja anaerobni ventilacijski prag (158). Očitane vrijednosti provjerene su i na krivulji koja prikazuje promjene ventilacijskog ekvivalenta kisika i ugljikovog dioksida tijekom testa.

Anaerobni prag iz te se krivulje očitava kao primitak kisika pri prvom vidljivom porastu ventilacijskog ekvivalenta ugljik-dioksida (36).

### 3.3. Pokazatelji razine tjelesne aktivnosti

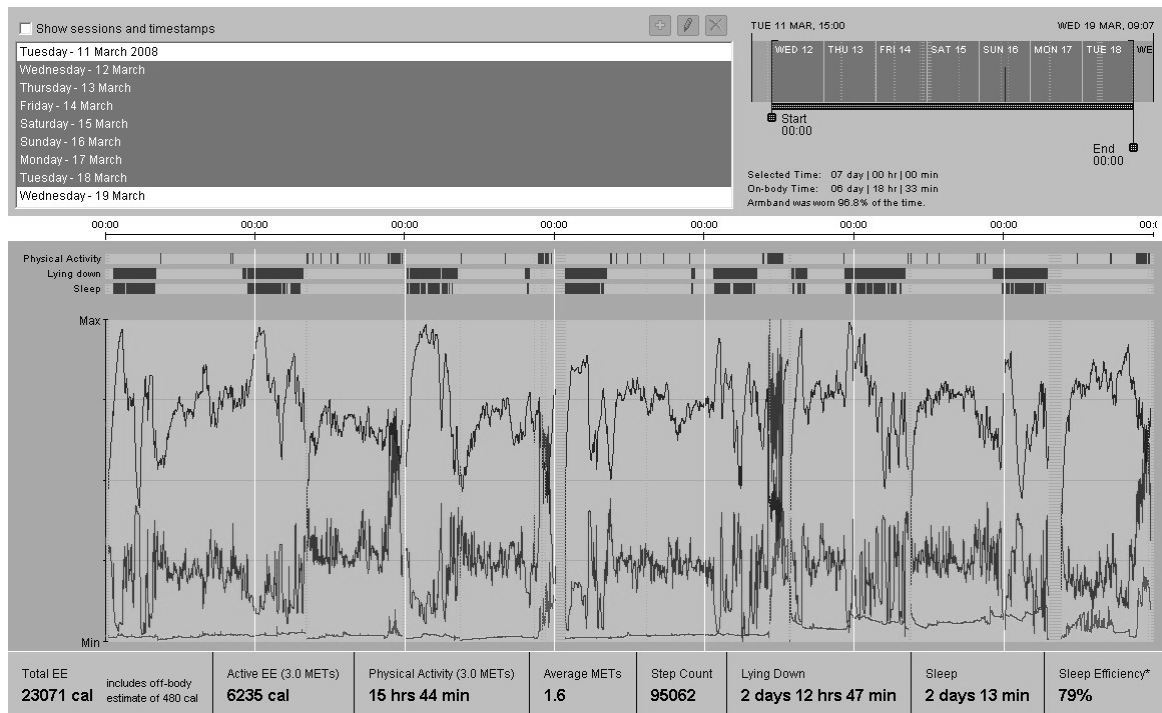
Količina uobičajene dnevne tjelesne aktivnosti i dnevni utrošak energije u odrasloj dobi procijenjeni su pomoću Sensewear Armband mjerača energetskeg utroška (Bodymedia Inc., Pittsburgh, SAD) (slika 2.).



*Slika 2. Sensewear Armband multi-senzorni uređaj za mjerenje tjelesne aktivnosti i utroška energije (Bodymedia Inc., Pittsburgh, SAD).*

Sensewear Armband je uređaj koji koristi pet senzora (longitudinalna i transverzalna akceleracija, temperatura kože, temperatura u blizini kože te galvanički otpor kože) da bi uz pomoć ugrađenih algoritama za prepoznavanje konteksta aktivnosti procijenio ukupnu energetskeg potrošnju te trajanje i intenzitet tjelesne aktivnosti. Senzor za brzinu transfera topline koristi osjetljivu mrežu termoelemenata za mjerenje količine energije koja iz tijela prelazi u atmosferu. Galvanički otpor kože koristi se kao indikator gubitka topline isparavanjem znoja, a mjeri se uz pomoć dvije hipoalergene čelične elektrode. Temperatura kože koristi se kao procjena unutarnje temperature i mjeri se termorezistorskim senzorom. Drugi takav senzor smješten je na vanjskoj strani uređaja te mjeri temperaturu okoliša. Akceleracija se mjeri pomoću dvo-osnog mikroelektronskog mehaničkog senzora. Podaci dobiveni senzorima, zajedno s informacijama o spolu, dobi, visini, težini, dominantnoj strani tijela i pušačkom statusu (pušač / nepušač) objedinjuju se u algoritme kojima se prepoznaje

kontekst aktivnosti i dobiva procjena dnevnog utroška energije i trajanja tjelesne aktivnosti (slika 3.).



Slika 3. Grafički prikaz sedmodnevnog mjerenja Sensewear Armbandom izrađen Sensewear Professional 6.1 softverom (slika prikazuje sedmodnevno kretanje vrijednosti temperature kože, brzine transfera topline te galvaničkog otpora kože).

Usprkos činjenici da je Armband relativno nov uređaj, pouzdanost određivanja energetske potrošnje Armbandom istraživana je u mnogo različitih subpopulacija. Pomoću metode dvostruko obilježene vode provedena su validacijska ispitivanja u zdravoj odrasloj populaciji (159), populaciji odraslih osoba koje boluju od diabetes mellitusa tipa II (160) te u populaciji zdrave djece (161). Indirektna kalorimetrija je korištena kao referentna metoda u validacijskim studijama kod zdravih odraslih osoba (162-165), djece (166,167), pretilih osoba (168), plućnih bolesnika (169) te srčanih bolesnika (170). Sva navedena istraživanja pokazala su visoke koeficijente korelacije između vrijednosti utroška energije u mirovanju i tijekom različitih aktivnosti određene Armbandom u odnosu na vrijednosti izmjerene referentnim metodama.

Ispitanici su nosili uređaj na stražnjoj strani desne nadlaktice (iznad m. tricepsa brachii, na sredini udaljenosti između akromiona i olekranona) tijekom sedam uzastopnih dana. Ispitanici su zamoljeni da uređaj nose cijeli dan, osim tijekom tuširanja ili kupanja.

Prosječno vrijeme registriranja podataka (standardna devijacija) bilo je 22.1 (2.5) sati na dan. Dobiveni podaci obrađeni su posljednjom inačicom softvera - Sensewear Professional 6.1 softverom (Bodymedia Inc., Pittsburgh, SAD). U skladu s trenutnim preporukama (49), graničnim intenzitetom koji razlikuje stanje mirovanja od tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta smatrao se intenzitet aktivnosti pri kojem je utrošak energije 3 MET-a (odgovara hodanju brzinom od otprilike 4 km/h - 171), dok su se aktivnostima visokog intenziteta okarakterizirale one za koje je potreban utrošak energije veći od 6 MET-a (odgovara hodanju ili trčanju brzinom od otprilike 7 km/h - 171).

Varijable za procjenu dnevnog utroška energije i trajanja aktivnosti različitog intenziteta dobivene tijekom sedmodnevnog praćenje ispitanika pomoću SenseWear Armbanda su:

*-ukupan dnevni utrošak energije - (UUE - u kcal, kcal/kg)*

*-aktivan dnevni utrošak energije - (AUE - u kcal, kcal/kg)*

*-trajanje sedentarne aktivnosti (u minutama) - uključuje mirovanje i sve aktivnosti koje zahtijevaju utrošak energije manji od 3 MET-a*

*-trajanje aktivnosti umjerenog intenziteta (u minutama) - uključuje sve aktivnosti koje zahtijevaju utrošak energije od 3-6 MET-a*

*-trajanje aktivnosti visokog intenziteta (u minutama) - uključuje sve aktivnosti koje zahtijevaju utrošak energije veći od 6 MET-a*

Iz navedenih podataka izračunat je slijedeći pokazatelj:

*- udio aktivnog utroška u ukupnom dnevnom energetsom utrošku (AUE/UUE) - izračunat je kao kvocijent aktivnog dnevnog utroška energije i ukupnog dnevnog energetsog utroška.*

Također, za procjenu različitih domena tjelesne aktivnosti u odrasloj dobi upotrebljen je Baeckeov upitnik o tjelesnoj aktivnosti (69). Baeckeov upitnik korišten je u brojnim istraživanjima te se smatra jednim od najpouzdanijih upitnika za procjenu tjelesne aktivnosti (63). Tim se upitnikom na temelju 16 pitanja o navikama vezanim uz tjelesnu aktivnost dobivaju vrijednosti tri indeksa koji procjenjuju različite domene tjelesne aktivnosti (radni indeks, indeks sporta i indeks slobodnog vremena).

Svako se pitanje boduje s najmanje jednim, a najviše pet bodova.

- *Radni indeks* procjenjuje tjelesnu aktivnost tijekom radnog vremena, a dobiva se tako da se zbroje bodovi za prvih osam pitanja te se dobiveni zbroj podijeli sa osam.

- *Indeks sporta* procjenjuje količinu sportske aktivnosti u slobodno vrijeme, a dobiva se zbrajanjem bodova za pitanja od 9.-12. te dijeljenjem dobivenog zbroja sa četiri.

- *Indeks slobodnog vremena* procjenjuje količinu tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme (isključujući sportsku aktivnost), a dobiva se zbrajanjem bodova za pitanja od 13.-16. te dijeljenjem dobivenog zbroja sa četiri.

Na taj način minimalna vrijednost pojedinog indeksa iznosi 1, a maksimalna 5.

Zbrajanjem vrijednosti navedena tri indeksa dobivamo vrijednost indeksa ukupne aktivnosti kojem pripisujemo minimalno 3, a maksimalno 15 bodova.

Baeckaeov upitnik priložen je na kraju ovog rada kao prilog 1.

### **3.4. Kontrolne varijable**

Uz Baeckaeov upitnik o tjelesnoj aktivnosti, ispitanicima je uručen i kratak upitnik sa pet pitanja na zaokruživanje kojim su dobiveni podaci o nekim socio-demografskim karakteristikama uzorka kao i o navici pušenja:

- *Bračni status* - kao jedan od odgovora:

oženjen/neoženjen/razveden/udovac

- *Broj djece* - kao jedan od odgovora:

0 / 1 / 2 / 3 / 4 / >4

- *Školska sprema* - kao jedan od odgovora:

osnovna škola / SSS / VŠS / VSS / mr.sc. / dr.sc

- *Visina mjesečnih prihoda kućanstva* - kao jedan od odgovora:

<2500/ 2500 – 5000/ 5000 – 7500/ 7500 – 10000/ 10000 – 15000/ > 15000 kn

- *Navika pušenja* - kao jedan od odgovora:

Ne pušim / <5/ 5-10/ 10-15/ 15-20/ >20 cigareta dnevno

Podaci o prihodima kućanstva kao procjena socio-ekonomskog statusa ispitanika te podaci o navici pušenja (pušači vs. nepušači) primijenjeni su kao kontrolne varijable u procjeni postojanosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava od adolescencije do srednje odrasle dobi. Iste varijable bile su kontrolne i u analizama utjecaja vrijednosti pokazatelja funkcionalne

sposobnosti kardiorespiratornog sustava tijekom adolescencije na vrijednosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti u odrasloj dobi.

### 3.5. Obrada podataka

Normalnost distribucije ispitivanih varijabli provjerena je histogramima i grafikonima normalnih distribucija vjerojatnosti te Kolmogorov-Smirnov testom. Podaci koji nisu pratili normalnu distribuciju transformirani su logaritamskom transformacijom, a srednja vrijednost transformiranih podataka i 95% interval pouzdanosti su zatim prevedeni natrag u normalnu skalu mjerenja (172). Sve su daljnje analize napravljene s transformiranim varijablama, ali su, radi jednostavnosti interpretacije, u rezultatima prikazani originalni (netransformirani) podaci.

Podaci su opisani deskriptivnim statističkim pokazateljima prikladnim za distribuciju pojedine varijable - aritmetička sredina, 95% interval pouzdanosti, raspon i koeficijent varijabilnosti za normalno distribuirane varijable te geometrijska sredina, 95% interval pouzdanosti, raspon i koeficijent varijabilnosti za varijable čija distribucija nije pratila normalnu raspodjelu.

Dinamika promjene vrijednosti pojedinih morfoloških i funkcionalnih obilježja u ispitivanim vremenskim točkama (15., 16., 17., 18. godina i srednja odrasla dob) ispitana je primjenom analize varijance za ponavljana mjerenja sa spolom kao faktorom između grupa te interakcijom između spola i dobi. Ukoliko se interakcija spola i dobi pokazala statistički značajnom, analiza je prikazana zasebno za muškarce i žene. Sferičnost je provjerena Mauchleyevim testom, te je u slučaju narušene sferičnosti podataka primijenjena Greenhouse-Geisserova korekcija (172). Nadalje, u tim je slučajevima provedena i multivarijatna analiza varijance rezultati koje su prikazani samo u slučaju da odudaraju od univarijatne analize varijance. U slučaju kad je zamijećena značajna promjena pojedinog obilježja tijekom promatranog razdoblja, primijenjen je Bonferronijev post-hoc test da bi se utvrdile promjene između pojedinih mjerenja.

U svrhu procjene postojanosti pojedinih značajki od adolescencije do odrasle dobi linearnom su regresijskom analizom izračunati regresijski koeficijenti između pojedinih vremenskih točaka (15., 18. godina i odrasla dob) za svaki od mjerenih morfoloških i funkcionalnih obilježja. Zatim je u model uvršten spol, te interakcija spola i dobi. U slučaju

kad je interakcija spola i dobi bila statistički značajna, regresijski koeficijenti su prikazani zasebno za muškarce i žene.

Za procjenu utjecaja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescenciji na kasniji status uhranjenosti upotrebljena je serija višestrukih linearnih regresijskih analiza s pojedinim pokazateljem funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 15. ili 18. godini ispitanika i spolom kao nezavisnim (prediktorskim) varijablama, te pojedinim morfološkim pokazateljima statusa uhranjenosti u odrasloj dobi kao zavisnim (kriterijskim) varijablama. Zatim se formirao model koji je sadržavao spol te sve promatrane pokazatelje funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava kao nezavisne varijable.

Slično je ponovljeno s razinom tjelesne aktivnosti i energetske utroškom u odrasloj dobi kao zavisnim (kriterijskim) varijablama, osim što su u završni model kao prediktorske varijable, uz pokazatelje funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava, uvršteni i BMI te količina potkožne masti u 15. ili 18. godini ispitanika.

Pretpostavke za višestruku linearnu regresiju provjerene su inspekcijom histograma i grafikona normalnih distribucija vjerojatnosti reziduala, zatim grafikona predviđenih vrijednosti i reziduala i grafikonima pojedine nezavisne varijable i reziduala. Izdvojenim vrijednostima (eng. outlier) su se smatrali entiteti sa standardnim rezidualima većima od 3 ili Cook-ovom udaljenošću većom od 0.1 (173). Analize su prikazane sa i bez outliera ukoliko je njihovo izostavljanje bitno promijenilo regresijske koeficijente u modelu (174).

Sve statističke analize napravljene su pomoću programa Statistica for Windows 8.0 (Stat-Soft Inc., Tulsa, OK, USA). Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p < 0.05$ .

#### 4. REZULTATI

U svrhu opisivanja pristranosti uzorka analizirane su vrijednosti pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 15. i 18. godini kod ispitanika koji su pristali na nastavak istraživanja te kod onih koji nisu sudjelovali u nastavku istraživanja. Analiza t-testom za nezavisne uzorke nije pokazala značajne razlike između dvije grupe ispitanika niti u jednom promatranom pokazatelju (tablica 1.).

*Tablica 1. Usporedba vrijednosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 15. i 18. godini između ispitanika koji su ostali u istraživanju (DA) i onih koji nisu sudjelovali u nastavku istraživanja (NE)*

	15 godina				18 godina			
	DA (n=62)	NE (n=43)	t	p	DA (n=62)	NE (n=43)	t	p
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.3 (19.6-20.9)	20.7 (19.7-21.4)	-0.81	0.42	21.1 (20.4-21.8)	21.4 (20.6-22.2)	-0.59	0.56
S4KN (mm)*	39.4 (36-43.2)	43.7 (38.9-49.2)	-1.43	0.16	38.6 (34.9-42.7)	41.7 (37.5-46.5)	-1.04	0.3
VO <sub>2</sub> vršni (L/min)	2.6 (2.4-2.8)	2.7 (2.4-2.9)	-0.05	0.96	3.2 (3.0-3.4)	3.2 (2.9-3.5)	-0.32	0.75
(ml/kg/min)	45 (43-47)	45 (42-48)	0.48	0.63	50 (47-52)	49 (46-52)	0.21	0.84

aritmetička sredina (95% interval pouzdanosti); \* geometrijska sredina (95% interval pouzdanosti)  
 BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice;  
 VO<sub>2</sub>vršni= vršni primitak kisika



Tablica 2. prikazuje naviku pušenja i neke demografske karakteristike ispitanika (stupanj obrazovanja, bračni status, broj djece, socio-ekonomski status temeljem prihoda kućanstva) u srednjoj odrasloj dobi.

Tablica 2. Socio-demografske karakteristike ispitanika i navika pušenja u odrasloj dobi.

	Ukupno (N=62) n (%)	MUŠKARCI (n=36) n (%)	ŽENE (n=26) n (%)		Ukupno (N=62) n (%)	MUŠKARCI (n=36) n (%)	ŽENE (n=26) n (%)
obrazovanje				prihodi kućanstva (kn/mjesec)			
SSS	17 (27)	8 (22)	9 (35)	<5000	2 (4)	2 (7)	0
VŠS	13 (21)	5 (14)	8 (31)	5000-10000	17 (29)	9 (25)	8 (35)
VSS	24 (39)	17 (47)	7 (27)	10000-15000	14 (24)	8 (23)	6 (26)
mr.sc./dr.sc.	8 (13)	6 (17)	2 (7)	>15000	25 (43)	16 (45)	9(39)
bračno stanje				Pušenje (cigareta/dan)			
oženjen	49 (80)	30 (83)	19 (75)	Ne puši	47 (76)	28 (77)	19 (73)
neoženjen	11 (18)	6 (17)	5 (20)	<5	1 (2)	1 (3)	0
rastavljen	1 (2)	0	1 (5)	5-10	5 (8)	1 (3)	4 (15)
				10-15	1 (2)	1 (3)	0
				15-20	4 (6)	1 (3)	3 (12)
				>20	4 (6)	4 (11)	0
broj djece							
0	14 (23)	8 (23)	6 (24)				
1	15 (25)	12 (34)	3 (12)				
2	27 (45)	13 (37)	14 (55)				
>2	4 (7)	2 (6)	2 (9)				

Tablice 3.-7. opisuju promatrane morfološke pokazatelje statusa uhranjenosti i pokazatelje funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava po spolu u 15., 16., 17. i 18. godini ispitanika te u srednjoj odrasloj dobi.

Tablica 3. Deskriptivni parametri morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 15. godini

<b>MUŠKARCI</b>		aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti
masa (kg)		58.9	56.2 - 61.5	40.8 - 75.0	13.2
visina (cm)		171.9	169.4 - 174.4	158.7 - 186.5	4.3
BMI (kg/m <sup>2</sup> )		19.9	19.2 - 20.6	16.1 - 24.5	10.2
Kožni nabori (mm) *	leđa	7.6	6.9 - 8.3	4.2 - 16.8	29.5
	nadlaktica	8.7	7.7 - 9.9	4.6 - 20.0	40.1
	trbuh	7.3	6.4 - 8.3	4.8 - 17.8	44.6
	potkoljenica	9.5	8.6 - 10.4	5.3 - 16.8	28.3
S4KN (mm)*		33.4	30.2 - 36.9	21.4 - 69.2	33.1
OKN		0.45	0.43 - 0.47	0.37 - 0.55	10.5
VO <sub>2</sub> vršni	(L/min)	3.0	2.8 - 3.2	1.7 - 3.9	16.2
	(ml/kg/min)	52.0	50.2 - 53.7	40.7 - 62.7	9.0
Puls O <sub>2</sub> vršni (ml/o)		15.1	14.2 - 16.1	7.8 - 20.1	17.1
VO <sub>2</sub> @AP	(ml/kg/min)	27.2	25.6 - 28.8	18.4 - 36.5	16.5
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	52	50 - 54	43 - 66	10.8
VO <sub>2</sub> @AnP	(ml/kg/min)	43.4	41.5 - 45.3	32.4 - 51.9	11.3
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	84	82 - 86	68 - 94	7.5

\* geometrijska sredina

BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora; VO<sub>2</sub>vršni= vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Tablica 3. (nastavak)

ŽENE	aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti	
masa (kg)	56.9	53.1 - 60.3	40.8 - 77.2	15.8	
visina (cm)	165.0	162.8 - 167.3	156.1 - 178.6	3.4	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.8	19.6 - 22.0	15.6 - 28.5	14.4	
Kožni nabori (mm)*	leđa	9.4	8.3 - 10.6	5.6 - 21.2	33.5
	nadlaktica	13.9	12.0 - 16.2	6.5 - 31.2	37.1
	trbuh	10.0	8.6 - 11.7	5.6 - 22.4	40.6
	potkoljenica	15.7	13.9 - 17.8	6.8 - 26.8	29.5
S4KN (mm)*	49.6	43.8 - 56.2	26.5 - 91.4	31.2	
OKN	0.40	0.38 - 0.41	0.28 - 0.48	11.3	
VO <sub>2</sub> vršni	(L/min)	2.2	2.0 - 2.3	1.6 - 2.8	14.7
	(ml/kg/min)	39.1	36.3 - 41.9	29.0 - 54.7	15.2
Puls O <sub>2</sub> vršni (ml/o)	11.4	10.6 - 12.2	8.4 - 14.9	15.1	
VO <sub>2</sub> @AP	(ml/kg/min)	22.3	20.6 - 24.1	16.7 - 30.7	16.3
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	57	54-60	47-72	10.7
VO <sub>2</sub> @AnP	(ml/kg/min)	34.3	30.2 - 38.4	25.9 - 46.9	19.8
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	84	77 - 90	65-97	12.1

\* geometrijska sredina

BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora; VO<sub>2</sub>vršni= vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Tablica 4. Deskriptivni parametri morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 16. godini

MUŠKARCI	aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti	
masa (kg)	62.9	60.6 - 65.3	49.0 - 77.8	11.1	
visina (cm)	175.8	173.7 - 177.9	165.0 - 189.4	3.6	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.4	19.7 - 21.1	17.0 - 24.6	10.0	
Kožni nabori (mm)*	leđa	8.1	7.4 - 8.8	5.2 - 16.0	29.2
	nadlaktica	8.5	7.4 - 9.6	4.2 - 20.2	40.4
	trbuh	7.0	6.1 - 8.1	4.2 - 23.4	55.6
	potkoljenica	8.6	7.7 - 9.6	5.7 - 17.2	31.2
S4KN (mm)*	32.5	29.2 - 36.2	20.0 - 70.0	36.0	
OKN	0.47	0.45 - 0.49	0.38 - 0.57	10.5	
VO <sub>2</sub> vršni	(L/min)	3.4	3.2-3.6	2.5 - 4.8	13.5
	(ml/kg/min)	55.1	53.3-57.0	47.0 - 66.9	9.1
Puls O <sub>2</sub> vršni (ml/o)	17.4	16.6 - 18.3	12.7 - 24.5	13.4	
VO <sub>2</sub> @AP	(ml/kg/min)	29.8	28.4 - 31.2	23.8 - 37.6	12.7
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	54	52-56	44-66	10.8
VO <sub>2</sub> @AnP	(ml/kg/min)	46.9	45.0 - 48.9	37.4 - 57.2	11.0
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	85	83-87	71-95	7.1

\* geometrijska sredina

BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora; VO<sub>2</sub>vršni= vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Tablica 4. (nastavak)

ŽENE	aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti	
masa (kg)	57.2	53.5 - 60.9	41.1 - 78.0	16.0	
visina (cm)	165.9	163.6 - 168.3	157.5 - 180.0	3.5	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.8	19.5 - 22.0	15.8 - 28.2	14.7	
Kožni nabori (mm)*	leđa	9.4	8.3 - 10.6	5.3 - 18.0	31.5
	nadlaktica	13.8	11.9 - 16.0	6.5 - 28.8	35.9
	trbuh	8.5	7.4 - 9.9	5.0 - 17.2	37.8
	potkoljenica	14.8	13.0 - 16.7	6.8 - 26.3	29.9
S4KN (mm)*	47.1	41.9 - 52.9	27.2 - 77.5	28.9	
OKN	0.39	0.37 - 0.41	0.29 - 0.46	12.8	
VO <sub>2</sub> vršni	(L/min)	2.3	2.1 - 2.4	1.7 - 2.7	14.5
	(ml/kg/min)	40.3	37.8 - 42.9	30.7 - 51.7	13.4
Puls O <sub>2</sub> vršni (ml/o)	11.7	11.0 - 12.4	9.0 - 14.1	12.6	
VO <sub>2</sub> @AP	(ml/kg/min)	23.3	21.1 - 25.6	18.0 - 36.0	20.6
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	58	54-61	47-81	13.3
VO <sub>2</sub> @AnP	(ml/kg/min)	35.6	32.5 - 38.7	25.7 - 46.3	17.2
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	87	83-91	74-99	8.8

\* geometrijska sredina

BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora; VO<sub>2</sub>vršni= vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Tablica 5. Deskriptivni parametri morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 17. godini

MUŠKARCI		aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti	
	masa (kg)	65.7	63.0 - 68.3	53.9 - 83.0	11.8	
	visina (cm)	177.8	175.7 - 180.0	165.5 - 190.5	3.6	
	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.8	20.0 - 21.5	17.5 - 26.1	10.9	
	Kožni nabori (mm)*	leđa	8.4	7.7 - 9.2	5.8 - 20.2	31.6
		nadlaktica	8.6	7.4 - 9.9	4.0 - 21.2	44.0
		trbuh	7.2	6.3 - 8.2	4.8 - 21.4	48.5
		potkoljenica	8.1	7.3 - 9.0	4.1 - 13.7	30.0
	S4KN (mm)*	32.6	29.3 - 36.3	20.8 - 71.2	35.5	
	OKN	0.48	0.46 - 0.50	0.38 - 0.62	11.7	
	VO <sub>2</sub> <sup>vršni</sup>	(L/min)	3.7	3.5 - 3.9	2.8 - 4.6	13.8
		(ml/kg/min)	57.5	55.4 - 59.6	44.2 - 67.5	9.9
	Puls O <sub>2</sub> <sup>vršni</sup> (ml/o)	18.9	18.0 - 19.9	14.7 - 23.8	14.1	
	VO <sub>2</sub> @AP	(ml/kg/min)	31.6	29.7 - 33.5	23.4 - 45.6	16.1
		(% VO <sub>2</sub> <sup>vršni</sup> )	55	53 - 57	43 - 74	10.9
	VO <sub>2</sub> @AnP	(ml/kg/min)	48.7	46.8 - 50.6	37.0 - 58.7	10.5
		(% VO <sub>2</sub> <sup>vršni</sup> )	85	83 - 87	74 - 97	6.1

\* geometrijska sredina

BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora; VO<sub>2</sub><sup>vršni</sup>= vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Tablica 5. (nastavak)

ŽENE	aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti	
masa (kg)	57.5	53.9 - 61.1	42.6 - 78.4	15.5	
visina (cm)	166.4	164.1 - 168.8	157.5 - 180.1	3.5	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.8	19.6 - 21.9	15.4 - 28.2	14.0	
Kožni nabori (mm)*	leđa	9.4	8.4 - 10.7	5.5 - 17.5	36.3
	nadlaktica	13.7	12.2 - 15.5	6.3 - 22.6	32.1
	trbuh	9.0	7.6 - 10.7	3.9 - 23.4	56.6
	potkoljenica	13.9	12.4 - 15.6	6.6 - 24.4	30.3
S4KN (mm)*	46.7	41.6 - 52.3	24.2 - 82.9	31.6	
OKN	0.40	0.38 - 0.42	0.32 - 0.49	12.2	
VO <sub>2</sub> vršni	(L/min)	2.4	2.2 - 2.5	1.5 - 3.1	16.5
	(ml/kg/min)	41.1	38.5 - 43.8	32.8 - 52.7	13.7
Puls O <sub>2</sub> vršni (ml/o)	12.3	11.4 - 13.2	8.6 - 16.1	16.0	
VO <sub>2</sub> @AP	(ml/kg/min)	23.4	21.8 - 25.0	17.9 - 30.4	14.4
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	58	54 - 61	46 - 73	12.7
VO <sub>2</sub> @AnP	(ml/kg/min)	36.1	33.1 - 39.0	27.0 - 43.7	14.8
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	85	83 - 88	76 - 91	5.4

\* geometrijska sredina

BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora; VO<sub>2</sub>vršni= vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Tablica 6. Deskriptivni parametri morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 18. godini

MUŠKARCI		aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti	
	masa (kg)	67.4	65.0 - 69.8	55.3 - 82.8	10.4	
	visina (cm)	178.5	176.4 - 180.7	165.6 - 190.5	3.6	
	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.2	20.5 - 21.9	18.1 - 27.3	9.8	
	Kožni nabori (mm) *	leđa	8.9	8.1 - 9.8	6.2 - 25.0	36.3
		nadlaktica	8.4	7.3 - 9.7	4.0 - 22.4	46.6
		trbuh	7.2	6.3 - 8.3	4.6 - 26.0	55.0
		potkoljenica	7.9	7.0 - 8.8	3.5 - 15.0	32.3
	S4KN (mm)*	32.8	29.4 - 36.6	21.4 - 91.4	39.4	
	OKN	0.50	0.48 - 0.52	0.37 - 0.56	12.0	
	VO <sub>2</sub> vršni	(L/min)	3.8	3.6 - 4.0	3.0 - 5.1	13.3
		(ml/kg/min)	57.4	55.2 - 59.4	36.4 - 70.1	10.2
	Puls O <sub>2</sub> vršni (ml/o)	19.6	18.5 - 20.7	15.0 - 26.9	14.6	
	VO <sub>2</sub> @AP	(ml/kg/min)	31.8	30.0 - 33.6	23.7 - 44.7	14.9
		(% VO <sub>2</sub> vršni)	56	53 - 58	42 - 71	13.1
	VO <sub>2</sub> @AnP	(ml/kg/min)	48.9	46.3 - 51.6	33.6 - 60.4	14.4
		(% VO <sub>2</sub> vršni)	85	83 - 87	72 - 95	7.2

\* geometrijska sredina

BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora; VO<sub>2</sub>vršni= vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu



Tablica 6. (nastavak)

ŽENE	aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti	
masa (kg)	58.3	54.4 - 62.2	41.2 - 83.3	16.6	
visina (cm)	166.6	164.3 - 169.0	157.7 - 180.3	3.5	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.0	19.7 - 22.3	15.9 - 30.0	15.3	
Kožni nabori (mm)*	leđa	9.7	8.5 - 11.2	5.6 - 19.0	36.7
	nadlaktica	13.5	11.8 - 15.4	7.2 - 24.0	32.1
	trbuh	9.3	7.8 - 11.0	4.8 - 22.6	48.2
	potkoljenica	14.8	13.3 - 16.6	7.8 - 25.5	26.7
S4KN (mm)*	47.9	42.5 - 54.0	29.2 - 90.5	30.8	
OKN	0.40	0.38 - 0.42	0.32 - 0.52	12.3	
VO <sub>2</sub> vršni	(L/min)	2.5	2.2 - 2.8	1.4 - 3.2	20.6
	(ml/kg/min)	43.2	39.8 - 46.6	34.4 - 56.6	15.7
Puls O <sub>2</sub> vršni (ml/o)	12.8	11.6 - 14.1	7.4 - 17.1	20.2	
VO <sub>2</sub> @AP	(ml/kg/min)	25.1	23.0 - 27.2	19.0 - 35.1	16.8
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	58	55 - 62	48 - 71	12.0
VO <sub>2</sub> @AnP	(ml/kg/min)	37.3	33.9 - 40.7	27.1 - 47.9	16.4
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	85	81 - 89	68 - 94	8.6

\* geometrijska sredina

BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora; VO<sub>2</sub>vršni= vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Tablica 7. Deskriptivni parametri morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u srednjoj odrasloj dobi

MUŠKARCI	aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti	
masa (kg)	84.7	80.7 - 88.7	61.0 - 107.0	14.0	
visina (cm)	179.7	177.6 - 181.9	166.5 - 191.4	3.6	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.2	25.2 - 27.2	19.7 - 31.0	11.4	
Kožni nabori (mm)*	leđa	16.2	14.2 - 18.5	7.1 - 35.4	36.4
	nadlaktica	11.8	10.4 - 13.5	5.4 - 22.1	32.9
	trbuh	14.3	12.2 - 16.7	5.4 - 30.2	37.4
	potkoljenica	9.1	7.6 - 11.0	2.8 - 20.6	41.9
S4KN (mm)*	52.4	46.0 - 59.6	23.9 - 90.9	31.6	
OKN	0.59	0.57 - 0.61	0.50 - 0.73	10.0	
opseg struka (cm)	92	89 - 95	76 - 113	9.1	
opseg kukova (cm)	103	101 - 106	90 - 118	6.6	
WHR	0.89	0.88 - 0.91	0.82 - 1.03	9.4	
VO <sub>2</sub> vršni	(L/min)	3.5	3.3 - 3.7	2.4 - 4.9	14.5
	(ml/kg/min)	42.2	40.1 - 44.3	31.6 - 58.7	13.6
Puls O <sub>2</sub> vršni (ml/o)	20.0	19.0 - 21.0	14.5 - 27.1	13.6	
VO <sub>2</sub> @AP	(ml/kg/min)	21.8	20.5 - 23.2	16.2 - 30.3	16.6
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	52	50 - 54	43 - 67	11.4
VO <sub>2</sub> @AnP	(ml/kg/min)	32.2	30.2 - 34.2	24.3 - 51.2	17.0
	(% VO <sub>2</sub> vršni)	76	74 - 79	62 - 92	9.3

\* geometrijska sredina

BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora; VO<sub>2</sub>vršni= vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP= primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Tablica 7. (nastavak)

ŽENE	aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti	
masa (kg)	68.2	63.8 - 72.7	56.0 - 92.0	16.1	
visina (cm)	167.3	165.0 - 169.6	157.1 - 180.2	3.5	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.4	22.8 - 25.9	18.9 - 32.8	15.7	
Kožni nabori (mm)*	leđa	12.8	10.8 - 15.3	6.7 - 22.6	36.7
	nadlaktica	19.3	17.3 - 21.6	12.0 - 28.1	22.5
	trbuh	9.7	7.9 - 11.8	3.6 - 15.2	35.2
	potkoljenica	16.9	13.9 - 20.5	6.3 - 29.8	36.3
S4KN (mm)*	59.6	51.8 - 68.5	29.6 - 94.7	27.8	
OKN	0.38	0.36 - 0.41	0.28 - 0.53	16.0	
opseg struka (cm)	79	75 - 82	69 - 105	11.0	
opseg kukova (cm)	103	100 - 106	90 - 119	8.0	
WHR	0.76	0.74 - 0.79	0.68 - 0.94	8.7	
VO <sub>2</sub> <sup>vršni</sup>	(L/min)	2.2	2.0 - 2.4	1.2 - 2.9	17.9
	(ml/kg/min)	32.2	30.0 - 34.4	21.0 - 40.2	14.3
Puls O <sub>2</sub> <sup>vršni</sup> (ml/o)	12.4	11.3 - 13.6	7.1 - 16.3	19.3	
VO <sub>2</sub> @AP	(ml/kg/min)	18.0	16.8 - 19.2	12.4 - 22.6	14.2
	(% VO <sub>2</sub> <sup>vršni</sup> )	56	53 - 59	45 - 67	11.4
VO <sub>2</sub> @AnP	(ml/kg/min)	25.2	23.5 - 27.0	18.1 - 32.6	14.4
	(% VO <sub>2</sub> <sup>vršni</sup> )	79	75 - 83	61 - 91	10.7

\* geometrijska sredina

BMI= indeks tjelesne mase; S4KN= suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora; WHR= omjer opsega struka i opsega kukova; VO<sub>2</sub><sup>vršni</sup>= vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP= primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

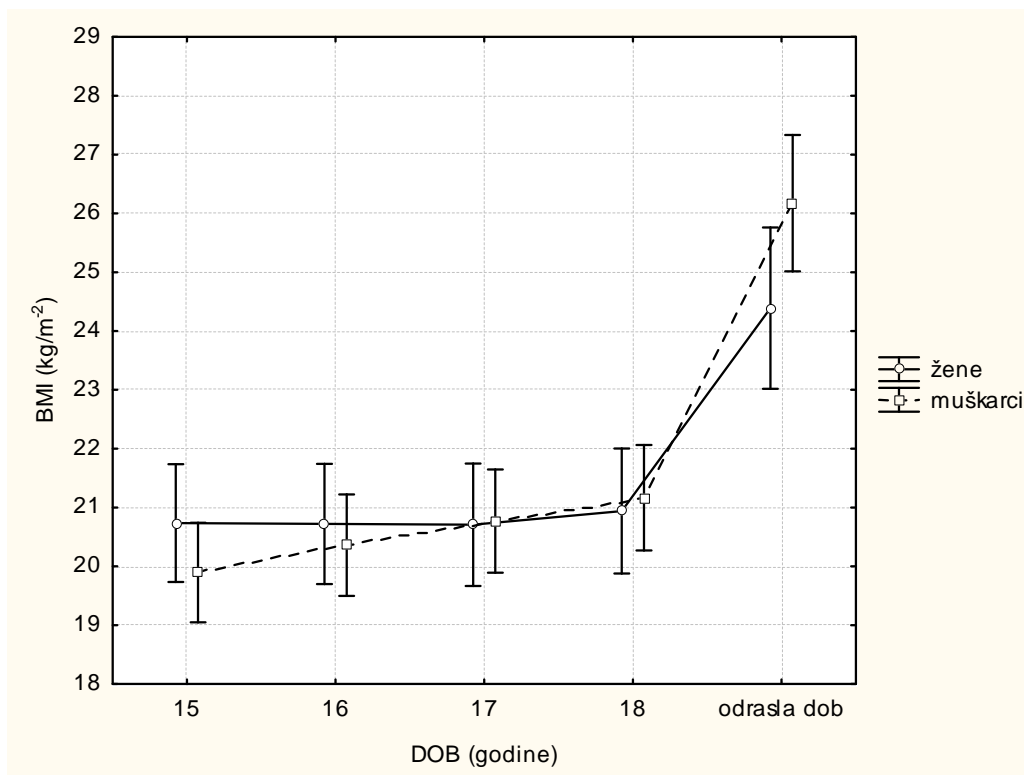
#### 4.1. Promjene morfoloških antropometrijskih pokazatelja statusa uhranjenosti te pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava od adolescentne do srednje odrasle dobi

##### 4.1.1. Morfološki antropometrijski pokazatelji statusa uhranjenosti

Na slici 4. i u tablici 8. prikazani su rezultati ANOVE za ponavljana mjerenja za indeks tjelesne mase od 15. godine do srednje odrasle sobi. Tijekom navedenog razdoblja došlo je do značajnog porasta vrijednosti indeksa tjelesne mase ( $p < 0.001$ ), a ta je promjena drugačija u muškaraca i žena ( $p = 0.002$ ). Daljnja analiza Bonferronijevim post-hoc testom pokazala je da se u žena indeks tjelesne mase značajno ne mijenja između 15. i 18. godine (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] =  $0.2 \text{ kg/m}^2$  [-1.0 -  $1.4 \text{ kg/m}^2$ ]), dok njegove vrijednosti u muškaraca u navedenom razdoblju rastu (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] =  $1.3 \text{ kg/m}^2$  [ $0.2 - 2.3 \text{ kg/m}^2$ ]).

Između 18. godine i odrasle dobi porast je zamjetan u oba spola,  $3.4 \text{ kg/m}^2$  ( $2.2 - 4.7 \text{ kg/m}^2$ ) kod žena i  $5.0 \text{ kg/m}^2$  ( $4.0 - 6.0 \text{ kg/m}^2$ ) kod muškaraca.

U tom razdoblju indeks tjelesne mase se povećao u 23 od 26 žena (88 %) te u svih 36 muškaraca.



Slika 4. Promjene vrijednosti indeksa tjelesne mase od 15. godine do srednje odrasle dobi (vertikalne linije označavaju 95% interval pouzdanosti).

Tablica 8. Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za indeks tjelesne mase.

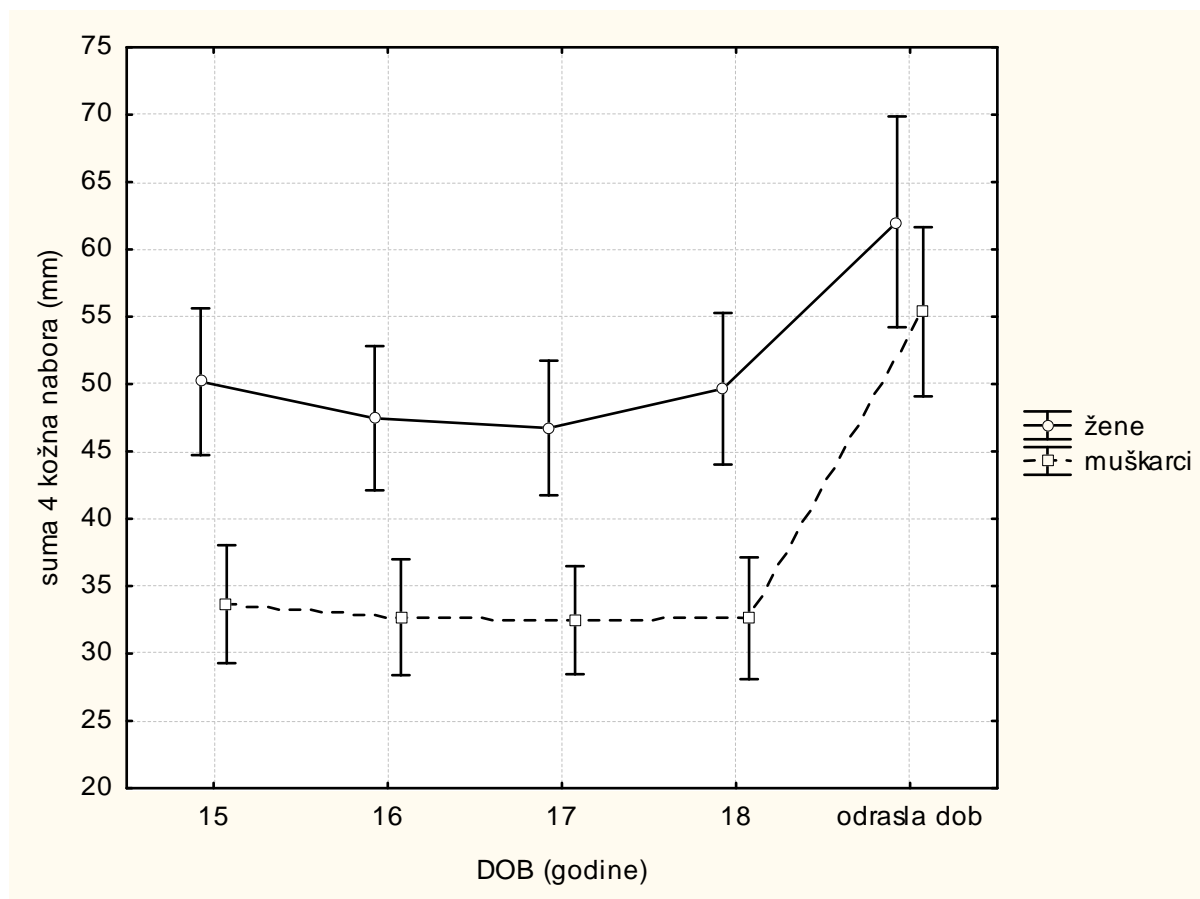
	stupnjevi slobode	F	p*
spol	1	0.071	0.79
dob	4	55.940	< 0.001
spol x dob	4	6.330	0.002

\* vrijednosti uz Greenhouse-Geisserovu korekciju

Slika 5. i tablica 9. prikazuju rezultate ANOVE za ponavljana mjerenja za sumu kožnih nabora leđa, trbuha, nadlaktice i potkoljenice od 15. godine do srednje odrasle sobi. Tijekom navedenog razdoblja došlo je do značajnog porasta vrijednosti sume 4 kožna nabora ( $p < 0.001$ ), sa značajnom interakcijom sa spolom ( $p = 0.004$ ). Daljnja analiza Bonferronijevim post-hoc testom pokazala je da između 15. i 18. godine ne dolazi do značajne promjene zbroja 4 nabora (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] = -0.5 mm [7.9 - -9.0 mm] kod žena i -1.1 mm [5.6 - -7.8 - mm] kod muškaraca). Između 18. godine i odrasle dobi porast je manji kod žena (11.8 mm [3.4 - 20.2 mm]), nego kod muškaraca (22.7 mm [16.0 -29.4 mm]). U žena je navedeni porast uzrokovalo povećanje kožnog nabora nadlaktice (5.6 mm [3.6 – 7.7 mm]) i leđa (3.2 mm [0.2 – 6.1 mm]), dok nabori trbuha i potkoljenice ne pokazuju promjene između 18. godine i odrasle dobi (0.4 mm [-1.6 – 2.3 mm]).

S druge strane, kod muškaraca se najveći porast zamjećuje za kožni nabor leđa (8.7 mm [6.4 – 11.1 mm]) i trbuha (8.2 mm [6.0 – 10.4 mm]), a zatim nadlaktice (3.8 mm [2.1 – 5.5 mm]), dok kožni nabor potkoljenice ne pokazuje promjene između 18. godine i odrasle dobi.

Između 18. godine i odrasle dobi suma nabora ne pokazuje porast u devet žena (35%) i tek jednog muškarca (3%).



Slika 5. Promjene vrijednosti sume 4 kožna nabora (leđa, trbuh, nadlaktica, potkoljenica) od 15. godine do srednje odrasle dobi (vertikalne linije označavaju 95% interval pouzdanosti).

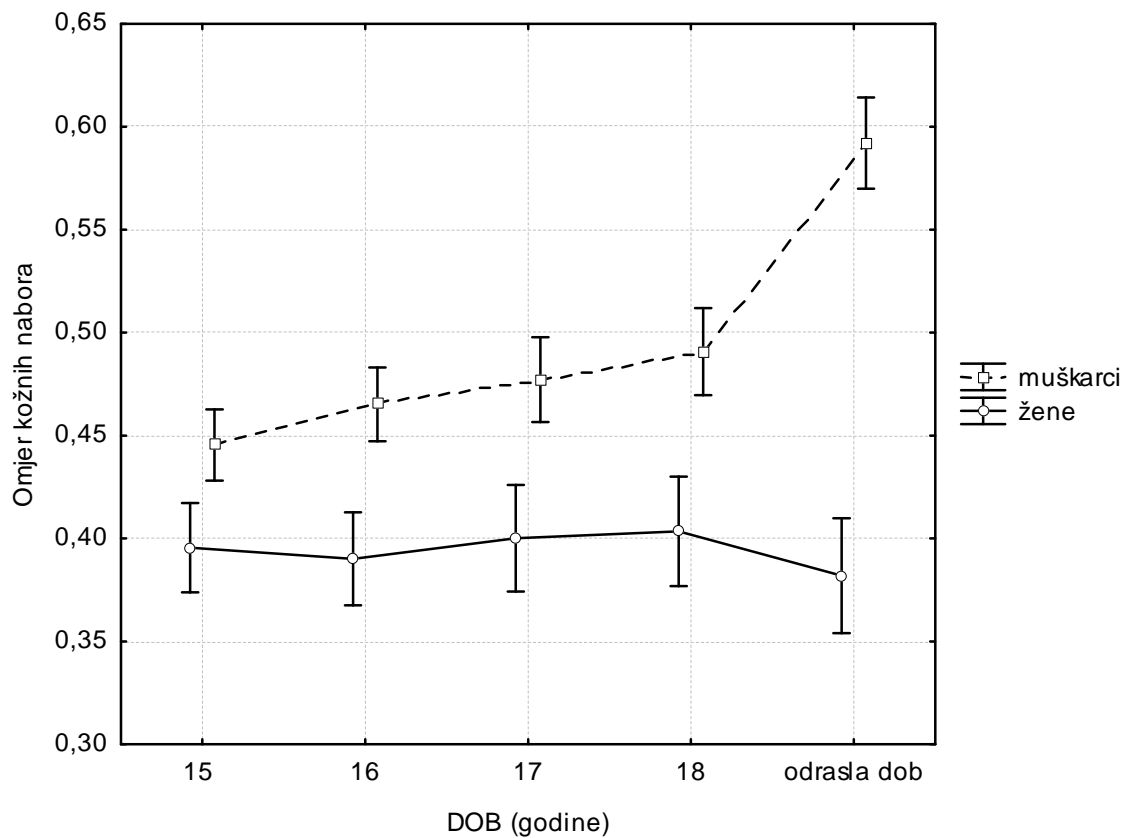
Tablica 9. Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za sumu kožnih nabora.

	stupnjevi slobode	F	p*
spol	1	18.454	< 0.001
dob	4	55.940	< 0.001
spol x dob	4	6.328	0.004

\* vrijednosti uz Greenhouse-Geisserovu korekciju

Na slici 6. i u tablici 10. prikazani su rezultati ANOVE za ponavljana mjerenja za omjer kožnih nabora trupa i sume 4 kožna nabora od 15. godine do srednje odrasle dobi. Tijekom navedenog razdoblja došlo je do značajne promjene vrijednosti omjera kožnih nabora ( $p < 0.001$ ), a ta promjena nije bila jednaka u muškaraca i žena ( $p < 0.001$ ). Daljnja analiza Bonferronijevim post-hoc testom pokazala je da kod žena omjer kožnih nabora ne pokazuje značajne promjene između 15. godine i srednje odrasle dobi (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] = -0.01 [0.02 – -0.05]), dok njegove vrijednosti u muškaraca rastu blago između 15. i 18. godine (0.05 [0.02 – 0.07]), a zatim izrazito između 18. godine i srednje odrasle dobi (0.10 [0.07 – 0.13]). Porast omjera kožnih nabora u

muškaraca uzrokovan je povećanjem vrijednosti nabora leđa i trbuha, uz nepromijenjen nabor potkoljenice. Porast je zamijećen u 14 od 26 žena (55 %) te u svih ispitanih muškaraca.



Slika 6. Promjene vrijednosti omjera kožnih nabora (nabor trbuha i leđa / suma 4 kožna nabora) od 15. godine do srednje odrasle dobi (vertikalne linije označavaju 95% interval pouzdanosti).

Tablica 10. Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za omjer kožnih nabora.

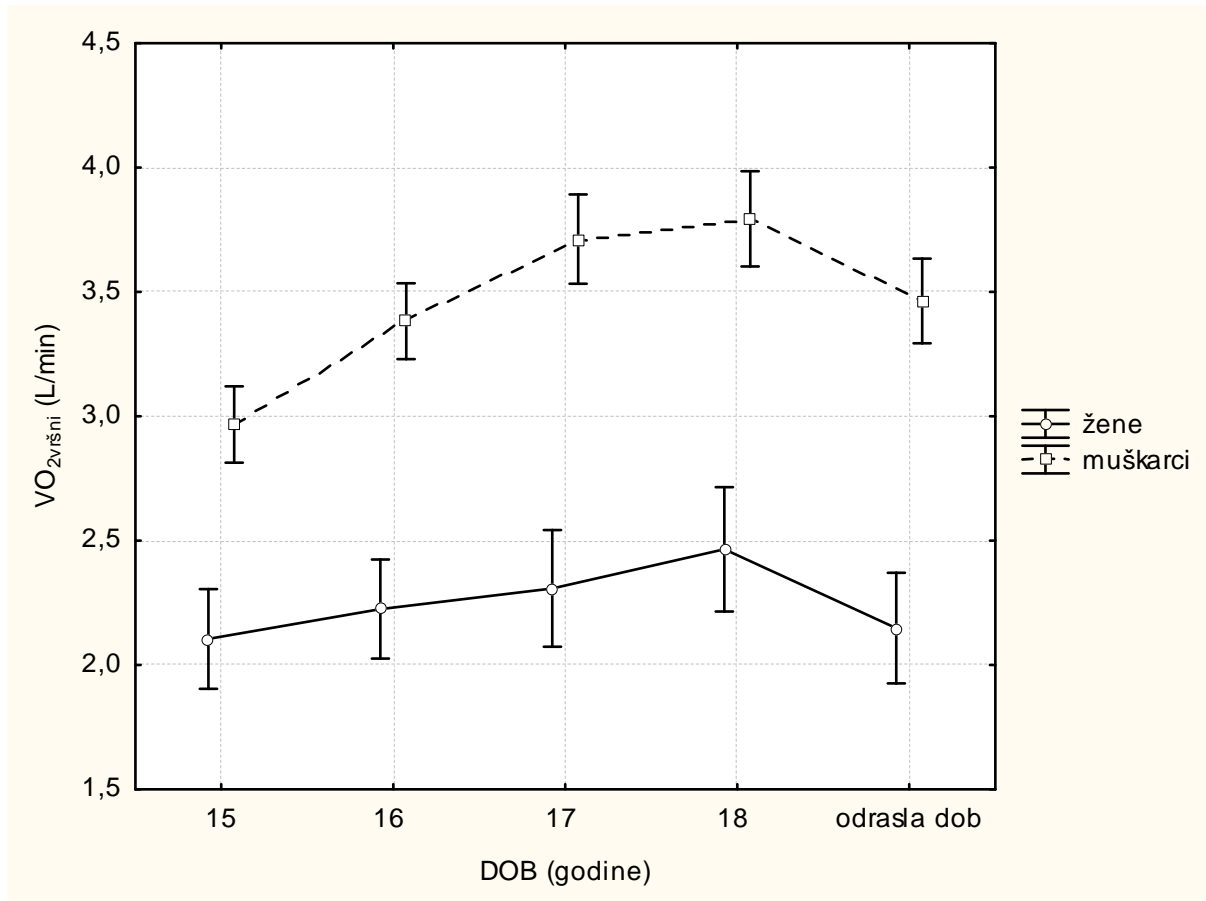
	stupnjevi slobode	F	p*
spol	1	57.824	< 0.001
dob	4	26.973	< 0.001
spol x dob	4	39.731	< 0.001

\* vrijednosti uz Greenhouse-Geisserovu korekciju

#### 4.1.2. Pokazatelji funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava

Slika 7. i tablica 11. prikazuju rezultate ANOVE za ponavljana mjerenja za apsolutni vršni primitak kisika od 15. godine do srednje odrasle dobi. Tijekom navedenog razdoblja došlo je do značajne promjene vrijednosti apsolutnog  $VO_{2\text{vršni}}$  ( $p < 0.001$ ), sa značajnom interakcijom sa spolom ( $p = 0.003$ ). Daljnja analiza Bonferronijevim post-hoc testom pokazala je da u žena apsolutni  $VO_{2\text{vršni}}$  ne pokazuje značajne promjene između 15. i 18. godine

(aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] = 0.3 L/min [-0.1 – 0.7 L/min]) kao ni između 18. godine i odrasle dobi (-0.3 L/min [0.1 - -0.7 L/min]), dok njegove vrijednosti u muškaraca između 15. i 18. godine rastu (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] = 0.8 L/min [0.5 – 1.1 L/min]), a zatim u odrasloj dobi blago padaju (-0.3 L/min [-0.1 – -0.6 L/min]).



Slika 7. Promjene vrijednosti apsolutnog vršnog primitka kisika od 15. godine do srednje odrasle dobi (vertikalne linije označavaju 95% interval pouzdanosti).

Tablica 11. Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za apsolutni vršni primitak kisika.

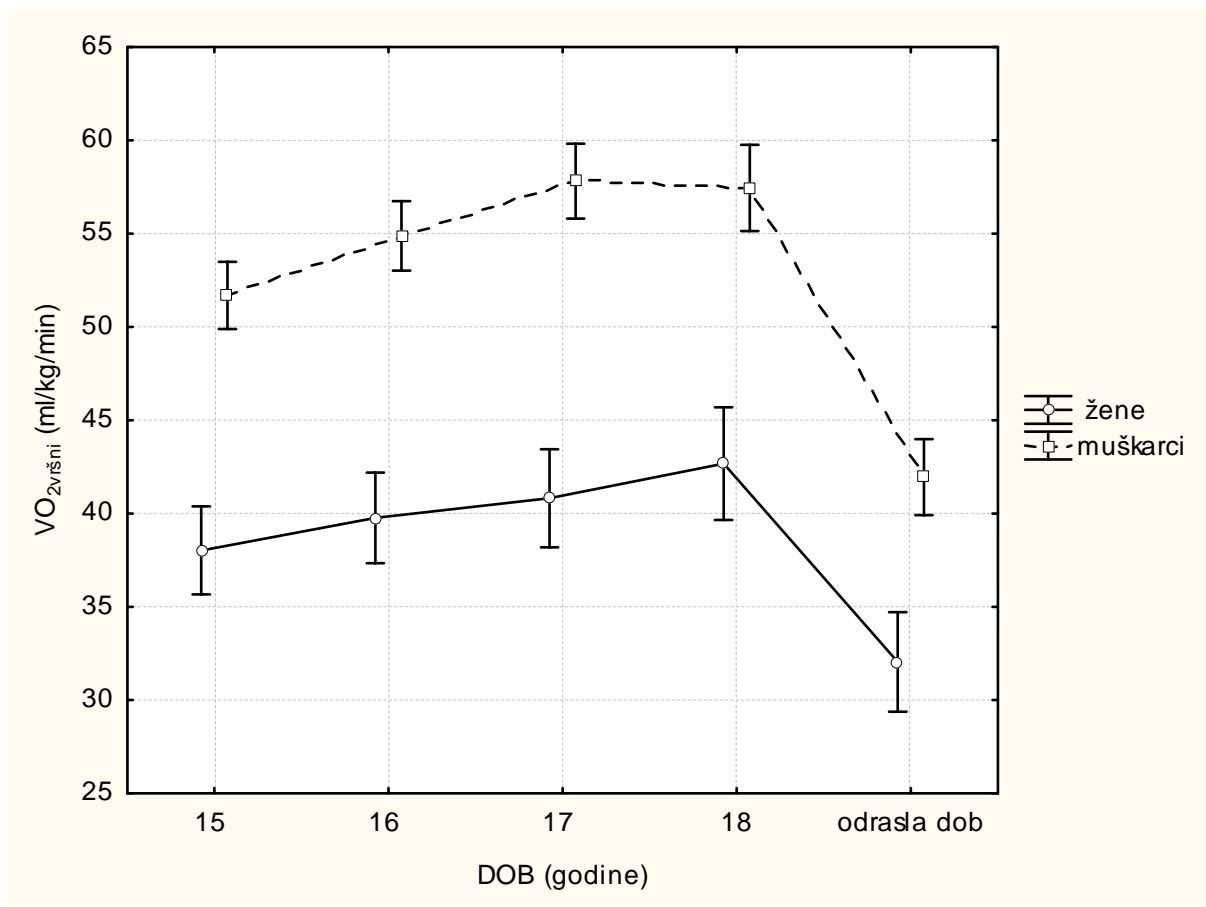
	stupnjevi slobode	F	p*
spol	1	126.265	< 0.001
dob	4	21.656	< 0.001
spol x dob	4	4.911	0.003

\* vrijednosti uz Greenhouse-Geisserovu korekciju

Na slici 8. i tablici 12. prikazani su rezultati ANOVE za ponavljana mjerenja za relativni vršni primitak kisika od 15. godine do srednje odrasle dobi. Tijekom navedenog razdoblja došlo je do značajne promjene vrijednosti relativnog VO<sub>2vršni</sub> (p<0.001), sa



značajnom interakcijom sa spolom ( $p=0.008$ ). Daljnja analiza Bonferronijevim post-hoc testom pokazala je da se kod žena između 15. i 18. godine ne zamjećuje značajan porast relativnog  $VO_{2vršni}$  (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] = 4.7 ml/kg/min [-0.3 – 9.6 ml/kg/min]) dok se kod muškaraca u istom razdoblju bilježi značajan porast relativnog  $VO_{2vršni}$  (5.8 ml/kg/min [2.0 – 9.5 ml/kg/min]). S druge strane, između 18. godine i srednje odrasle dobi relativni  $VO_{2vršni}$  bilježi značajan pad i u žena (-10.6 ml/kg/min [-5.7 – -15.6 ml/kg/min]) i u muškaraca (-15.5 ml/kg/min [-11.7 – -19.3 ml/kg/min]). Pad relativnog  $VO_{2vršni}$  je zabilježen u svih ispitanika (98 %), s iznimkom jednog muškarca.



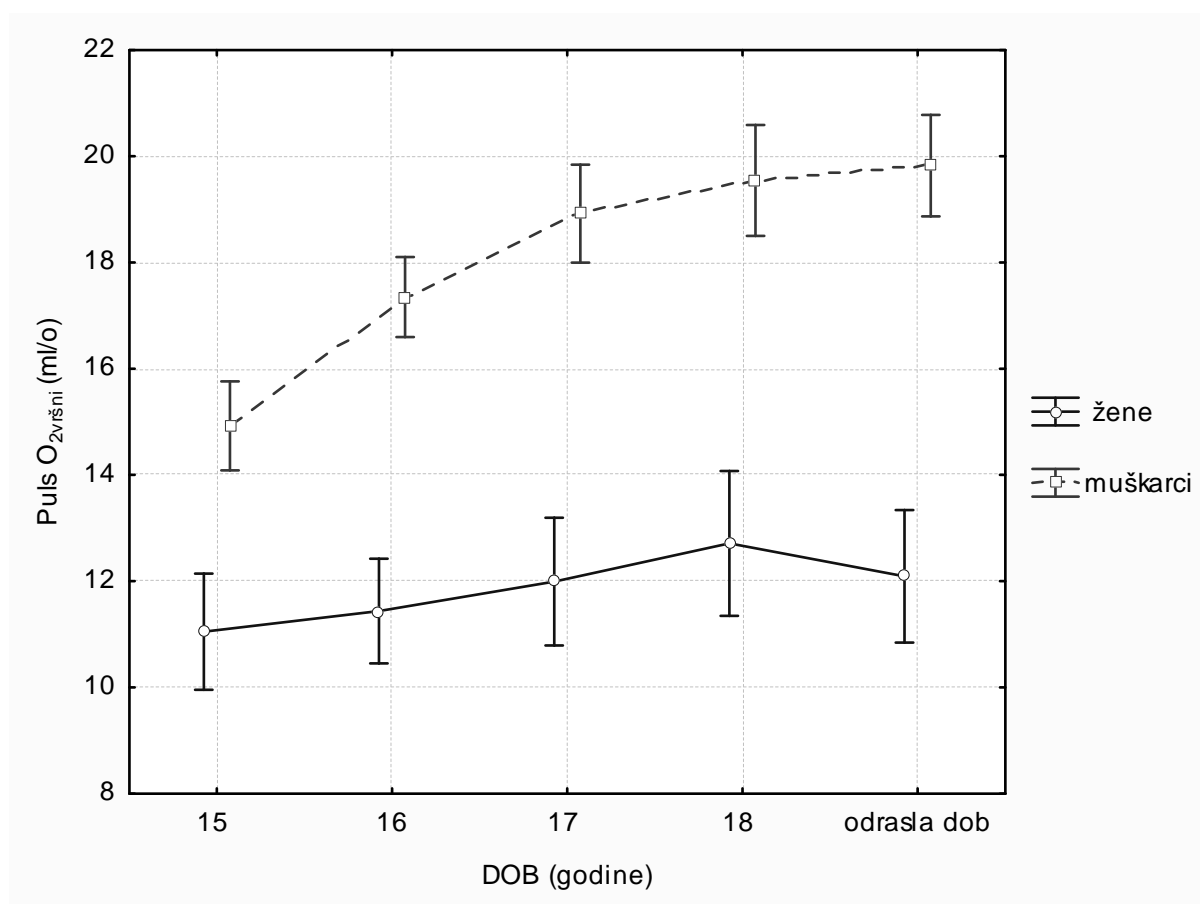
Slika 8. Promjene vrijednosti relativnog vršnog primitka kisika od 15. godine do srednje odrasle dobi (vertikalne linije označavaju 95% interval pouzdanosti).

Tablica 12. Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za vršni relativni primitak kisika.

	stupnjevi slobode	F	p*
spol	1	153.403	< 0.001
dob	4	63.245	< 0.001
spol x dob	4	3.933	0.008

\* vrijednosti uz Greenhouse-Geisserovu korekciju

Na slici 9. i tablici 13. prikazani su rezultati ANOVE za ponavljana mjerenja za puls kisika od 15. godine do srednje odrasle sobi. Tijekom navedenog razdoblja došlo je do značajne promjene vrijednosti pulsa kisika ( $p < 0.001$ ), sa značajnom interakcijom sa spolom ( $p < 0.001$ ). Daljnja analiza Bonferronijevim post-hoc testom pokazala je da u žena puls kisika ne pokazuje značajne promjene između 15. godine i srednje odrasle dobi (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] = 1.0 ml/otkucaj [-0.8 – 2.8 ml/otkucaj]), dok njegove vrijednosti u muškaraca izrazito rastu između 15. i 18. godine (4.6 ml/otkucaj [3.2 – 6.0 ml/otkucaj]), a zatim nema promjene do odrasle dobi (0.3 ml/otkucaj [-1.1. – 1.7 ml/otkucaj]).



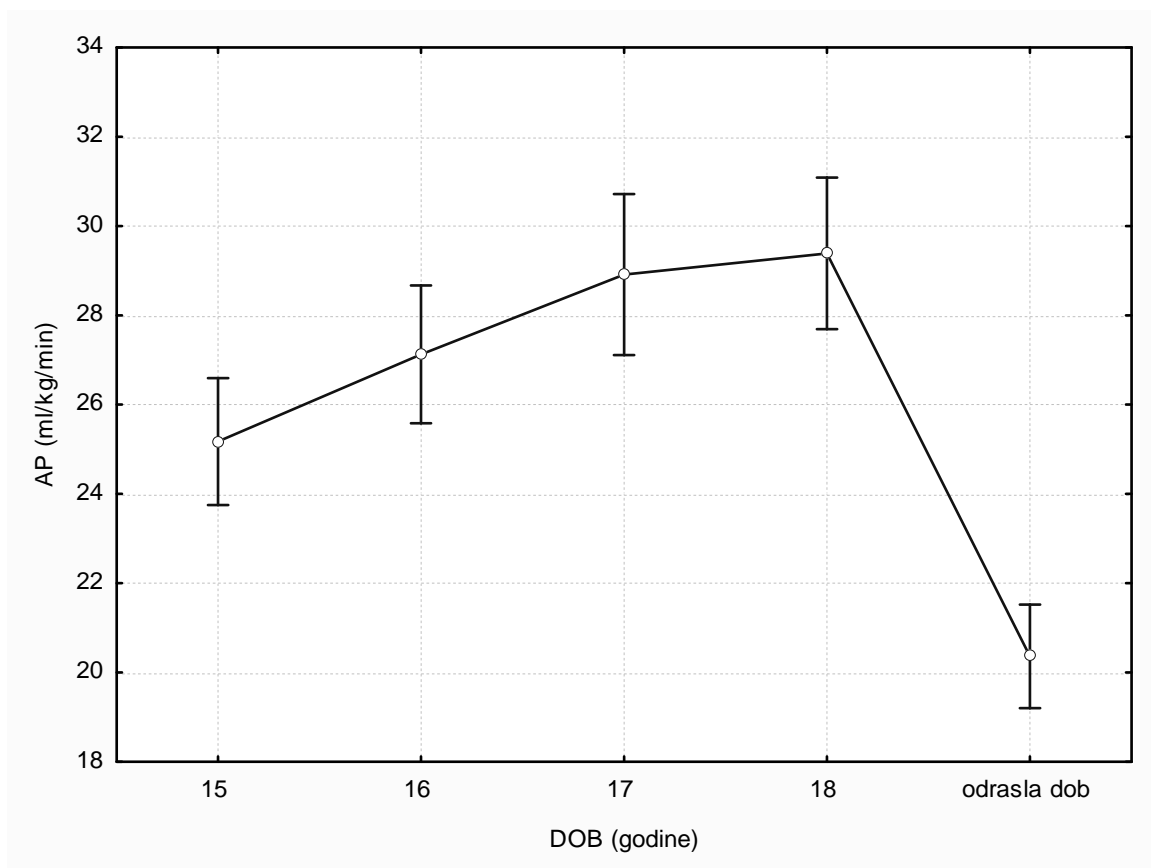
Slika 9. Promjene vrijednosti pulsa kisika od 15. godine do srednje odrasle dobi (vertikalne linije označavaju 95% interval pouzdanosti).

Tablica 13. Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za puls kisika.

	stupnjevi slobode	F	p*
spol	1	108.495	< 0.001
dob	4	28.951	< 0.001
spol x dob	4	9.295	< 0.001

\* vrijednosti uz Greenhouse-Geisserovu korekciju

Na slici 10. i tablici 14. prikazani su rezultati ANOVE za ponavljana mjerenja za relativni primitak kisika pri aerobnom pragu od 15. godine do srednje odrasle sobi. Tijekom navedenog razdoblja došlo je do značajne promjene vrijednosti relativnog  $\text{VO}_2$  pri aerobnom pragu ( $p < 0.001$ ), bez značajne interakcije sa spolom ( $p = 0.08$ ). Daljnja analiza Bonferronijevim post-hoc testom pokazala je da relativni  $\text{VO}_2$  pri aerobnom pragu između 15. i 18. godine pokazuje porast (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] = 4.2 ml/kg/min [2.0 – 6.4 ml/kg/min]), dok se nakon toga bilježi izrazit pad u odrasloj dobi (-9.0 ml/kg/min [-6.8 – -11.2 ml/kg/min]). Pad je zabilježen u gotovo svih ispitanika (96 %), s iznimkom dvije ispitanice.

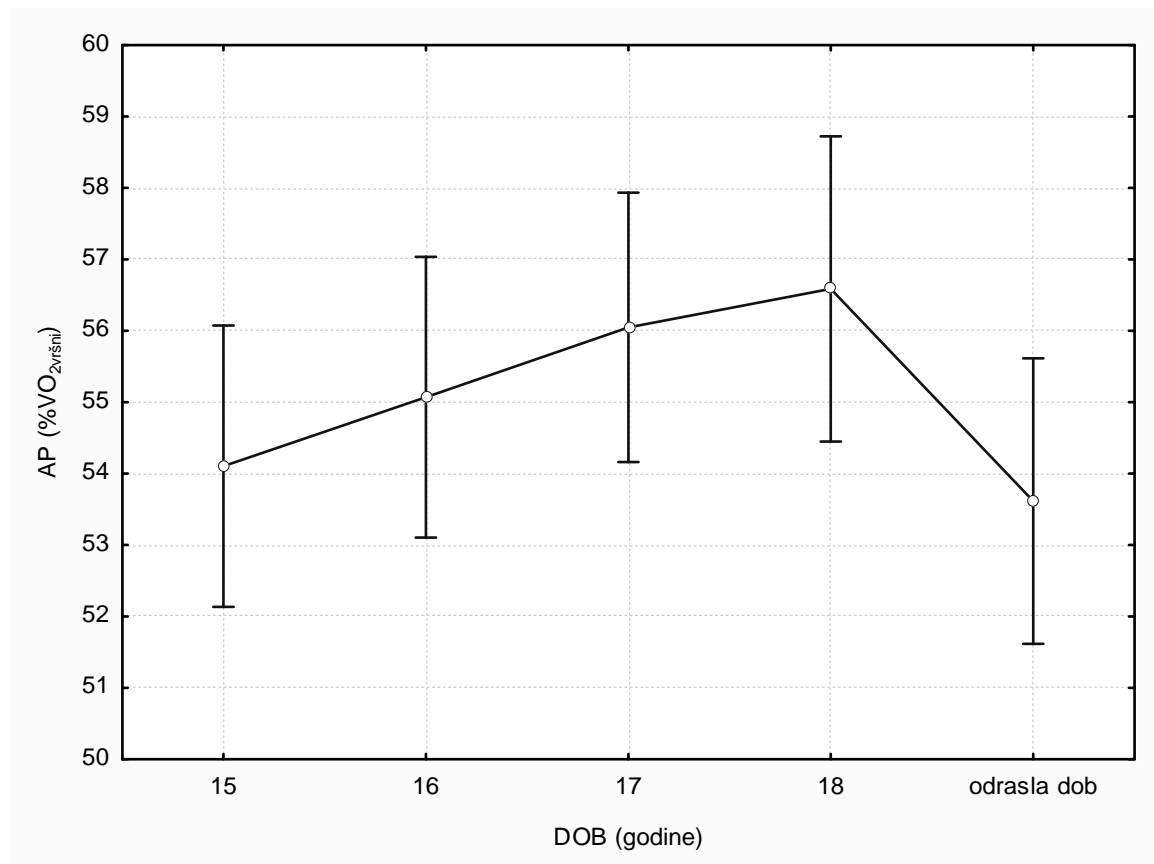


Slika 10. Promjene vrijednosti relativnog primitka kisika pri aerobnom pragu od 15. godine do srednje odrasle dobi (vertikalne linije označavaju 95% interval pouzdanosti).

Tablica 14. Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za relativni primitak kisika pri aerobnom pragu.

	stupnjevi slobode	F	p
dob	4	43.869	< 0.001

Nasuprot tome, ukoliko se promatra vrijednost primitka kisika pri aerobnom pragu u odnosu na vršni primitak kisika, ne zamjećuje se promjena tijekom promatranog razdoblja ( $p=0.10$ ), bez interakcije sa spolom ( $p=0.54$ ) (slika 11. i tablica 15.).



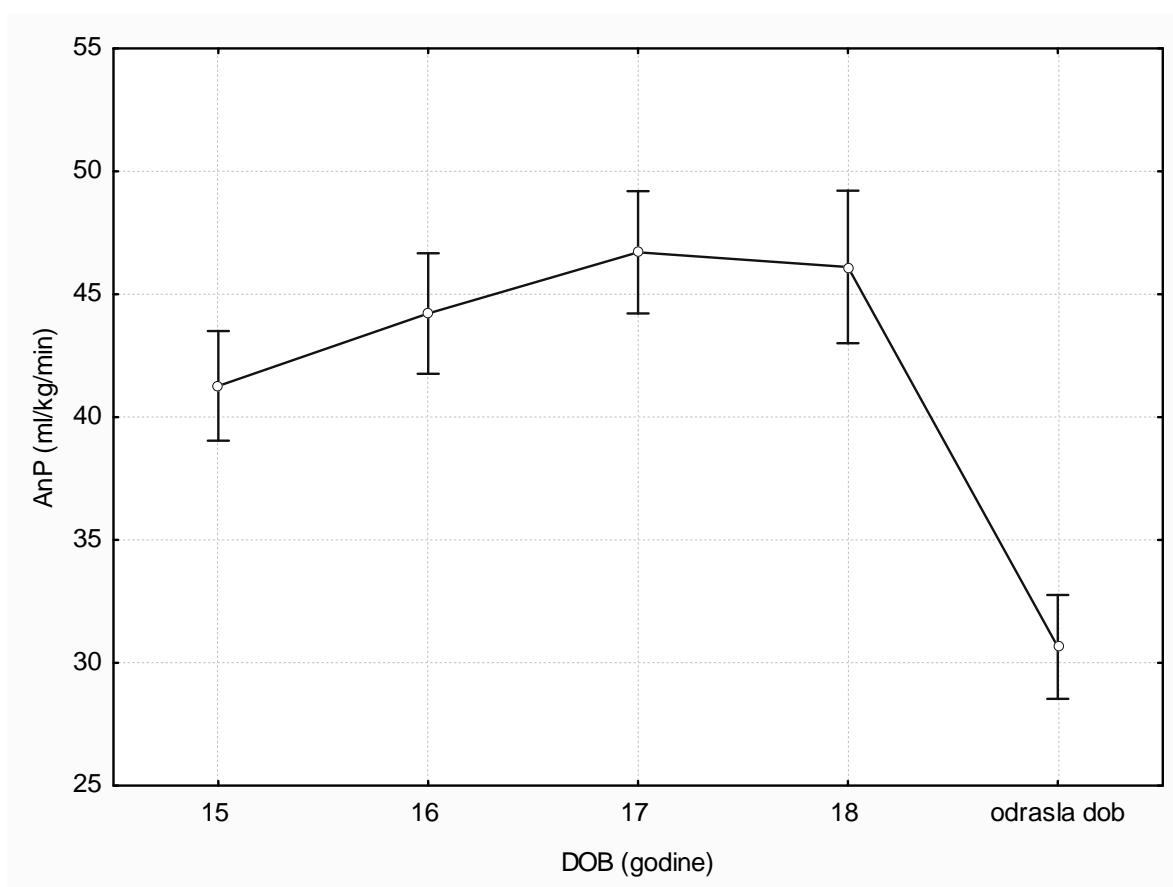
Slika 11. Promjene vrijednosti primitka kisika pri aerobnom pragu u odnosu na vršni primitak kisika od 15. godine do srednje odrasle dobi (vertikalne linije označavaju 95% interval pouzdanosti).

Tablica 15. Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za primitak kisika pri aerobnom pragu u odnosu na vršni primitak kisika.

	stupnjevi slobode	F	p
dob	4	1.995	0.10

Na slici 12. i tablici 16. prikazani su rezultati ANOVE za ponavljana mjerenja za relativni primitak kisika pri anaerobnom pragu od 15. godine do srednje odrasle dobi. Tijekom navedenog razdoblja došlo je do značajne promjene vrijednosti relativnog VO<sub>2</sub> pri anaerobnom pragu ( $p<0.001$ ), bez značajne interakcije sa spolom ( $p=0.21$ ). Daljnja analiza Bonferronijevim post-hoc testom pokazala je da relativni VO<sub>2</sub> pri anaerobnom pragu između 15. i 18. godine pokazuje blagi porast (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] = 4.8 ml/kg/min [1.6 – 8.1 ml/kg/min]), dok se nakon toga bilježi izrazit pad u odrasloj dobi (-15.5 ml/kg/min [-11.2 – -18.7 ml/kg/min]).

Pad je zabilježen u gotovo svih ispitanika (98 %), s iznimkom jedne žene.



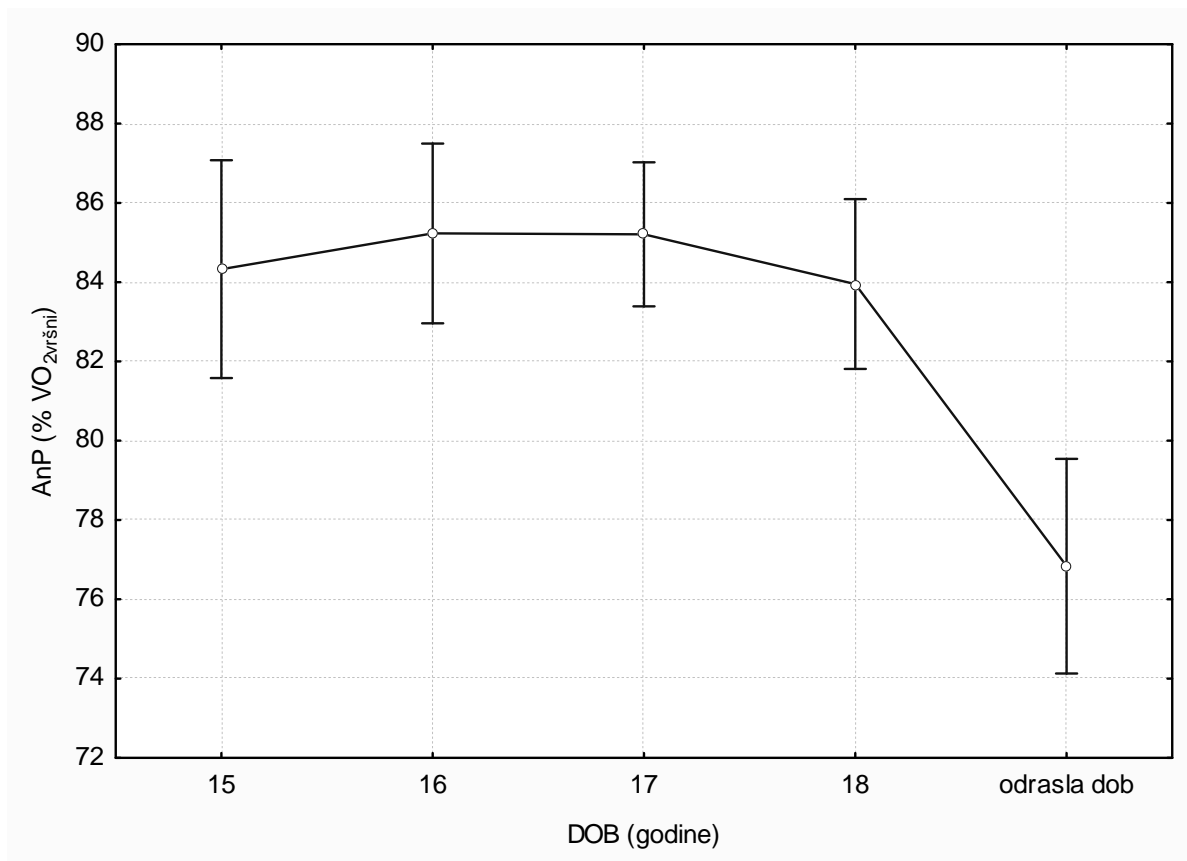
Slika 12. Promjene vrijednosti relativnog primitka kisika pri anaerobnom pragu od 15. godine do srednje odrasle dobi (vertikalne linije označavaju 95% interval pouzdanosti).

Tablica 16. Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za relativni primitak kisika pri anaerobnom pragu.

	stupnjevi slobode	F	p*
dob	4	67.89017	< 0.001

\* vrijednosti uz Greenhouse-Geisserovu korekciju

Ukoliko se promatra vrijednost primitka kisika pri anaerobnom pragu u odnosu na vršni primitak kisika, u promatranom razdoblju dolazi do značajne promjene ( $p < 0.001$ ), bez značajne interakcije sa spolom ( $p = 0.43$ ) (slika 13. i tablica 17.). Daljnja analiza Bonferronijevim post-hoc testom pokazala je da anaerobni prag nastupa pri jednakom postotku vršnog primitka kisika u 15. i 18. godini (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] = -0.4 % [4.1 – 4.9 %]), dok se nakon toga bilježi izrazit pad u odrasloj dobi (-7 % [-3 – 12 %]).



Slika 13. Promjene vrijednosti primitka kisika pri anaerobnom pragu u odnosu na vršni primitak kisika od 15. godine do srednje odrasle dobi (vertikalne linije označavaju 95% interval pouzdanosti).

Tablica 17. Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za primitak kisika pri anaerobnom pragu u odnosu na vršni primitak kisika.

	stupnjevi slobode	F	p
dob	4	10.17	< 0.001

## 4.2. Postojanost morfoloških antropometrijskih pokazatelja statusa uhranjenosti te pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava od adolescentne do srednje odrasle dobi

### 4.2.1. Morfološki antropometrijski pokazatelji statusa uhranjenosti

Sva tri promatrana morfološka pokazatelja statusa uhranjenosti pokazuju vrlo dobru postojanost tijekom adolescencije te umjerenu do dobru postojanost između adolescencije i srednje odrasle dobi (tablica 18.). Korelacijski koeficijenti su vrlo slični za sve pokazatelje statusa uhranjenosti, s najvišim vrijednostima koeficijenata između 15. i 18. godine i najnižim vrijednostima između 15. godine i odrasle dobi.

Promatrajući pojedinačne kožne nabore može se uočiti da kožni nabori trupa (leđa i trbuha) ne pokazuju značajne korelacije između adolescencije i odrasle dobi (15→40,  $r=0.22$ ,  $p=0.12$  i  $r=0.16$ ,  $p=0.26$  za leđa odnosno trbuh; 18→40,  $r=0.24$ ,  $p=0.09$  i  $r=0.14$ ,  $p=0.31$  za leđa odnosno trbuh). S druge strane, korelacije kožnih nabora udova (nadlaktice i potkoljenice) između adolescencije i odrasle dobi su visoke (15→40,  $r=0.77$ ,  $p<0.001$  i  $r=0.74$ ,  $p<0.001$  za nadlakticu odnosno potkoljenicu; 18→40,  $r=0.76$ ,  $p<0.001$  i  $r=0.79$ ,  $p<0.001$  za nadlakticu odnosno potkoljenicu).

Tablica 18. Postojanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti od 15. godine do srednje odrasle dobi (Pearsonovi koeficijenti korelacije između 15.18 i odrasle dobi)

	15 → 18	15 → 40	18 → 40
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.87***	0.54***	0.60***
S4KN (mm)	0.90***	0.55***	0.55***
OKN	0.83***	0.56***	0.67***

\*\*\*  $p<0.001$

BMI=indeks tjelesne mase; S4KN=suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora

Nadalje, ako se u model uvrsti spol, u analizama postojanosti omjera kožnih nabora i sume kožnih nabora između adolescencije i odrasle dobi uočavamo interakciju OKN-a sa spolom. Promatrajući postojanost omjera kožnih nabora i sume kožnih nabora između adolescencije i odrasle dobi posebno u žena i muškaraca uočavamo da se postojanost OKN-a kod žena ne zamjećuje dok je kod muškaraca ona umjerena (tablica 19.). Koeficijenti korelacije indeksa tjelesne mase, kao ni sume 4 kožna nabora, između adolescencije i odrasle dobi nisu se znatnije promijenile nakon korekcije za spol.

Tablica 19. Postojanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti od 15. godine do srednje odrasle dobi (standardizirani regresijski koeficijent  $\beta$  ( $SE_{\beta}$ ) i parcijalni koeficijent korelacije korigiran za spol - part r))

	15 → 18		15 → 40		18 → 40	
	$\beta$ ( $SE_{\beta}$ )	part r	$\beta$ ( $SE_{\beta}$ )	part r	$\beta$ ( $SE_{\beta}$ )	part r
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.91 (0.06)***	0.89***	0.61 (0.10)***	0.62***	0.59 (0.10)***	0.61***
S4KN (mm)	0.88 (0.07)***	0.86***	0.63 (0.14)***	0.54***	0.61 (0.15)***	0.54***
OKN	0.68 (0.07)***	0.77***	0.60 (0.15)***	/	0.51 (0.16)**	/
			muški		muški	
			-0.01 (0.24)		0.17 (0.23)	
			žene		žene	

\* < 0.05; \*\* < 0.01; \*\*\* < 0.001; u model je uključen pojedini morfološki pokazatelj i spol

BMI=indeks tjelesne mase; S4KN=suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora

Dodavanje pokazatelja socio-ekonomskog statusa (prihodi kućanstva) u odrasloj dobi u model nije znatno promijenilo rezultate višestruke linearne regresijske analize (podaci nisu prikazani). Isto tako, niti dodavanje navike pušenja u model nije znatno utjecalo na standardizirane regresijske koeficijente pojedinih morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti u višestrukoj linearnoj regresijskoj analizi (podaci nisu prikazani).

#### 4.2.2. Pokazatelji funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava

U tablici 20. prikazani su korelacijski koeficijenti između vrijednosti pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 15., 18. godini i srednje odrasle dobi. Dok je postojanost vršnog primitka kisika između svih vremenskih intervala umjerena do dobra, bilo da se promatraju apsolutne vrijednosti ili vrijednosti korigirane za tjelesnu masu ispitanika, primitak kisika pri anaerobnom, i osobito aerobnom, pragu pokazuje umjerenu postojanost. Nasuprot tome, kada se promatra pojava pragova u odnosu na vršni primitak kisika ne zamjećuje se značajna postojanost primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu kao postotka vršnog primitka kisika. Iznimka je bio tek primitak kisika pri anaerobnom pragu između 15. godine i odrasle dobi ( $r=0.36$ ,  $p=0.03$ ).



Tablica 20. Postojanost pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava od 15. godine do srednje odrasle dobi (Pearsonovi koeficijenti korelacije između 15., 18. godine i odrasle dobi)

	15 → 18	15 → 40	18 → 40
VO <sub>2</sub> vršni			
(L/min)	0.74***	0.65***	0.82***
(ml/kg/min)	0.70***	0.68***	0.67***
VO <sub>2</sub> @AP			
(ml/kg/min)	0.47***	0.30*	0.38**
(% VO <sub>2</sub> vršni)	0.26	-0.01	0.07
VO <sub>2</sub> @AnP			
(ml/kg/min)	0.64***	0.52***	0.48***
(% VO <sub>2</sub> vršni)	0.11	0.36*	-0.16

\* < 0.05; \*\* < 0.01; \*\*\* < 0.001

VO<sub>2</sub>=primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Nadalje, ukoliko se u model uvrsti spol, uočava se da zbog interakcije spola i pojedinih pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava, neke od njih moramo promatrati odvojeno u muškaraca i žena. Vršni primitak kisika, bilo apsolutni, bilo relativni, tijekom adolescencije ne pokazuje značajnu postojanost kod muškaraca ( $\beta$  [ $SE_{\beta}$ ] = 0.32 [0.18] za apsolutni VO<sub>2</sub> vršni i -0.01 [0.19] za relativni VO<sub>2</sub> vršni), već samo kod žena ( $\beta$  [ $SE_{\beta}$ ] = 0.70 [0.17] za apsolutni VO<sub>2</sub> vršni i 0.57 [0.19] za relativni VO<sub>2</sub> vršni). Vršni primitak kisika u 15. i 18. godini ostaje umjereno povezan s vrijednostima vršnog primitka kisika u odrasloj dobi, ali se postojanost smanjuje ( $\beta$  [ $SE_{\beta}$ ] = 0.37 [0.18] - 15→40;  $\beta$  [ $SE_{\beta}$ ] = 0.35 [0.16] 18→40) te ne pokazuje interakciju sa spolom.

Također, u tako definiranom modelu, postojanost primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu tijekom promatranog razdoblja uglavnom više nije značajna (tablica 21.). Iznimka su tek primitak kisika pri anaerobnom pragu između 15. i 18. godine ( $\beta$  [ $SE_{\beta}$ ] = 0.39 [0.15]), te primitak kisika pri anaerobnom pragu kao postotak vršnog primitka kisika u 15. godini i odrasloj dobi ( $\beta$  [ $SE_{\beta}$ ] = 0.36 [0.15]) koji pokazuju umjerenu postojanost.

Tablica 21. Postojanost pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava od 15. godine do srednje odrasle dobi (standardizirani regresijski koeficijent  $\beta$  ( $SE_{\beta}$ ) i parcijalni koeficijent korelacije korigiran za spol - part r)

	15 → 18		15 → 40		18 → 40	
	$\beta$ ( $SE_{\beta}$ )	part r	$\beta$ ( $SE_{\beta}$ )	part r	$\beta$ ( $SE_{\beta}$ )	part r
VO <sub>2</sub> vršni						
(L/min)	0.32 (0.18) muški	/	0.05 (0.19) muški	/	0.49 (0.12) <sup>***</sup>	0.50 <sup>***</sup>
(ml/kg/min)	0.70 (0.17) <sup>***</sup> žene		0.68 (0.17) <sup>**</sup> žene			
	-0.01 (0.19) muški	/	0.37 (0.18) <sup>*</sup>	0.32 <sup>*</sup>	0.35 (0.16) <sup>*</sup>	0.30 <sup>*</sup>
	0.57 (0.19) <sup>**</sup> žene					
VO <sub>2</sub> @AP						
(ml/kg/min)	0.21 (0.13)	0.24	0.03 (0.15)	0.03	0.08 (0.17)	0.07
(% VO <sub>2</sub> vršni)	0.25 (0.15)	0.23	-0.18 (0.15)	-0.17	0.03 (0.14)	0.03
VO <sub>2</sub> @AnP						
(ml/kg/min)	0.39 (0.15) <sup>*</sup>	0.41 <sup>*</sup>	0.23 (0.17)	0.21	0.18 (0.17)	0.16
(%VO <sub>2</sub> vršni)	0.11 (0.17)	0.11	0.36 (0.15) <sup>*</sup>	0.36 <sup>*</sup>	-0.15 (0.15)	-0.15

\* < 0.05; \*\* < 0.01; \*\*\* < 0.001 u model je uključen pojedini funkcionalni pokazatelj i spol

VO<sub>2</sub>=primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Dodavanje pokazatelja socio-ekonomskog statusa u odrasloj dobi (procijenjenog kroz primanja kućanstva) u model ne mijenja znatno rezultate višestruke linearne regresijske analize (podaci nisu prikazani). Isto tako, niti dodavanje navike pušenja u model nije značajno utjecalo na standardizirane regresijske koeficijente pojedinih pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u višestrukoj linearnoj regresijskoj analizi (podaci nisu prikazani).

#### 4.3. Prediktivna vrijednost pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi za vrijednosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti u odrasloj dobi

Svi promatrani pokazatelji funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava određeni u adolescenciji pokazuju povezanost s vrijednostima barem jednim ispitanim morfološkim pokazateljem statusa uhranjenosti u odrasloj dobi, ali je primitak kisika pri anaerobnom pragu značajka koja je povezana s najviše morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti u odrasloj dobi (tablica 22.). Također, sve su navedene povezanosti negativne, s iznimkom povezanosti relativnog primitka kisika u 18. godini i omjera opsega struka i kukova u odrasloj dobi te primitka kisika pri aerobnom pragu u 15. godini i omjera opsega struka i kukova u odrasloj dobi kod žena.

Tablica 22. Standardizirani regresijski koeficijenti  $\beta$  ( $SE_{\beta}$ ) pojedinih pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 15. i 18. godini kao prediktora morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti u srednjoj odrasloj dobi.

		odrasla dob			
		BMI	S4KN	opseg struka	WHR
15 godina	rVO <sub>2vršni</sub>	-0.45 (0.21)*	-0.38 (0.22)	-0.26 (0.16)	0.02 (0.12)
	VO <sub>2</sub> @AP	-0.36 (0.15)*	-0.26 (0.16)	-0.21 (0.12)	-0.15 (0.18) muški 0.49 (0.21)* žene
	VO <sub>2</sub> @AnP	-0.63 (0.17)***	-0.41 (0.19)*	-0.41 (0.13)**	-0.22 (0.19) muški 0.39 (0.28) žene
18 godina	rVO <sub>2vršni</sub>	-0.17 (0.22)	-0.42 (0.21)	0.00 (0.16)	0.25 (0.11)*
	VO <sub>2</sub> @AP	-0.22 (0.18)	-0.34 (0.18)	-0.15 (0.13)	-0.04 (0.10)
	VO <sub>2</sub> @AnP	-0.40 (0.19)*	-0.58 (0.18)**	-0.14 (0.19) muški -0.37 (0.24) žene	0.06 (0.19) muški 0.36 (0.24) žene

\* < 0.05; \*\* < 0.01; \*\*\* < 0.001; u model je uključen pojedini funkcionalni pokazatelj i spol

rVO<sub>2vršni</sub>=relativni vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP=primitak kisika pri anaerobnom pragu; BMI=indeks tjelesne mase; S4KN=suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; WHR=omjer opsega struka i kukova; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora

Višestruka linearna regresija sa sva tri pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u modelu potvrdila je primitak kisika pri anaerobnom pragu kao najvažniji prediktor za vrijednosti morfoloških značajki u odrasloj dobi (tablica 23.). Taj je pokazatelj u 15. i/ili 18. godini povezan s čak tri od ukupno četiri promatrane morfološke značajke statusa uhranjenosti nezavisno od vršnog primitka kisika. Najjača je povezanost s indeksom tjelesne mase, a tek nešto niža sa sumom kožnih nabora i opsegom struka. Nasuprot tome, relativni vršni primitak kisika i aerobni prag povezani su samo s omjerom opsega struka i kukova i to u 18., ali ne i 15. godini.

Tablica 23. Standardizirani regresijski koeficijent  $\beta$  ( $SE_{\beta}$ ) funkcionalnih obilježja u 15. i 18. godini kao prediktora za vrijednosti pojedinih morfoloških značajki u srednjoj odrasloj dobi

		odrasla dob			
		BMI	S4KN	opseg struka	WHR
15 godina	spol	<b>0.50 (0.23)*</b>	0.08 (0.26)	<b>0.83 (0.17)***</b>	<b>0.85 (0.15)***</b>
	rVO <sub>2vršni</sub>	0.34 (0.37)	0.00 (0.43)	0.27 (0.29)	-0.02 (0.24)
	VO <sub>2</sub> @AP	0.00 (0.26)	0.04 (0.29)	0.04 (0.20)	0.10 (0.17)
	VO <sub>2</sub> @AnP	<b>-0.84 (0.28)**</b>	-0.46 (0.31)	<b>-0.60 (0.21)**</b>	-0.06 (0.18)
18 godina <sup>†</sup>	spol	<b>0.51 (0.20)*</b>	0.21 (0.19)	<b>0.87 (0.15)***</b>	<b>0.68 (0.11)***</b>
	rVO <sub>2vršni</sub>	/	/	/	<b>0.41 (0.14)**</b>
	VO <sub>2</sub> @AP	0.00 (0.23)	-0.01 (0.21)	0.00 (0.17)	<b>-0.23 (0.11)*</b>
	VO <sub>2</sub> @AnP	-0.40 (0.24)	<b>-0.58 (0.23)*</b>	-0.27 (0.18)	/

\* < 0.05; \*\* < 0.01; \*\*\* < 0.001; u model su uključeni svi funkcionalni pokazatelji i spol

rVO<sub>2vršni</sub>=relativni vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP=primitak kisika pri anaerobnom pragu; BMI=indeks tjelesne mase; S4KN=suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; WHR=omjer opsega struka i kukova; OKN= omjer zbroja kožnih nabora leđa i trbuha i sume 4 kožna nabora

<sup>†</sup> Zbog multi-kolinearnosti u model nisu mogli biti istodobno uključeni i rVO<sub>2vršni</sub> i VO<sub>2</sub>@AnP

Naknadnim uključivanjem socioekonomskog statusa (procijenjenog kroz prihode kućanstva) ili navike pušenja u model nije došlo do značajnijih promjena regresijskih koeficijenata pojedinih pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava (podaci nisu prikazani).

#### 4.4. Povezanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi s razinom uobičajene tjelesne aktivnosti u odrasloj životnoj dobi

U tablici 24. prikazane su vrijednosti utroška energije i vremena provedenog u aktivnostima različitog intenziteta procijenjenih Sensewear Armband uređajem.

Tablica 24. Dnevni utrošak energije i razina tjelesne aktivnosti u srednjoj odrasloj dobi procijenjeni multi-senzornim uređajem (N=49).

MUŠKARCI (N=29)	aritmetička sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koef. varijabilnosti
vrijeme snimanja (% od 24h)	92	88 - 95	52 - 99	10.5
Ukupni utrošak energije				
(kcal/dan)	2865	2706 - 3023	2187 - 4151	14.6
(kcal/kg/dan)	34.2	32.5 - 35.8	25.4 - 42.3	12.4
Aktivni utrošak energije				
(kcal/dan)	545	437 - 652	481 - 1397	51.9
(kcal/kg/dan)	6.5	5.3 - 7.7	1.4 - 15.3	48.7
AUE/UUE (%)	18	16 - 21	5 - 37	39.8
aktivnost (min/dan)				
sedentarna	1341	1323 - 1358	1221-1417	8.5
umjerena	95	78 - 111	23-203	45.3
intenzivna*	1.9	0.9 – 3.3	0-30	167.0
<b>ŽENE (N=20)</b>				
vrijeme snimanja (% od 24h)	92	86 - 97	59 - 99	12.6
Ukupni utrošak energije				
(kcal/dan)	2266	2113 - 2420	1799 - 3095	14.5
(kcal/kg/dan)	33.6	31.4 - 35.8	26.5 – 41.9	14.0
Aktivni utrošak energije				
(kcal/dan)	376	270 - 482	83 - 876	60.4
(kcal/kg/dan)	5.7	3.9 - 7.5	1.1 – 14.8	66.7
AUE/UUE (%)	16	12 - 20	4 - 36	53.4
aktivnost (min/dan)				
sedentarna	1349	1321 - 1346	1217-1422	8.3
umjerena	89	63 - 115	18-211	62.7
intenzivna*	0.9	0.3 - 1.7	0-12	187.1

\* geometrijska sredina

AUE/UUE= omjer aktivnog utroška energije u odnosu na ukupni dnevni utrošak

Muškarci i žene ne pokazuju razlike u ukupnom dnevnom utrošku energije ili utrošku energije vezanom uz tjelesnu aktivnost ukoliko ga izrazimo relativno na njihovu tjelesnu masu ( $p=0.66$  i  $p=0.43$ ). Nadalje, razlike se ne zamjećuju niti u vremenu provedenom u tjelesnoj aktivnosti umjerenog ili visokog intenziteta ( $p=0.69$  i  $p=0.11$ ).

U tablici 25. prikazane su vrijednosti pokazatelja razine tjelesne aktivnosti procijenjene Baeckeovim upitnikom u srednjoj odrasloj dobi. Tjelesna aktivnost tijekom profesionalnog rada je nešto veća u žena u odnosu na muškarce ( $p=0.02$ ), dok ostali indeksi ne pokazuju različitosti među spolovima ( $p=0.14$  za indeks slobodnog vremena i  $p=0.08$  za indeks sporta).

Tablica 25. Vrijednosti pokazatelja razine tjelesne aktivnosti procijenjene Baeckeovim upitnikom u srednjoj odrasloj dobi ( $N=62$ ).

	geometrijska sredina	95% interval pouzdanosti	raspon	koeficijent varijabilnosti
<b>MUŠKARCI (N=36)</b>				
radni indeks	2.0	1.9 - 2.2	1.4 - 3.9	25.2
indeks sporta	2.5	2.2 - 2.7	1.5 - 4.3	31.6
indeks slobodnog vremena	2.5	2.3 - 2.7	1.8 - 4.5	27.0
ukupni indeks*	7.2	6.8 - 7.6	5.0 - 9.8	17.9
<b>ŽENE (N=26)</b>				
radni indeks	2.4	2.2 - 2.7	1.5 - 3.9	28.8
indeks sporta	2.2	2.0 - 2.4	1.3 - 4.0	27.5
indeks slobodnog vremena	2.7	2.5 - 3.0	1.8 - 4.0	22.2
ukupni indeks*	7.6	7.0 - 8.1	5.3 - 11.1	18.1

\* aritmetička sredina

Tablica 26. prikazuje parcijalne korelacijske koeficijente između morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava tijekom adolescencije i razine tjelesne aktivnosti u odrasloj dobi procijenjene multi-senzornim uređajem. Indeks tjelesne mase i suma kožnih nabora u 15. godini pokazuju umjerenu obrnutu povezanost s ukupnim utroškom energije u odrasloj dobi (parcijalni  $r = -0.37$ ,  $p=0.01$ ). U 18. godini takva se povezanost zamjećuje za indeks tjelesne mase (parcijalni  $r = -0.32$ ,  $p=0.03$ ), ali ne i za sumu kožnih nabora (parcijalni  $r = -0.26$ ,  $p=0.07$ ). S druge strane, od ispitanih pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava zamjećuje se samo

povezanost primitka kisika pri anaerobnom pragu u 15. godini i količine intenzivne tjelesne aktivnosti u odrasloj dobi (parcijalni  $r = 0.32$ ,  $p=0.04$ ). Nadalje, od domena tjelesne aktivnosti procijenjenih Baeckeovim upitnikom, opažena je tek povezanost sportskog indeksa i primitka kisika pri aerobnom pragu u 18. godini (parcijalni  $r = 0.32$ ,  $p=0.03$ ), dok ostali indeksi nisu bili povezani s pokazateljima statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava tijekom adolescencije. U skladu s tim, od tri komponente tjelesne aktivnosti dobivene pomoću Baeckeovog upitnika jedino je indeks sporta bio povezan s aktivnim utroškom energije (parcijalni  $r=0.45$ ,  $p=0.001$ ) i tjelesnom aktivnošću umjerenog i visokog intenziteta (parcijalni  $r=0.34$ ,  $p=0.02$  odnosno parcijalni  $r=0.61$ ,  $p<0.001$ ).

Tablica 26. Parcijalni korelacijski koeficijenti (korigirani za spol) morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 15. i 18. godini kao prediktora razine tjelesne aktivnosti u odrasloj dobi procijenjene multi-senzornim uređajem.

		ODRASLA DOB				
		UTROŠAK ENERGIJE		AKTIVNOST		
		UEE (kcal/kg/min)	AUE (kcal/kg/min)	sedentarna (min/dan)	umjerena (min/dan)	intenzivna (min/dan)
15. godina	BMI	-0.37*	-0.18	0.23	-0.25	-0.10
	S4KN	-0.37*	-0.23	0.28	-0.27	-0.21
	rVO <sub>2vršni</sub>	0.18	0.19	-0.18	0.20	0.08
	VO <sub>2</sub> @AP	0.18	0.17	-0.13	0.14	0.12
	VO <sub>2</sub> @AnP	0.22	0.26	-0.24	0.24	0.32*
18. godina	BMI	-0.32*	-0.17	0.21	-0.23	-0.11
	S4KN	-0.26	-0.17	0.20	-0.19	-0.20
	rVO <sub>2vršni</sub>	0.12	0.07	-0.13	0.07	0.22
	VO <sub>2</sub> @AP	-0.05	0.00	-0.08	-0.01	0.13
	VO <sub>2</sub> @AnP	0.22	0.15	-0.17	0.14	0.27

\* < 0.05;

UEE=ukupni dnevni utrošak energije; AUE=aktivni dnevni utrošak energije; BMI=indeks tjelesne mase; S4KN=suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; rVO<sub>2vršni</sub>=relativni vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

Rezultati višestruke linearne regresije za dnevni utrošak energije i vrijeme provedeno u tjelesnoj aktivnosti različitog intenziteta ne podupiru ranije prikazane povezanosti pokazatelja statusa uhranjenosti tijekom adolescencije i razine tjelesne aktivnosti u odrasloj dobi (tablica 27.). Za razliku od toga, povezanost anaerobnog praga u 15. godini s intenzivnom tjelesnom aktivnošću nije oslabila nakon korekcije za ostale pokazatelje funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava te indeks tjelesne mase i sumu kožnih nabora ( $\beta$  [SE $_{\beta}$ ] = 0.64 [0.30], parcijalni  $r=0.32$ ,  $p=0.04$ ).

Tablica 27. Standardizirani regresijski koeficijenti (standardna pogreška) morfoloških i funkcionalnih obilježja u 15. i 18. godini kao prediktora za vrijednosti razine tjelesne aktivnosti u odrasloj dobi

		ODRASLA DOB				
		UTROŠAK ENERGIJE		AKTIVNOST		
		UUE (kcal/kg/min)	AUE (kcal/kg/min)	sedentarna	umjerena	intenzivna
15 godina	spol	-0.15 (0.28)	-0.18 (0.29)	0.19 (0.29)	-0.22 (0.29)	0.06 (0.27)
	BMI	-0.19 (0.29)	0.10 (0.30)	-0.00 (0.27)	-0.02 (0.30)	0.27 (0.28)
	S4KN	-0.20 (0.38)	-0.31 (0.35)	0.27 (0.32)	-0.24 (0.35)	-0.43 (0.33)
	rVO <sub>2vršni</sub>	-0.02 (0.34)	-0.07 (0.39)	0.00 (0.39)	0.01 (0.40)	-0.53 (0.37)
	VO <sub>2</sub> @AnP	0.15 (0.31)	0.31 (0.32)	-0.22 (0.32)	0.21 (0.32)	0.64 (0.30)*
18 godina†	spol	0.28 (0.26)	0.03 (0.26)	-0.02 (0.26)	0.06 (0.26)	-0.06 (0.26)
	BMI	0.07 (0.29)	-0.10 (0.30)	-0.14 (0.29)	-0.24 (0.29)	0.09 (0.28)
	S4KN	-0.11 (0.37)	-0.04 (0.38)	0.05 (0.33)	0.05 (0.38)	-0.18 (0.37)
	VO <sub>2</sub> @AP	-0.22 (0.25)	-0.16 (0.25)	-0.16 (0.25)	-0.13 (0.25)	-0.08 (0.24)
	VO <sub>2</sub> @AnP	0.16 (0.28)	0.24 (0.28)	-0.22 (0.29)	0.17 (0.28)	0.35 (0.27)

\* < 0.05;

UEE=ukupni dnevni utrošak energije; AUE=aktivni dnevni utrošak energije; BMI=indeks tjelesne mase; S4KN=suma kožnih nabora leđa, nadlaktice, trbuha i potkoljenice; rVO<sub>2vršni</sub>=relativni vršni primitak kisika; VO<sub>2</sub>@AP=primitak kisika pri aerobnom pragu; VO<sub>2</sub>@AnP= primitak kisika pri anaerobnom pragu

† Zbog multi-kolinearnosti u model nisu mogli biti istodobno uključeni i rVO<sub>2vršni</sub> i VO<sub>2</sub>@AP



## 5. RASPRAVA

### 5.1. Promjene morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti te pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava od adolescencije do srednje odrasle dobi

#### 5.1.1. Morfološki pokazatelji statusa uhranjenosti

Prosječne vrijednosti indeksa tjelesne mase zabilježene u aktualnom istraživanju između 15. i 18. godine kreću se od 20 do 21 kg/m<sup>2</sup> kod dječaka te oko 21 kg/m<sup>2</sup> kod djevojaka. Te su vrijednosti gotovo identične prosječnim vrijednostima indeksa tjelesne mase zagrebačkih adolescenata izmjerenih 1991. godine (73). Prevalencija prekomjerne tjelesne težine zabilježena u sudionika ovog istraživanja u 15. godini iznosila je nešto manje od 10% (6 od 62 ispitanika) dok pretilost nije zabilježena. U 18. godini prevalencija prekomjerne tjelesne težine smanjila se na oko 5% (3 od 62 ispitanika), dok je 1 ispitanica bila pretila (2%). Recentni podaci za Grad Zagreb kod adolescenata u dobi od 14. do 17. godina bilježe skupnu prevalenciju prekomjerne tjelesne težine i pretilosti od 20% (8). U proteklih nekoliko godina skupna prevalencija pretilosti i prekomjerne tjelesne težine u Europi za dobnu skupinu od 13 do 17 godina dosegla je 15% i kod dječaka i kod djevojčica (5). Iako su podaci za razdoblje prije 1990. godine rijetki, s obzirom na sekularni trend pretilosti za očekivati je da je tadašnja prevalencija pretilosti u Europi bila oko 2-3 puta manja. Primjerice, u Engleskoj je 1980.-ih godina skupna prevalencija pretilosti i prekomjerne tjelesne težine bila oko 7%, u Australiji 10%, a u SAD-u oko 15% (5).

Za razliku od ovako niske prevalencije pretilosti u adolescenciji, u odrasloj dobi čak je 40% ispitanika imalo prekomjernu tjelesnu težinu (25 od 62 ispitanika), dok ih je dodatnih 11% bilo pretilo (7 od 62 ispitanika). Treba dodati da je prevalencija pretilosti u odrasloj dobi bila podjednaka u muškaraca i žena, dok je prevalencija prekomjerne tjelesne težine bila puno veća u muškaraca (53%), no u žena (23%). Takve proporcije vrlo su slične kao prethodno zabilježene prevalencije prekomjerne tjelesne težine u gradu Zagrebu gdje je oko 50% muškaraca i 30% žena prekomjerno teško (6). Prevalencija pretilosti zabilježena u aktualnom istraživanju je nešto niža od one ranije zabilježene u Zagrebu (17 % kod muškaraca i 21% kod žena) (6). Prevalencija prekomjerne tjelesne težine u cijeloj Hrvatskoj prema podacima iz 2003. godine bila je 46 % u muškaraca i 38 % u žena, dok je pretilost jednako zastupljena kod oba spola s prevalencijom od približno 21 % (175).

Prevalencija abdominalne debljine u odrasloj dobi (procijenjena opsegom struka) u ovom je istraživanju bila 14% u muškaraca i 15% u žena što je čak 2-3 puta manje od ranije zabilježenih vrijednosti u Zagrebu (35% u muškaraca i 45 % u žena)(6).

Kod djevojaka u ovom istraživanju nije zabilježena značajna promjena niti jednog od promatranih morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti između 15. i 18. godine. U dječaka je, međutim, u istom razdoblju došlo do blagog porasta indeksa tjelesne mase (srednja razlika =  $1.3 \text{ kg/m}^2$ , 95% interval pouzdanosti =  $0.2\text{-}2\text{-}3 \text{ kg/m}^2$ ,  $p < 0.001$ ) bez značajnog porasta vrijednosti sume kožnih nabora (srednja razlika =  $0.01 \text{ mm}$ ,  $p = 1.00$ ). Nadalje, u djevojaka nisu zamijećeni značajni prirasti u visini i masi tijekom promatranog razdoblja adolescencije, dok je u muškaraca prirast za visinu iznosio  $6.7 \text{ cm}$  (95% interval pouzdanosti =  $5.3\text{-}8.2 \text{ cm}$ ,  $p < 0.001$ ), a za masu  $8.6 \text{ kg}$  (95% interval pouzdanosti =  $5.0\text{-}12.2 \text{ kg}$ ,  $p < 0.001$ ). S obzirom na istodobni izostanak značajne promjene sume kožnih nabora, opaženi prirast u masi je vjerojatno uzrokovan očekivanim porastom nemasne mase dječaka u navedenom razdoblju bez popratnog porasta masne mase. Više od polovice prirasta u visinu i masu zabilježeno je između 15. i 16. godine ispitanika. Nadalje, iako u istraživanju nije procjenjivana biološka dob ispitanika iz razlike u prirastima u visinu možemo zaključiti da su tijekom promatranog razdoblja adolescencije djevojke biološki starije od dječaka. Zbog svega navedenog, u ovom su istraživanju indeks tjelesne mase te količina potkožnog masnog tkiva i njegova distribucija pokazali vrlo dobru postojanost između 15. i 18. godine (korelacijski koeficijenti korigirani za spol  $0.77\text{-}0.89$ ,  $p < 0.001$ ). Spol nije imao znatan utjecaj na postojanost pokazatelja statusa uhranjenosti koja se, dakle, kroz adolescenciju nije razlikovala mnogo u muškaraca i žena.

Istraživanja koja su promatrala postojanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti u kasnoj adolescenciji su malobrojna. Rezultati longitudinalnog istraživanja postojanosti indeksa tjelesne mase Williamsa i suradnika (176) u kojem su zabilježene korelacije od  $0.80\text{-}0.86$  za BMI u 15. i 18. godini su u skladu s postojanosti indeksa tjelesne mase koja je opažena u aktualnom istraživanju. Van Lenthe i suradnici (177) bilježe vrlo dobru postojanost pojedinih kožnih nabora ( $r = 0.70\text{-}0.83$ ) kao i omjera kožnih nabora ( $r = 0.66$  u dječaka i  $0.81$  u djevojčica) između 13. i 16. godine. S druge strane, istraživanja koja su produljila razdoblje praćenja na mlađu odraslu dob izvješćuju o puno slabijoj postojanosti pokazatelja debljine. U istraživanju Boreham i suradnika (178) postojanost indeksa tjelesne mase između 15. i 22. godine je jedva umjerena ( $\kappa = 0.42$  za muške i  $0.45$  za žene), dok je postojanost vrijednosti zbroja kožnih nabora još slabija ( $\kappa = 0.22$  za muške i  $0.36$  za žene). Slabija postojanost pokazatelja statusa uhranjenosti na prijelazu iz adolescencije u

odraslu dob mogla bi biti refleksija okolišnih i psihosocijalnih promjena koje se zbivaju između 18. i 22. godine, kao što su npr. odlazak na fakultet ili početak radnog vijeka, osnivanje obitelji, promjena mjesta stanovanja itd.

Promjene morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti između adolescencije i odrasle dobi bile su znatne. Indeks tjelesne mase zamjetno se povećao u oba spola,  $3.4 \text{ kg/m}^2$  (95% interval pouzdanosti =  $2.2 - 4.7 \text{ kg/m}^2$ ) kod žena i  $5.0 \text{ kg/m}^2$  (95% interval pouzdanosti =  $4.0 - 6.0 \text{ kg/m}^2$ ) kod muškaraca. Vrijednosti sume kožnih nabora također su se zamjetno povećale, no manje kod žena (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] =  $11.8 \text{ mm}$  [ $3.4 - 20.2 \text{ mm}$ ]), nego kod muškaraca (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] =  $22.7 \text{ mm}$  [ $16.0 - 29.4 \text{ mm}$ ]). Izraziti porast vrijednosti zbroja kožnih nabora kod muškaraca većinom je rezultat znatnog povećanja debljine kožnih nabora trupa (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] =  $8.2$  [ $6.0 - 10.4$ ] cm za kožni nabor trbuha i  $8.7$  [ $6.4 - 11.1$ ] cm za kožni nabor leđa) uz puno manju promjenu debljine kožnih nabora na udovima (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] =  $3.8$  [ $2.1 - 5.5$ ] cm za kožni nabor nadlaktice i  $0.4$  [ $-1.6 - 2.3$ ] cm za kožni nabor potkoljenice) što je dovelo do pomaka ka centralnijoj distribuciji masti u odrasloj dobi (omjer kožnih nabora prosječno se povećao za  $0.10$ , 95% interval pouzdanosti= $0.07-0.13$ ). Kod žena, međutim, nije zabilježena promjena u distribuciji masti između adolescentne i odrasle dobi (srednja vrijednost razlike u omjeru kožnih nabora trupa i sume 4 kožna nabora [95% interval pouzdanosti] =  $-0.01$  [ $0.02 - -0.05$ ]). Gledano pojedinačno, pomak ka centralnijem nakupljanju masti je zamijećen u svih ispitanih muškaraca, te u 14 od 26 žena (55 %). To je i razlog što je između adolescentne i odrasle dobi zabilježena dobra postojanost omjera kožnih nabora trupa i sume 4 kožna nabora u muškaraca, dok istovremeno taj omjer u žena ne pokazuje značajnu postojanost (regresijski koeficijent  $\beta$  ( $SE_{\beta}$ ) =  $0.51$  ( $0.16$ ),  $p=0.004$  kod muškaraca i  $0.17$  ( $0.23$ ) kod žena,  $p=0.47$ ).

Indeks tjelesne mase i zbroj kožnih nabora pokazali su dobru postojanost između adolescencije i odrasle dobi i u muškaraca i u žena (parcijalni  $r \approx 0.60$ ,  $p < 0.001$ ). S obzirom na već spomenutu vrlo dobru postojanost tih obilježja tijekom adolescencije, ne treba čuditi da je njihova postojanost između adolescencije i odrasle dobi jednaka bilo da se za polazišnu točku uzme 15. ili 18. godina.

U ovom istraživanju opažena je dobra postojanost indeksa tjelesne mase između adolescencije i srednje odrasle dobi (parcijalni  $r=0.61$ ,  $p < 0.001$ ). S obzirom da postojanost ovisi o dobi pri prvom mjerenju, razdoblju praćenja i postupku kojim se postojanost

procjenjuje, kao i o različitim socio-ekonomskim i okolišnim promjenama tijekom razdoblja praćenja, usporedbe s prijašnjim istraživanjima su teške. No ipak, postoji nekoliko longitudinalnih studija koje su pratile slično životno razdoblje kao i ovo istraživanje. Sve su provedene u razvijenim zemljama Europe i Sjeverne Amerike. Gotovo identična postojanost indeksa tjelesne mase zabilježena je u 'Studiji kardiovaskularnih čimbenika rizika u mladim Finaca' za vrlo slično razdoblje (između 15. i 36. odnosno 18. i 39. godine) (179). Slično, 'Bogalusa Heart Study' referira tek neznatno viši koeficijent korelacije za indeks tjelesne mase između 19. i 35. godine ( $r=0.66$ ) (180). Nadalje, studija Hulensa i suradnika (181) promatrala je samo muškarce u razdoblju između 17. i 40. godine. Između 18. i 30. godine zabilježena je dobra postojanost indeksa tjelesne mase ( $r=0.69$ ), no između 18. i 40. godine opažena postojanost bila je nešto slabija ( $r=0.56$ ).

Ovo istraživanje zabilježilo je jednaku postojanost vrijednosti zbroja kožnih nabora u muškaraca i žena (parcijani  $r=0.54$ ,  $p<0.001$ ), što je u sredini raspona postojanosti debljine kožnih nabora opisanih u prijašnjim istraživanjima, koja je, ovisno o naborima koji su mjereni, u rasponu od umjerene do dobre ( $r=0.35-0.80$ ) (108). Istraživanja postojanosti kožnih nabora između 13. i 14. godine i odrasle dobi bilježe bolju postojanost u muškaraca nego u žena (182,183). S druge strane, postojanost kožnih nabora između 11. i 34. godine nije se razlikovala u muškaraca i žena (184). Nedosljednosti u razlikama postojanosti po spolu tijekom adolescencije mogu se pripisati tempu sazrijevanja koji je brži u djevojaka nego u dječaka (57).

Za razliku od ovog istraživanja, prijašnja su zabilježila niže vrijednosti postojanosti za kožne nabore u odnosu na BMI (183-185). Približno jednaki korelacijski koeficijenti za kožne nabore i BMI u ovom istraživanju govore u prilog tome da je porast indeksa tjelesne mase od adolescencije do odrasle dobi u većem dijelu uvjetovan porastom masne mase, a ne samo promjenom veličine i građe tijela.

Bez obzira na mali broj ispitanika koji sprječava promatranje debljine kao kategoričke varijable, činjenica da su svi prekomjerno teški ispitanici adolescenti u ovom istraživanju postali prekomjerno teške ili čak pretile odrasle osobe govori o dobroj postojanosti pretilosti iz adolescencije u odraslu dob. U skladu s tim su i podaci iz preglednih radova Povera i suradnika (108) i Freedmana i suradnika (186) prema kojima više od 90% pretilih adolescenata odrasta u prekomjerno teške ili pretile odrasle osobe. Slične rezultate opisuju i Laitinen i suradnici (187) u čijem je istraživanju oko 75% prekomjerno teških 14-godišnjaka odraslo u prekomjerno teške ili pretile odrasle osobe. Prekomjerno teški adolescenti imaju 12-15 puta veći omjer vjerojatnosti da postanu prekomjerno teške odrasle osobe od svojih

normalno teških vršnjaka, dok je u pretilih adolescenata omjer vjerojatnosti da budu pretili i u odrasloj dobi čak 23 puta veći (188). Ovakvi podaci upućuju na potrebu interventnih mjera u smislu sekundarne prevencije pretilosti u rizičnim skupinama adolescenata. Osim toga, čak je 47 % normalno teških adolescenata u ovom istraživanju u odrasloj dobi prešlo u kategoriju prekomjerno teških ili pretilih osoba (odnosno čak 60% ako promatramo samo muškarce). Te su brojke značajno veće od onih ranije opisanih u literaturi koje se kreću od 5 do 10% (88,179,180,187). To, pak, poziva na populacijski pristup kroz mjere primarne prevencije pretilosti u adolescenciji.

Dodatno zabrinjava činjenica da oko 30% žena i 45% muškaraca u ovom istraživanju pokazuje umjereno rizičnu centralnu distribuciju masti u odrasloj dobi (definiranu kao opseg struka veći od 80 cm kod žena i 94 cm kod muškaraca). Povećana količina abdominalne masti (u europskoj populaciji definirana ranije navedenim vrijednostima opsega trbuha) povezana je s povećanim rizikom za kronične kardiovaskularne i metaboličke bolesti (125,126). U aktualnom se istraživanju kod muškaraca omjer kožnih nabora trupa i sume 4 kožna nabora između adolescencije i odrasle dobi u prosjeku povećao za 0.10 (95% CI=0.07 – 0.13), dok kod žena nije zabilježena značajna promjena u distribuciji potkožnog masnog tkiva. U istom je razdoblju zabilježena umjerena postojanost omjera kožnih nabora trupa i sume kožnih nabora u muškaraca (parcijalni  $r=0.51$ ,  $p=0.003$ ), ali ne u žena (parcijalni  $r=0.17$ ,  $p=0.47$ ). Istraživanje van Lenthea i suradnika (177) zabilježilo je sličan porast omjera kožnih nabora trupa i sume 4 kožna nabora (s tim da je umjesto nabora potkoljenice mjeren kožni nabor bicepsa) između 14. i 29. godine u muškaraca, dok se ni u toj studiji kod žena taj omjer nije promijenio. Postojanost omjera kožnih nabora u istom je istraživanju bila umjerena u oba spola ( $r=0.43$  u muških i  $0.53$  u žena; 14→29). Čini se da postojanost omjera kožnih nabora trbuha i sume 4 kožna nabora između adolescencije i odrasle dobi nije dovoljno dobra niti kod muškaraca niti kod žena da bi se taj omjer mogao koristiti u svrhu probira abdominalne pretilosti već tijekom adolescencije. Za tu svrhu bilo bi prikladnije koristiti opseg struka ili omjer opsega struka i kukova koji pokazuju znatno bolju postojanost između adolescencije i odrasle dobi nego omjeri kožnih nabora koji procjenjuju distribuciju tjelesne masti. Naime, neka longitudinalna istraživanja zabilježila su dobru postojanost opsega struka između 16. i 27. godine (189) (parcijalni  $r$  korigiran za spol= $0.78$ ), kao i dobru postojanost omjera opsega struka i kukova između 18. i 30. godine ( $r=0.65$  za muške i  $0.79$  za žene) (190). Ipak, s obzirom da je opseg struka tek odnedavno ušao u širu primjenu u dječjoj dobi, ne postoji dovoljno longitudinalnih istraživanja postojanosti abdominalne pretilosti da bi se taj indikator

količine abdominalne masti mogao preporučiti kao oruđe probira abdominalne pretilosti u dječjoj ili adolescentnoj dobi.

### **5.1.2. Pokazatelji funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava**

U ovom se istraživanju zabilježene prosječne vrijednosti vršnog primitka kisika između 15. i 18. godine kreću od 52 do 57.5 ml/kg/min, dok je kod djevojaka istodobno zabilježen vršni primitak kisika između 39 i 43.3 ml/kg/min. Takve vrijednosti vršnog primitka kisika su jednake ili čak nešto više od onih zabilježenih za isto razdoblje u ostalim europskim i američkim studijama tijekom 70. i 80.-ih godina prošlog stoljeća (35,155,191-193). Izuzetak je tek nizozemska studija u kojoj su kod dječaka zabilježene 5%, a kod djevojčica čak 10% veće vrijednosti vršnog primitka kisika u odnosu na sudionike ovog istraživanja (15). Današnji standardi za američke adolescente bilježe prosječne vrijednosti vršnog primitka kisika od 46 ml/kg/min kod dječaka te 37 ml/kg/min kod djevojčica (194) što je oko 10% manje u odnosu na vrijednosti zabilježene u aktualnom istraživanju.

Srednje vrijednosti vršnog primitka kisika u srednjoj odrasloj dobi zabilježene u aktualnom istraživanju (42.2 ml/kg/min kod muškaraca i 32.2 ml/kg/min kod žena) vrlo su bliske graničnim vrijednostima visoke funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava za populaciju Amerikanaca u dobi od 40 do 49 godina koje iznose 44 ml/kg/min za muškarce i 35 ml/kg/min za žene (195). Tek nešto manje od 13% sudionika i 10% sudionica ovog istraživanja spadalo bi u skupinu niske funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava po maloprije navedenim standardima. Ukoliko promatramo vrijednosti vršnog primitka kisika zabilježene u sličnoj dobnoj skupini u prijašnjim istraživanjima nalazimo gotovo identične prosječne vrijednosti vršnog primitka kisika u Finskoj (196) ili SAD-u (195). Uspoređujući vrijednosti vršnog primitka kisika zabilježene u odrasloj dobi sudionika ovog istraživanja sa podacima za zaposlenu populaciju u Hrvatskoj u dobi od 35.-44. godine možemo primijetiti da ispitanici u aktualnom istraživanju pokazuju puno višu razinu funkcionalne sposobnosti u odnosu na prethodno zabilježene vrijednosti zaposlene populacije (197). Naime, u istraživanju Heimera i suradnika (197) prosječni je vršni primitak kisika u muškaraca iznosio 27 ml/kg/min, što je gotovo 40% manje od prosječnih vrijednosti izmjerenih u ovom istraživanju. Slično, prosječni vršni primitak kisika žena u navedenom je istraživanju bio 26.2 ml/kg/min što je oko 20% manje od prosječnih vrijednosti zabilježenih u aktualnom istraživanju. Razliku glede vršnog primitka kisika kod muškaraca između navedenih istraživanja djelomično možemo pripisati činjenici da je u prethodnom istraživanju vršni primitak kisika procijenjen

Astrandovim testom na bicikl ergometru za koji je pokazano da podcjenjuje vršni primitak kisika za oko 20% kod muškaraca (198), dok kod žena taj test precjenjuje vršni primitak kisika za 3 do 21% (199). Također, u ovom je istraživanju vršni primitak kisika mjeren na pokretnoj traci, dok su mjerenja u prethodnom istraživanju provedena na bicikl-ergometru što bi također moglo biti uzrok razlike u vrijednostima vršnog primitka kisika zabilježene između dotičnih istraživanja. Naime, pokazano je da su vrijednosti vršnog primitka kisika mjerenog na pokretnoj traci 10-20% veće od vršnog primitka kisika koji se mjeri na biciklu.(35,63).

Za razliku od morfoloških karakteristika, postojanost funkcionalnih pokazatelja ne možemo procjenjivati jednostavnim korelacijskim koeficijentima. Naime, prema funkcionalnim pokazateljima muškarci i žene čine dvije heterogene skupine što dovodi do precjenjivanja Pearsonovih ili Spearmanovih koeficijenata korelacije. Zbog toga, iako bi prema vrijednostima jednostavnih korelacijskih koeficijenata mogli ustvrditi da je u ovom istraživanju zabilježena dobra postojanost funkcionalnih karakteristika tijekom cijelog promatranog razdoblja, promatrajući parcijalne koeficijente korigirane za spol dolazimo do drugačijih zaključaka.

Tijekom adolescencije je zabilježena umjerena do dobra postojanost relativnog vršnog primitka kisika u djevojaka ( $r=0.57$ ,  $p=0.009$ ). Istovremeno u dječaka nije pokazana značajna postojanost relativnog vršnog primitka kisika ( $r=0.01$ ,  $p=0.95$ ). Takva spolna razlika proizlazi iz znatnog porasta relativnog vršnog primitka kisika tijekom adolescentne dobi u dječaka (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] = 5.8 ml/kg/min [2.0–9.5 ml/kg/min]), dok njegova vrijednost u djevojaka istovremeno stagnira. Navedeni trendovi su u opreci s većinom prijašnjih istraživanja koja bilježe stagnaciju relativnog vršnog primitka kisika kod postpubertalnih dječaka te njegovo smanjenje kod djevojaka (10,35,193). S obzirom na istodobni rast vršne vrijednosti pulsa kisika, može se zaključiti da je porast vršnog primitka kisika između 15. i 18. godine u dječaka uzrokovan povećanjem vršnog udarnog volumena srca i/ili povećanjem vršne arterijsko-venske razlike kisika. Kako je pokazano da je porast arterio-venske razlike kisika minimalan tijekom puberteta s iznimkom godine najvećeg prirasta (200), čini se da je porast vršnog primitka kisika uvjetovan primarno povećanjem udarnog volumena srca. Drugi je važan razlog porasta relativnog vršnog primitka kisika promjena u sastavu tijela tj. porast nemasne mase tijela u promatranom razdoblju (evidentno samo u muškaraca). Naime, najveća promjena u masi dječaka zbila se između 15. i 16. godine (srednja vrijednost razlika = 4.2 kg, 95% CI = 0.4-8.1 kg). U istom razdoblju vrijednost zbroja kožnih nabora nije se promijenila (srednja vrijednost razlika = -1.1 mm, 95% CI = -7.8 - 5.6 mm), što implicira da je porast mase uvjetovan promjenama u nemasnoj masi tijela.

Istovremeno s najvećom promjenom mase zbilo se i najveće povećanje relativnog vršnog primitka kisika. Uzrok spolnim razlikama u ponašanju vršnog  $\text{VO}_2$  (pa i vršnog pulsa  $\text{O}_2$ ) je najvjerojatnije ranije spomenuta razlika u tempu sazrijevanja, tj. činjenica da su djevojke već u 15. godini završile rast, dok su dječaci rasli sve do kraja promatranog adolescentnog razdoblja. Za razliku od aktualnog istraživanja, prijašnja bilježe stagnaciju relativnog vršnog primitka kisika u dječaka između 12. i 17. godine i njegov istodobni pad u djevojaka (191). Stoga je u prijašnjim istraživanjima postojanost relativnog vršnog primitka kisika značajna i kod dječaka. Veću postojanost relativnog vršnog primitka kisika kod djevojčica nego kod dječaka bilježe i Twisk i suradnici (201), doduše u malo ranijem periodu tj. između 13. i 16. godine ( $r=0.61$  vs.  $0.49$ ). U ranijem djetinjstvu rezultati istraživanja su konzistentni i pokazuju da se postojanost relativnog vršnog primitka kisika ne razlikuje u dječaka i djevojčica te je u rangu umjerene do dobre. Između 6. i 10. godine referira se postojanost oko  $r=0.5$  (202), a vrlo slična se postojanost bilježi i između 9. i 15. godine (203-205). Pri prijelazu iz adolescencije u mlađu odraslu dob (16.→22.) rezultati su manje jasni. Dok su neka istraživanja pokazala vrlo dobru postojanost relativnog vršnog primitka kisika ( $r=0.67$ ) (15), druga za isto razdoblje bilježe slabu postojanost kod dječaka i beznačajnu kod djevojaka (178). Jedan od mogućih razloga takve diskrepancije je i veći vršni primitak kisika u prvo navedenom istraživanju u odnosu na kasnije navedeno. Naime, pokazalo se da funkcionalno najsposobniji adolescenti pokazuju bolju postojanost vršnog primitka u odnosu na one funkcionalno najmanje sposobne (203). Nadalje, u istraživanju Boreham i suradnika (178) vršni primitak kisika nije direktno mjereno, već procijenjen, i to na različit način u adolescenciji i mlađoj odrasloj dobi, što uvodi novi izvor greške i time smanjuje postojanost vršnog primitka kisika.

Primitak kisika pri aerobnom pragu nije pokazao značajnu postojanost u adolescenciji, dok je postojanost primitka kisika pri anaerobnom pragu u istom razdoblju bila umjerena (regresijski koeficijent  $\beta=0.39$ ; parcijalni  $r=0.41$ ,  $p=0.01$ ). Shodno tome, iako je apsolutno povećanje primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu u navedenom razdoblju bilo podjednako (aritmetička sredina razlika [95% interval pouzdanosti] =  $4.2$  [ $2.0 - 6.4$ ] ml/kg/min vs.  $4.8$  [ $1.6 - 8.1$ ] ml/kg/min), u relativnim se odnosima aerobni prag više povećao (17 % vs. 11 %). Budući da aerobni prag označava intenzitet aktivnosti pri kojem dolazi do prvog povećanja koncentracije laktata u krvi, povećanje primitka kisika pri aerobnom pragu tijekom adolescencije označava povećanje oksidativnih kapaciteta u mišićima tj. povećanje količine ili aktivnosti oksidativnih enzima u mitohondriju ili povećanje broja mitohondrija po stanici. Anaerobni prag označava intenzitet aktivnosti pri kojem dolazi do eksponencijalnog



porasta koncentracije laktata u plazmi kao i njihovog nakupljanja. Povećanje primitka kisika pri anaerobnom pragu tijekom adolescencije govorilo bi u prilog povećanja puferskih kapaciteta u plazmi (poglavito povećanje koncentracije bikarbonatnih iona) i/ili u mišićima (poglavito proteinskih pufera).

Za razliku od adolescentnog perioda, relativni se vršni primitak kisika između adolescencije i odrasle dobi u ovom istraživanju znatno smanjio. Pad vrijednosti relativnog vršnog primitka kisika je bio nešto strmiji kod muškaraca (15.5 ml/kg/min [11.7 -19.3 ml/kg/min] ili gotovo 30 %) nego kod žena (10.6 ml/kg/min [5.7 - 15.6 ml/kg/min] ili 25 %). Istodobno, apsolutni vršni primitak kisika zabilježio je blagi pad kod muškaraca (0.3 L/min [0.1 - 0.6 L/min] ili 8 %) dok kod žena opažena promjena nije bila značajna (0.3 L/min [-0.1 - 0.7 L/min]). S obzirom na veliki istodobni porast mase (prosječno oko 10 kg u žena i čak 17 kg u muškaraca) i na činjenicu da je većina te mase masno tkivo (s obzirom na istodobni porast debljine kožnih nabora), čini se razumnim pretpostaviti da je upravo porast mase najodgovorniji za smanjenje relativnog primitka kisika budući da on označava potrošnju kisika po jedinici tjelesne mase. Ipak, dva su razloga koja govore u prilog tvrdnje da je smanjenje vršnog relativnog primitka kisika od adolescencije do odrasle dobi barem djelomično neovisno o istodobnom porastu mase. Prvo, apsolutni primitak kisika također se smanjuje (iako znatno manje no relativni) i drugo, nakon kontroliranja povezanosti vrijednosti primitka kisika u adolescenciji i odrasloj dobi za promjene mase u navedenom razdoblju, postojanost relativnog vršnog primitka kisika se ne gubi već se tek neznatno smanjuje (parcijalni korelacijski koeficijent se smanjuje sa 0.30 na 0.28, p vrijednost ostaje 0.04).

Smanjenje vršnog primitka kisika opaženo u aktualnom istraživanju puno je veće od dosad opisanog. Naime, iz podataka dobivenih transverzalnim studijama predviđa se prosječno smanjenje primitka kisika za 10% po dekadi (77,78), dok kratkotrajne longitudinalne studije procjenjuju se da se vršni primitak kisika smanjuje oko 5 % između 20. i 30. godine te dodatnih 7-8 % između 30. i 40. godine (80). Preneseno na vrijednosti vršnog primitka kisika u ovom istraživanju smanjenje bi trebalo iznositi oko 7-10 ml/kg/min u muškaraca i 6-8 ml/kg/min kod žena što je od 20-50 % manje od stvarno zabilježenog smanjenja. Mogući razlog tako velikog smanjenja relativnog vršnog primitka kisika je njegova izrazito visoka vrijednost tijekom adolescencije (srednja vrijednost od 57.4 ml/kg/min kod muškaraca i 42.3 ml/kg/min kod žena). U većini sličnih istraživanja prosječne vrijednosti vršnog primitka kisika u tom životnom razdoblju bile su puno niže (109,178). S druge strane, longitudinalno istraživanje sa sličnim vrijednostima vršnog primitka kisika tijekom adolescencije zabilježilo je njegov puno manji pad u kasnijim godinama. Naime, u

Amsterdamskoj studiji rasta i zdravlja vrijednosti se smanjuju s oko 58 ml/kg/min u 16. godini na 51 ml/kg/min u 36. godini kod muškaraca i s oko 46 ml/kg/min na 41 ml/kg/min u istom periodu kod žena (15). Veće smanjenje vršnog primitka kisika u našoj studiji zabilježeno je unatoč podjednakom prirastu indeksa tjelesne mase u oba istraživanja (oko 5 kg/m<sup>2</sup> kod muškaraca i 3 kg/m<sup>2</sup> kod žena) što govori u prilog uloge smanjenja količine tjelesne aktivnosti u opaženom smanjenju vrijednosti relativnog vršnog primitka kisika.

Smanjenje vršnog primitka kisika pratilo je još i veće smanjenje primitka kisika pri aerobnom pragu te posebno pri anaerobnom pragu (31% odnosno 35%), s tim da smanjenje nije bilo veće kod muškaraca u odnosu na žene kao u slučaju vršnog primitka kisika. Zbog toga se u odrasloj dobi anaerobni prag bilježi na nižem postotku vršnog primitka kisika nego u adolescenciji (77% vs. 85%). Ta činjenica, s obzirom da je utvrđeno da se kod treniranih osoba anaerobni prag pojavljuje na vrijednosti primitka kisika bliže maksimalnoj u odnosu na netrenirane (36), također ukazuje da smanjenje relativnog vršnog primitka kisika nije uzrokovano samo povećanjem masne mase, već je za to djelomično odgovorno i smanjenje količine tjelesne aktivnosti (pogotovo intenzivne tjelesne aktivnosti koja je najodgovornija za povećanje aerobnih sposobnosti). Iako takvo smanjenje nije moguće analizirati budući da tjelesna aktivnost nije bila mjerena u adolescenciji, ono je vrlo vjerojatno s obzirom na iznimno nisku količinu tjelesne aktivnosti zabilježenu u odrasloj dobi (u 43% ispitanika nije uopće zabilježena takva aktivnost dok je u dodatnih 37% zabilježeno manje od 30 minuta tjelesne aktivnosti visokog intenziteta tjedno).

Između adolescentne i srednje odrasle dobi postojanost vršnog relativnog primitka kisika nije različita kod muškaraca i žena i spada u rang slabe do umjerene postojanosti (regresijski koeficijent  $\beta=0.35-0.37$ ; parcijalni  $r=0.30-0.32$ ,  $p=0.03$ ). Također, nema velike razlike u postojanosti relativnog vršnog primitka kisika bez obzira uzmemo li kao početnu dob 15. ili 18. godinu ispitanika. Dosadašnja istraživanja zabilježila su sličnu razinu postojanosti relativnog vršnog primitka kisika usprkos kraćem razdoblju praćenja i završetku u mlađoj odrasloj dobi. Primjerice u Amsterdamskoj longitudinalnoj studiji rasta i zdravlja pokazana je umjerena postojanost vršnog primitka kisika između 16. i 27. godine ( $r=0.36$ ) (15). U nešto kraćem vremenskom intervalu (17.→25.) Anderssen i Haraldsdottir (206) bilježe koeficijente korelacije od 0.35 za muškarce i 0.45 za žene. Slabu postojanost relativnog vršnog primitka kisika ( $r=0.20-0.25$ ) u sličnom razdoblju zabilježili su i Cleland i suradnici (207), no treba naglasiti da u tom istraživanju vršni primitak kisika nije bio mjeran već procijenjen što uvjetuje smanjuje korelacijskih koeficijenata budući da se povećava

greška mjerenja. Rezultati ovog istraživanja, zajedno s ranije navedenim istraživanjima, ukazuju da je postojanost vršnog relativnog primitka kisika umjerena bilo da se promatra tranzicija između adolescentne i mlađe odrasle dobi ili adolescentne i srednje odrasle dobi. Doista, pokazano je da je postojanost relativnog vršnog primitka kisika između mlađe i srednje odrasle dobi umjereno dobra ( $r \approx 0.60$  za  $30. \rightarrow 35.$  i  $35. \rightarrow 40.$ ) (208).

S obzirom da je pokazano da pojedinci s niskim vrijednostima funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava (<25 percentila) imaju mnogo veći rizik kardiovaskularnog mortaliteta nameće se potreba za probirom niske funkcionalne sposobnosti i pravodobnom intervencijom (133). Slaba do umjerena postojanost pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava između adolescencije i srednje odrasle dobi zabilježena u ovom istraživanju ne podupire probir niske funkcionalne sposobnosti tijekom adolescencije niti interventne programe namijenjene samo rizičnim skupinama adolescenata.

U trenutnom istraživanju značajna postojanost primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu između adolescentne i odrasle dobi nije zabilježena. Mogući razlog za slabiju postojanost primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu u odnosu na vršni primitak kisika su dvojaki. Prvo, primitak kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu osjetljiv je na razlike u protokolu, dok je vršni primitak kisika neovisan o protokolu, barem u nesportaša (151-154). Razlike u protokolima testa opterećenja kojima su provedena mjerenja vršnog primitka kisika u adolescenciji i odrasle dobi, iako male (oba protokola bila su inkrementna s podjednakim trajanjem stupnja, jednakim povećanjem nagiba, ali je brzina na početku protokola u adolescenciji bila za 4 km/h veća od one u protokolu iz odrasle dobi, a i povećavala se za 0.2 km/h više u protokolu primijenjenom u adolescenciji), mogle su pridonijeti grešci pri određivanju pragova. Drugo, aerobni i anaerobni prag osjetljiviji su od vršnog primitka kisika na trening (a time i na količinu intenzivne tjelesne aktivnosti). Naime, u vrhunskih je sportaša pokazano povećanje primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu tijekom natjecateljske sezone (za 8 % odnosno 6 %), dok se istodobno vršni primitak kisika nije promijenio (40).

S obzirom da u dosadašnjoj literaturi ne postoje longitudinalna istraživanja aerobnog i anaerobnog praga usporedba s prijašnjim istraživanjima nije moguća.

Uspoređujući postojanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava zabilježenu u trenutnom istraživanju, primjećujemo da morfološke karakteristike pokazuju veću postojanost tijekom adolescencije, a posebice

između adolescencije i odrasle dobi. Sličan je odnos već opisan u literaturi. U istraživanju Twiska i suradnika (54) količina tjelesne masti pokazuje dobru postojanost iz adolescencije u odraslu dob, dok su funkcionalna sposobnost kardiovaskularnog sustava i tjelesna aktivnost obilježeni dvostruko manjim koeficijentima stabilnosti. Više nego dvostruko veći koeficijenti postojanosti za indeks tjelesne mase u odnosu na vršni primitak kisika zabilježeni su i tijekom adolescencije (15) te u prijelazu iz adolescencije u mlađu odraslu dob (178). Jedno od predloženih objašnjenja za toliku razliku u postojanosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava je puno veća greška vezana uz mjerenje vršnog primitka kisika u odnosu na mjerenje mase i visine tijela. Dok razlike u mjerenju mase tijela iznose od tek nekoliko grama pri mjerenjima isti dan, do jednog kilograma (oko 1,5%) ako se mjerenja odvijaju u dva uzastopna dana (209), greške pri mjerenju vršnog primitka kisika procjenjuju se na 4,5 ml/kg/min kod djece (210) ili 4-6 % kod zdravih odraslih osoba (211). Razlike u postojanosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava zabilježene u ovoj studiji, dakle, vjerojatno se ne mogu pripisati samo grešci mjerenja, ali je zbog greške mjerenja vršnog primitka kisika postojanost funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava znatno podcijenjena.

## **5.2. Prediktivna vrijednost pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi za vrijednosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti u odrasloj dobi**

U ovom su istraživanju svi promatrani morfološki pokazatelji statusa uhranjenosti u odrasloj dobi (indeks tjelesne mase, zbroj 4 kožna nabora, opseg struka i omjer opsega struka i kukova) bili povezani s barem jednim od pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava iz adolescentne dobi (vršni primitak kisika, primitak kisika pri aerobnom pragu i primitak kisika pri anaerobnom pragu). Indeks tjelesne mase bio je pojedinačno povezan sa sva 3 promatrana pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u 15. godini: standardizirani regresijski koeficijent  $\beta = -0.45$  ( $p=0.03$ ) za vršni primitak kisika,  $\beta = -0.36$  ( $p=0.02$ ) za primitak kisika pri aerobnom pragu i  $\beta = -0.63$  ( $p<0.001$ ) za primitak kisika pri anaerobnom pragu. Nadalje, povezanost anaerobnog praga u 15. godini i indeksa tjelesne mase u odrasloj dobi nezavisna je od vršnog primitka kisika što je pokazala multivarijatna analiza sa sva tri pokazatelja funkcionalne sposobnosti

kardiorespiratornog sustava u modelu zajedno sa spolom. U takvoj je analizi jedino anaerobni prag pokazao povezanost s indeksom tjelesne mase neovisnu o ostalim funkcionalnim značajkama ( $\beta = -0.84$ ,  $SE_{\beta} = 0.28$ ,  $p = 0.005$ ).

Nasuprot tome, u 18. je godini samo primitak kisika pri anaerobnom pragu povezan s indeksom tjelesne mase u srednjoj odrasloj dobi (regresijski koeficijent  $\beta = -0.40$ ,  $SE_{\beta} = 0.19$ ,  $p = 0.04$ ).

Anaerobni prag je, također, jedini pokazatelj funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava čije su vrijednosti u adolescenciji uspješno predvidjele vrijednosti zbroja kožnih nabora i opsega trbuha u kasnijoj odrasloj dobi ( $\beta = -0.58$ ,  $SE_{\beta} = 0.18$ ,  $p = 0.003$  odnosno  $\beta = -0.41$ ,  $SE_{\beta} = 0.13$ ,  $p = 0.003$ ). Navedene povezanosti nisu se znatno promijenile kad je primitak kisika pri anaerobnom pragu u multivarijantnoj analizi kontroliran za vršni primitak kisika i primitak kisika pri aerobnom pragu.

Za razliku od opsega struka, drugi indikator rizične distribucije masti, omjer opsega struka i kukova, nije pokazao povezanost s primitkom kisika pri anaerobnom pragu, ali je zamijećena pozitivna povezanost s relativnim vršnim primitkom kisika u 18. godini ( $\beta = 0.25$ ,  $SE_{\beta} = 0.11$ ,  $p = 0.04$ ). Usprkos neznačajnosti interakcije spola i vršnog primitka kisika, ova naizgled paradoksalna pozitivna povezanost po kojoj bi pojedinci s većim relativnim vršnim primitkom kisika u adolescentnoj dobi u kasnijem životu imali rizičniju raspodjelu masti s dominantnim nakupljanjem masti u području trbuha, posredovana je ženskim ispitanicima ovog istraživanja i rezultat je spolnih specifičnosti u distribuciji masti. Naime, ženski tip distribucije masti karakteriziran je vrlo niskim omjerom opsega struka i kukova zbog nakupljanja masti u donjem dijelu tijela (području bedara i kukova). Sudionice u ovom istraživanju s višim vrijednostima vršnog primitka kisika u adolescenciji uglavnom su imale i viši WHR u odrasloj dobi od ostalih ispitanica što označava tzv. androidnu raspodjelu masti - Pearsonov koeficijent korelacije između  $VO_{2\text{vršni}}$  u 18. godini i WHR-a je iznosio 0.44 ( $p = 0.05$ ). Nasuprot tome, kod muškaraca vršni primitak kisika u 18. godini nije bio povezan s WHR-om ( $r = 0.18$ ,  $p = 0.32$ ). Treba istaknuti da je WHR u 90 % ispitanih žena bio ispod granice koja označava rizičnu distribuciju masti. Da je takva paradoksalna povezanost  $VO_{2\text{vršni}}$  i WHR-a posredovana ženskim ispitanicima potvrđuje i povezanost primitka kisika pri aerobnom pragu u 15. godini s omjerom struka i kukova u odrasloj dobi. Naime, u žena je zamijećena pozitivna povezanost te dvije značajke, dok se u muškaraca značajna povezanost ne bilježi ( $\beta = 0.49$ ,  $SE_{\beta} = 0.21$ ,  $p = 0.03$  žene;  $\beta = -0.15$ ,  $SE_{\beta} = 0.18$ ,  $p = 0.42$  muškarci).

Koji su mogući razlozi jačih povezanosti primitka kisika pri anaerobnom pragu u adolescenciji s kasnijim morfološkim pokazateljima statusa uhranjenosti u odnosu na vršni primitak kisika?

Prvo, aerobni i anaerobni prag osjetljiviji su pokazatelji aerobnog kapaciteta organizma (tj. funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava) nego vršni primitak kisika. Usporedba profesionalnih i amaterskih biciklista u istraživanju Lucie (39) pokazala je da obje skupine imaju jednak vršni primitak kisika, dok su aerobni i anaerobni prag značajno viši u profesionalaca. Također, u vrhunskih sportaša zabilježena su povećanja primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu tijekom natjecateljske sezone bez istovremene promjene vršnog primitka kisika (40). Slično, primitak kisika pri aerobnom pragu pokazao se kao osjetljiviji prediktor postoperativnog rizika (42) te rizika rane smrti kod pacijenata s kongestivnim zatajenjem srca nego vršni primitak kisika (41).

Drugo, pokazano je da je reproducibilnost primitka kisika pri aerobnom pragu vrlo slična kao i ona za vršni primitak kisika ( $r=0.91$  vs.  $r=0.95$ ) (212). Također, nema velike razlike između reproducibilnosti aerobnog i anaerobnog praga ( $r=0.94$  vs.  $0.96$ ) (213). Međutim, za razliku od aerobnog i anaerobnog praga, vršni primitak kisika ovisi o motivaciji (36). Primjerice, u 11 od 255 provedenih testova opterećenja ( $\approx 5\%$  provedenih testova) u ovom istraživanju nisu bili ispunjeni kriteriji za maksimalno opterećenje.

Nekoliko europskih longitudinalnih studija promatralo je povezanost funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescenciji s pokazateljima pretilosti i drugim kardiovaskularnim čimbenicima rizika u kasnijem životu. Sve te studije, bez obzira bile one limitirane na rane 20. (109,110) ili rane 30. godine (111), bilježe slabe do umjerene inverzne povezanosti funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava s količinom masnog tkiva ( $\beta = -0.34-0.38$ ), dok je inverzna povezanost funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i opsega struka zabilježena jedino u Amsterdamskoj longitudinalnoj studiji (111) i to samo kod žena ( $\beta = -0.26$ ). Povezanost funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava s ostalim faktorima rizika (npr. arterijski krvni tlak ili razina lipida u serumu), nezavisno od debljine, nije utvrđena. Nažalost, navedena istraživanja nisu promatrala anaerobni prag kao pokazatelj funkcionalne sposobnosti kardiovaskularnog sustava. Rezultati ovog istraživanja u kojem je primitak kisika pri anaerobnom pragu u adolescenciji iskazao jače povezanosti s pokazateljima statusa uhranjenosti u odrasloj dobi u odnosu na vršni primitak kisika sugeriraju da bi on mogao biti jače povezan i s ostalim kardiovaskularnim čimbenicima rizika od vršnog primitka kisika.

Eisenmann i suradnici (116) su također pokazali umjerene negativne povezanosti aerobne izdržljivosti u adolescentnoj dobi (procijenjene kroz trajanje maksimalnog ergometrijskog testa na pokretnoj traci) s pokazateljima debljine u kasnim dvadesetim godinama. Povezanost aerobne izdržljivosti je bila najjača s postotkom tjelesne masti ( $r=-0.47$ ), te nešto manja s opsegom struka i indeksom tjelesne mase ( $r=-0.38$  odnosno  $r=-0.34$ ). Nakon što su se u analize uključile korekcije za vrijednosti aerobne izdržljivosti izmjerene u odrasloj dobi navedene povezanosti izgubile su značajnost. Slijedom toga autori su zaključili da je utjecaj fitnesa u adolescenciji na parametre za procjenu pretilosti nije direktan već indirektan kroz postojanost aerobne izdržljivosti između adolescencije i odrasle dobi. Rezultati ovog istraživanja ne podupiru takav zaključak. Naime kad smo vrijednosti primitka kisika pri anaerobnom pragu u adolescenciji korigirali za njegove vrijednosti u odrasloj dobi, povezanosti s pokazateljima statusa uhranjenosti u odrasloj dobi nisu nestale već tek malo oslabile. Parcijalni korelacijski koeficijent između primitka kisika pri anaerobnom pragu i indeksa tjelesne mase smanjio se s  $r=-0.51$ ,  $p<0.001$  na  $r=-0.47$ ,  $p=0.002$ , sume kožnih nabora s  $r=-0.43$ ,  $p=0.003$  na  $r=-0.42$ ,  $p=0.005$ , te opsega struka s  $r=-0.45$ ,  $p=0.003$  na  $r=-0.39$ ,  $p=0.01$ . Navedene povezanosti su ostale značajne te se nisu bitno promijenile niti uključivanjem adolescentnih vrijednosti ostalih pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u model. Također, primitak kisika pri aerobnom pragu u 15. godini ostao je značajno povezan s indeksom tjelesne mase u odrasloj dobi (parcijalni  $r$  se smanjio s  $-0.32$  na  $-0.31$ ,  $p$  vrijednost je ostala  $0.02$ ). S druge strane, nakon korekcije za njegove vrijednosti izmjerene u odrasloj dobi, vršni relativni primitak kisika mjeren u 15. godini više nije pokazivao povezanost s vrijednostima indeksa tjelesne mase u odrasloj dobi (parcijalni  $r=-0.19$ ,  $p=0.20$ ). Iz toga možemo zaključiti da primitak kisika pri aerobnom i pogotovo anaerobnom pragu u adolescenciji ima direktan utjecaj na pokazatelje statusa uhranjenosti u odrasloj dobi, ali ne i indirektan s obzirom na slabu postojanost. Nasuprot tome, utjecaj vršnog primitka kisika u adolescenciji na pokazatelje pretilosti u odrasloj dobi je indirektan kroz povezanost vršnog primitka kisika između adolescencije i odrasle dobi.

Ovo istraživanje je pokazalo da je smanjenje anaerobnog praga u 15. godini za  $1 \text{ ml/kg/min}$  povezano s indeksom tjelesne mase u odrasloj dobi većim za  $0.31 \text{ kg/m}^2$ . Drugim riječima  $3 \text{ ml/kg/min}$  manji primitak kisika pri anaerobnom pragu u adolescentnoj dobi ( $\approx 6\%$ ) uvjetuje  $1 \text{ kg/m}^2$  veći BMI-a u srednjoj odrasloj dobi. S kliničkog gledišta takvo povećanje indeksa tjelesne mase povezano je s većim rizikom od slijedećih bolesti: dijabetesa tipa 2 -  $25\%$  (214), koronarnih incidenata -  $10\%$  (215), kongestivnog zatajenja srca -  $5-7\%$  (216) i

moždanog udara - 6% (217). Slično, 1 ml/kg/min manji primitak kisika pri anaerobnom pragu u 15. godini uvjetuje povećanje opsega trbuha u odrasloj dobi za 0.6 cm te povećanje sume kožnih nabora u odrasloj dobi za 12 mm. Treba također napomenuti da je funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava s mnogim aspektima zdravlja (npr. s osjetljivošću na inzulin te pojedinim hemostatskim pokazateljima) povezana i neovisno o pretilosti (218).

### **5.3. Povezanost morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi s razinom uobičajene tjelesne aktivnosti u odrasloj životnoj dobi**

Prosječni dnevni utrošak energije vezan uz tjelesnu aktivnost procijenjen Sensewear Armband multi-senzornim mjeračem energetske potrošnje u ovom istraživanju (545 kcal/dan u muškaraca i 376 kcal/dan kod žena) mnogo je manji u odnosu na rezultate nedavnog populacijskog istraživanja o tjelesnoj aktivnosti u Hrvatskoj (219). Razlika u odnosu na ispitanike navedenog istraživanja slične dobi iznosi oko 150 Kcal/dan kod muškaraca i 120 Kcal/dan kod žena što predstavlja 22% odnosno 26% manji dnevni utrošak energije vezan uz tjelesnu aktivnost. Doduše, treba napomenuti da je usporedba između ova dva istraživanja ne može biti direktna budući da je u istraživanju Jurakića i suradnika utrošak energije vezan uz tjelesnu aktivnost procijenjen pomoću upitnika (International Physical Activity Questionnaire - IPAQ), dok je u aktualnom istraživanju on mjeren multi-senzornim uređajem. Naime, pokazano je da IPAQ precjenjuje količinu tjelesne aktivnosti u odnosu na akcelerometre za otprilike 165% (220).

Nasuprot tome, razina tjelesne aktivnosti ispitanika u ovom istraživanju procijenjena Baeckeovim upitnikom ne razlikuje se previše od one zabilježene za urbanu populaciju u Republici Hrvatskoj (221). Razlike po spolu glede ukupne količine tjelesne aktivnosti i relativnog dnevnog utroška energije u ovom istraživanju nisu zabilježene, što je u skladu s prijašnjim zapažanjima u osoba srednje odrasle dobi (87,219,221). Nasuprot tome, nekoliko je istraživanja zabilježilo veću aktivnost muškaraca u odnosu na žene, posebno glede tjelesne aktivnosti visokog intenziteta (222,223).

Razina tjelesne aktivnosti zabilježena u ovom istraživanju teško je usporediva sa ostalim europskim i svjetskim istraživanjima zbog razlika u metodama korištenim za procjenu tjelesne aktivnosti. Ipak, uspoređujući ovo istraživanje s prijašnjim istraživanjima koja su procjenjivala tjelesnu aktivnost objektivnim metodama (doduše akcelerometrima) opaža se



znatno viša razina tjelesne aktivnosti u aktualnom istraživanju u odnosu na prijašnja. Središnja vrijednost umjerene i intenzivne tjelesne aktivnosti Šveđana u dobi od 25 do 45 godina iznosila 35 minuta (oko 55 minuta manje no u aktualnom istraživanju) (87). Kod odraslih Amerikanaca zabilježeno je oko 80 minuta umjerene tjelesne aktivnosti u muškaraca i oko 50 minuta u žena (223). Količina intenzivne tjelesne aktivnosti u istom istraživanju bila je oko 7 minuta na dan bez razlika među spolovima. Za razliku od toga u nacionalno reprezentativnom uzorku zabilježena je znatno manja razina tjelesne aktivnosti u odraslih Amerikanaca, oko 40 minuta umjerene i intenzivne tjelesne aktivnosti na dan kod muškaraca te oko 20 minuta dnevno kod žena (224).

Povezanosti vrijednosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescenciji s kasnijom razinom tjelesne aktivnosti procijenjene multi-senzornim uređajem većinom nisu zamijećene. Opažena je tek značajna umjerena povezanost indeksa tjelesne mase i zbroja kožnih nabora u adolescentnoj dobi s ukupnim relativnim dnevnim utroškom energije u odrasloj dobi, no ne i s utroškom energije vezanim uz tjelesnu aktivnost. Nadalje, primitak kisika pri anaerobnom pragu u adolescentnoj dobi bio je umjereno povezan s količinom aktivnosti visokog intenziteta 18-25 godina kasnije (parcijalni  $r=0.32$ ,  $p=0.04$ ). Iz kliničke perspektive te su povezanosti zanemarive. Povećanje primitka kisika pri anaerobnom pragu za 1 ml/kg/min u adolescentnoj dobi rezultirat će povećanim trajanjem intenzivne aktivnosti u odrasloj dobi od tek 0.3 minute dnevno. Slično, smanjenje indeksa tjelesne mase za 1 kg/m<sup>2</sup> u adolescentnoj dobi rezultirat će 0.7 Kcal/kg većim ukupnim dnevnim utroškom energije (dakle oko 50 kcal za osobu prosječne tjelesne mase), dok bi se za isti učinak zbroj kožnih nabora u adolescentnoj dobi trebao smanjiti za 5 mm.

Opisane relacije u skladu su s dosadašnjim saznanjima. Kemper i suradnici (225) bilježe umjerenu povezanost vršnog primitka kisika u adolescenciji i količine tjelesne aktivnosti u 33. godini, no samo u žena ( $\beta=0.34$ ). Iako malen broj ispitanika u ovom istraživanju generalno ne dozvoljava spolno specifične analize, one daju naslutiti da je povezanost primitka kisika pri anaerobnom pragu i količine intenzivne tjelesne aktivnosti u aktualnom istraživanju također jača u žena. Slabe povezanosti funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava s tjelesnom aktivnosti bilježe i Beunen i suradnici (226) koji su opisali su da različite komponente fitnesa u adolescenciji objašnjavaju tek 2-3% varijance objektivno mjerene tjelesne aktivnosti u 40. godini.

U aktualnom istraživanju uglavnom nisu zabilježene povezanosti morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescenciji s komponentama tjelesne aktivnosti procijenjenih Baeckeovim upitnikom. Iznimka je tek povezanost primitka kisika pri aerobnom pragu u 18. godini i vrijednosti indeksa sporta u odrasloj dobi. Nešto snažnije povezanosti funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava i tjelesne aktivnosti procijenjene sa sportskim indeksom Baeckeovog upitnika (17-23 % objašnjene varijance) opazili su Beunen i suradnici (226). Nadalje, niti u tom istraživanju radni indeks ni indeks slobodnog vremena ne pokazuju značajnu povezanost s funkcionalnom sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescenciji. U opsežnijoj analizi istih autora zbroj kožnih nabora pokazao je slabu inverznu povezanost s vrijednostima radnog indeksa ( $r = -0.13$ ) i slabu pozitivnu povezanost s vrijednostima indeksa slobodnog vremena ( $r = 0.12$ ), dok je puls u oporavku bio inverzno povezan s vrijednostima radnog indeksa ( $r = -0.23$ ) i indeksa sporta ( $r = -0.17$ ) (227).

Iz sveg navedenog može se zaključiti da je povezanost razine aktivnosti u odrasloj dobi s indikatorima funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava tijekom adolescencije slaba. Čini se da su funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava i tjelesna aktivnost ipak dva različita koncepta te da razina funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava tijekom adolescencije ne može točno predvidjeti buduću (ne)aktivnost.

#### **5.4. Prednosti i nedostaci istraživanja**

Najveća prednost ovog istraživanja je longitudinalan dizajn te dugo vrijeme praćenja. Nadalje, svi promatrani morfološki pokazatelji statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava mjereni su direktno uz relativno malu pogrešku. To se pogotovo odnosi na vršni primitak kisika koji je direktno spiroergometrijski mjereno tijekom maksimalnog progresivnog testa na pokretnoj traci. Koliko znamo, uz 'Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study', ovo je jedino longitudinalno istraživanje direktno mjenog vršnog primitka kisika koje se proteže iz adolescencije u odraslu dob, s tim da je u ovom istraživanju razdoblje praćenja oko 10 godina duže. Također, prema našim saznanjima, ovo je jedino longitudinalno istraživanje koje uključuje određivanje primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu, i to u svim mjerenjima tijekom istraživanja.

Nadalje, tjelesna aktivnost u odrasloj dobi također je, uz procjenu upitnikom, mjerena jednom od najboljih terenskih metoda - multi-senzornim uređajem. Ta je metoda pogotovo pogodna ukoliko želimo proučavati količinu tjelesne aktivnosti različitog intenziteta, a ne samo njenu apsolutnu količinu.

Nekoliko je nedostataka ovog istraživanja vrijedno spomena. Prvo, ovo se istraživanje zasniva na relativno malom broju ispitanika. Osim nekoliko manjih istraživanja, većina studija koje su pratile postojanost funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u sličnom vremenskom razdoblju baziraju se na 2-8 puta većem broju ispitanika (228), dok je postojanost pokazatelja statusa uhranjenosti istraživana i na 13 puta većem broju ispitanika (180). Nadalje, osipanje uzorka u ovom istraživanju bilo je prilično veliko, čak 40% ispitanika s početka istraživanja nije ostalo u istraživanju do njegova završetka. Ako uzmemo u obzir brojne probleme koji opterećuju longitudinalne studije, ovakav broj odustanaka ne treba čuditi. U usporedivim longitudinalnim studijama referira se gubitak od 30 do čak 70% ispitanika tijekom višegodišnjeg trajanja istraživanja (228). Toliki broj odustanaka ne predstavlja nužno velik problem ukoliko se ne radi o selektivnom odustajanju ekstremnih skupina ispitanika. Budući da su analize pokazale kako nije bilo razlike glede pokazatelja debljine ili aerobne sposobnosti između ispitanika koji su odustali i onih koji su ostali u studiji, čini se da veliki broj odustanaka nije mogao bitno utjecati na rezultate ovog istraživanja. Naposljetku, budući da ne postoji podatak o stupnju sazrijevanja ispitanika tijekom adolescencije, ne može se isključiti učinak različitog tempa sazrijevanja na dobivene rezultate.

U pokušaju generalizacije rezultata istraživanja na opću populaciju malen broj ispitanika predstavlja velik problem. Budući da kohorta nije nacionalno reprezentativna, već su svi ispitanici iz Grada Zagreba, pokušali smo usporediti neke njihove socio-demografske karakteristike sa zagrebačkom populacijom. U odnosu na prosječnu populaciju Zagrepčana naši ispitanici bili su bolje obrazovani - 52% imalo je završen fakultet ili viši stupanj obrazovanja za razliku od oko 25% građana Zagreba prema zadnjem popisu stanovništva (229). Slično, njihov je imovinski status također bolji od prosječnog - 45% kućanstava zarađuje više od 2 prosječne plaće u Gradu Zagrebu. S druge strane, navika pušenja slična je kao u općoj populaciji - 23% muškaraca i 27% žena koje su sudjelovali u istraživanju su bili pušači prema 25% i 22% u populaciji (230). S obzirom na toliki broj visoko obrazovanih ispitanika, moguće je da osobe nižeg stupnja obrazovanja ili lošijeg imovinskog stanja nisu

bile u mogućnosti odvojiti vrijeme potrebno za sudjelovanje u ispitivanju, što je moglo dovesti do pristranosti uzorka. Pokazano je da je stupanj obrazovanja pozitivno povezan s količinom sportskih aktivnosti (221) kao i s razinom tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme (219). Nadalje, mnoga istraživanja zabilježila su inverznu povezanost socio-ekonomskog položaja i debljine (231). Isto tako, u osoba višeg socio-ekonomskog položaja u odrasloj dobi istraživanja bilježe manje promjene indeksa tjelesne mase između djetinjstva i odrasle dobi, kao i manji porast prevalencije pretilosti (232). Također, odrasle osobe nižeg socio-ekonomskog statusa češće su nedovoljno aktivne (233). Uz to, opaženo je da tjelesna aktivnost pokazuje bolju postojanost kod osoba s konstantno visokim ili uspinjućim socio-ekonomskim položajem (207). Dakle, pristranost uzorka u smislu većeg broja visokoobrazovanih osoba i osoba visokog socio-ekonomskog statusa mogla je dovesti do precjenjivanja postojanosti pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava. Ipak, dodavanje socio-ekonomskog položaja u linearne regresijske modele pri procjeni postojanosti bilo morfoloških pokazatelja statusa uhranjenosti, bilo funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava, nije rezultiralo znatnijim promjenama veličine i značajnosti indikatora postojanosti.

## 6. ZAKLJUČAK

- Između 15. i 18. godine kod djevojaka nisu zabilježene značajne promjene indeksa tjelesne mase, kao ni količine i distribucije potkožnog masnog tkiva. U istom razdoblju kod dječaka se opazilo povećanje vrijednosti indeksa tjelesne mase koje je posljedica povećanja količine nemasne mase, budući da se nije zabilježena istovremena promjena količine potkožnog masnog tkiva. Distribucija potkožnog masnog tkiva od 15. do 18. kod dječaka postala je sve centralnija.
- U periodu od 15. do 18. godine kod djevojaka nisu opažene promjene apsolutnog niti relativnog vršnog primitka kisika kao ni pulsa kisika, dok su se istovremeno kod dječaka i apsolutni i relativni vršni primitak i puls kisika povećali. Nasuprot tome, primitak kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu u istom se razdoblju jednako povećao u oba spola.
- Između 18. godine i srednje odrasle dobi u oba se spola zamijetio veliki porast vrijednosti indeksa tjelesne mase i količine potkožne masti s tim da je taj porast znatno veći kod muškaraca. Pomak k centralnijoj distribuciji potkožnog masnog tkiva u istom se razdoblju bilježio se samo u muškaraca, no ne i u žena.
- Od 18. godine do srednje odrasle dobi apsolutni vršni primitak kisika u žena se nije mijenjao, dok se u muškaraca opazilo blago smanjenje vrijednosti apsolutnog vršnog primitka kisika. Istovremeno, relativni vršni primitak kisika kao i primitak kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu, znatno su se smanjili i to podjednako u oba spola.
- Između 15. i 18. godine indeks tjelesne mase i količina potkožnog masnog tkiva pokazali su vrlo dobru postojanost u oba spola, dok je postojanost distribucije potkožnog masnog tkiva bila nešto manja, no još uvijek dobra.
- postojanost apsolutnog i relativnog vršnog primitka kisika između 15. i 18. godine u djevojaka bila je dobra, dok se u istom razdoblju kod dječaka postojanost nije zamijetila. Postojanost primitka kisika pri aerobnom pragu tijekom adolescencije nije zabilježena niti kod jednog spola, dok je postojanost primitka kisika pri anaerobnom pragu bila umjerena.

- Između adolescencije i srednje odrasle dobi opažena je dobra postojanost indeksa tjelesne mase i umjerena postojanost količine potkožnog masnog tkiva u oba spola. U istom je razdoblju distribucija potkožnog masnog tkiva pokazala dobru postojanost u muškaraca dok njena postojanost u žena nije zabilježena. Postojanosti navedenih pokazatelja između adolescencije i srednje odrasle dobi bile su vrlo slične bilo da se kao točka u adolescenciji promatrala 15. ili 18. godina. Prema tome, probir djece prema indeksu tjelesne mase i količini potkožnog masnog tkiva u adolescenciji biti će učinkovit baš kao i interventne mjere u ugroženim skupinama (tj. skupinama s rizičnim vrijednostima indeksa tjelesne mase ili količine potkožne tjelesne masti). Što se tiče distribucije potkožnog masnog tkiva, takva se strategija može primijeniti u dječaka, ali ne i u djevojčica.
  
- postojanost apsolutnog vršnog primitka kisika između adolescencije i srednje odrasle dobi bila je umjerena, dok je istodobno postojanost relativnog vršnog primitka kisika bila slaba do umjerena. Postojanost primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu u istom razdoblju nije zabilježena. Slabe postojanosti pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava između adolescencije i odrasle dobi ne podupiru strategiju probira niske razine funkcionalnih sposobnosti u adolescenciji. Isto tako, funkcionalna sposobnost kardiovaskularnog sustava u adolescentnoj dobi zahtijeva populacijski pristup, odnosno interventne mjere povećanja funkcionalnih sposobnosti treba primijeniti u sveukupnoj populaciji, a ne samo u djece s niskom funkcionalnom sposobnosti kardiorespiratornog sustava.
  
- Zabilježene povezanosti pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi s morfološkim pokazateljima statusa uhranjenosti u odrasloj dobi bile su slabog do umjerenog značaja. Primitak kisika pri anaerobnom pragu pokazao je snažnije asocijacije s kasnijim vrijednostima pokazatelja statusa uhranjenosti nego vršni primitak kisika ili primitak kisika pri aerobnom pragu. Više vrijednosti primitka kisika pri anaerobnom pragu u adolescenciji rezultirale su nižim vrijednostima indeksa tjelesne mase, količine potkožnog masnog tkiva i opsega struka u srednjoj odrasloj dobi, a takva je povezanost bila nezavisna od vrijednosti vršnog primitka kisika tijekom adolescencije.

- Pokazatelji statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescentnoj dobi bili su vrlo slabo povezani razinom tjelesne aktivnosti u odrasloj životnoj dobi. Viši primitak pri anaerobnom pragu u 15. godini bio je povezan s većom količinom intenzivne aktivnosti u odrasloj dobi, no veličina učinka bila je vrlo mala. Viši primitak kisika pri aerobnom pragu u 18. godini rezultirao je većom količinom sportskih aktivnosti u odrasloj dobi, no veličina učinka je također bila vrlo mala. Nedostatak značajnijih asocijacija pokazuje da su funkcionalna sposobnost kardiorespiratornog sustava i tjelesna aktivnost dva bitno drugačija koncepta, te da je njihova međusobna povezanost najjača za intenzivnu tjelesnu aktivnost.

## 7. LITERATURA

1. US Department of Health and Human Services. Physical activity and health: a report of the Surgeon General. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996.
2. WHO. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risk factors, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2009.
3. Mascie-Taylor CG, Goto R. Human variation and body mass index: a review of the universality of BMI cut-offs, gender and urban-rural differences, and secular changes. *J Physiol Anthropol.* 2007; 26(2):109-12.
4. James WPT, Rigby N, Leach R. The obesity epidemic, metabolic syndrome and future prevention strategies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004; 11: 3–8.
5. Lobstein T, Baur L, Uauy R; IASO International Obesity TaskForce. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev.* 2004; 5(1):4-104.
6. Fister K, Kolčić I, Milanović SM, Kern J. The prevalence of overweight, obesity and central obesity in six regions of Croatia: results from the Croatian Adult Health Survey. *Coll Antropol.* 2009; 33(Suppl 1):25-9.
7. Berghöfer A, Pischon T, Reinhold T, Apovian CM, Sharma AM, Willich SN. Obesity prevalence from a European perspective: a systematic review. *BMC Public Health.* 2008; 8:200.
8. Lobstein T, Frelut ML. Prevalence of overweight children in Europe. *Obes Rev* 2003; 4(4):195–200.
9. Dyrstad SM, Aandstad A, Hallén J. Aerobic fitness in young Norwegian men: a comparison between 1980 and 2002. *Scand J Med Sci Sports.* 2005; 15(5):298-303.
10. Tomkinson GR, Olds TS. Secular changes in pediatric aerobic fitness tests performance: the global picture. U: Pediatric fitness - secular trends and geographic variability. *Med Sport Sci.* Basel, Karger, 2007; 46-66.
11. Olds TS, Ridley K, Tomkinson GR. Decrease in aerobic fitness. Are they only due to increasing fatness? U: Pediatric fitness - secular trends and geographic variability. *Med Sport Sci.* Basel, Karger, 2007; 226-240.
12. Dollman J, Norton K, Norton L. Evidence for secular trends in children's physical activity behaviour. *Br J Sports Med.* 2005; 39(12):892-7.



13. Barengo NC, Nissinen A, Tuomilehto J, Pekkarinen H. Twenty-five-year trends in physical activity of 30- to 59-year-old populations in eastern Finland. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(8):1302–1307.
14. Telama R, Yang X, Laakso L, Viikari J. Physical activity in childhood and adolescence as predictor of physical activity in young adulthood. *Am J Prev Med* 1997; 13(4):317–323.
15. Koppes LLJ, Twisk JWR, Kemper HCG. Longitudinal trends, stability and error of biological and lifestyle characteristics. U: Kemper HCG (ur): Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Med Sport Sci*. Basel, Karger, 2004; 44-63.
16. WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization, 1995.
17. Wang J, Thornton JC, Russell M, Burastero S, Heymsfield S, Pierson RN Jr. Asians have lower body mass index (BMI) but higher percent body fat than do whites: comparisons of anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr* 1994; 60:23–28.
18. WHO/IASO/IOTF. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. Melbourne: Health Communications, Australia PTY Ltd, 2000.
19. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320:1240–1243.
20. Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ* 2007; 335(7612):194.
21. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr*. 1998; 132(2):204-10.
22. Haslam DW, James WPT. Obesity. *Lancet* 2005; 366 (9492):1197-1209.
23. Malina RM, Katzmarzyk PT. Validity of the body mass index as an indicator of the risk and presence of overweight in adolescents. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:1316S.
24. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults: The Evidence Report: National Institutes of Health. *Obes Res*. 1998; Suppl 2:51S–209S.
25. Lee CMY, Huxley RR, Wildman RP, Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol*. 2008; 61:646-653.

26. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO Technical Report Series number 894. Geneva: WHO, 2000
27. Day C. Metabolic syndrome, or What you will: definitions and epidemiology. *Diab Vasc Dis Res.* 2007; 4(1): 32-38.
28. Molarius A, Seidell JC, Sans S, Tuomilehto J, Kuulasmaa K. Waist and hip circumferences, and waist-hip ratio in 19 populations of the WHO MONICA Project. *Int J Obesity* 1999; 23:116-125
29. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet* 2004; 364: 937–52.
30. Welborn TA, Dhaliwal SS, Bennett SA. Waist–hip ratio is the dominant risk factor predicting cardiovascular death in Australia *MJA* 2003; 179; 580-585.
31. Moreno LA, Mesana MI, González-Gross M i sur. Body fat distribution reference standards in Spanish adolescents: the AVENA Study. *Int J Obes* 2007; 31(12):1798-805.
32. Vandewalle H. Consommation d’oxygène et consommation maximale d’oxygène : intérêts et limites de leur mesure. *Ann Readapt Med Phys* 2004;47:243–257.
33. Doherty M, Nobbs L, Noakes TD. Low frequency of the “plateau phenomenon” during maximal exercise in elite British athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 2003; 89:619–23.
34. Wilmore JH i Costill DL. Physiology of sport and exercise. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.
35. Matecki S, Prioux J, Amsallem F i sur. La consommation maximale d’oxygène chez l’enfant sain: facteurs de variation et normes disponibles. *Rev Mal Respir.* 2001; 18:499-506.
36. Meyer T, Lucia A, Earnest CP, Kindermann W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters- theory and application. *Int J Sports Med* 2005; 26 (S1): S38-S48.
37. Deruelle F, Nourry C, Mucci P i sur. Incremental exercise tests in master athletes and untrained older adults. *J Aging Phys Act.* 2005; 13(3):254-65.
38. Bassett DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; 32:70-84.
39. Lucia A. Physiological differences between professional and elite road cyclists *Int J Sports Med* 1998;19(5):342-348

40. Lucia A. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Med Sci Sport Exerc.* 2000; 32(10):1777-1782
41. Gitt AK, Wasserman K, Kilkowski C, i sur. Exercise anaerobic threshold and ventilatory efficiency identify heart failure patients for high risk of early death. *Circulation* 2002;106:3079-3084.
42. Older P, Hall A. Clinical review: How to identify high-risk surgical patients *Critical Care* 2004;8:369-372
43. Fletcher GF, Balady G, Blair SN i sur. Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans: a statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation* 1996; 94:857–62.
44. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise and physical fitness. *Public Health Rep* 1985; 100:125-131.
45. Anić V. Rječnik hrvatskoga jezika. Novi liber, Zagreb, 1998.
46. Goran MI, Kaskoun M, Schuman V. Intraabdominal adipose tissue in young children. *Int J Obes Rel Metab Dis.* 1995;19:279-283.
47. American College of Sports Medicine position statement on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. *Med Sci Sports* 1978; 10:vii-x.
48. NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. Physical activity and cardiovascular health. *JAMA* 1996; 276:241–6.
49. Pate RR, Pratt M, Blair SN i sur. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995; 273:402–7.
50. Biddle S, Sallis J, Cavill N. Policy Framework for Young People and Health-Enhancing Physical Activity. U: Biddle S, Sallis J, Cavill N, eds. Young and Active? Young People and Health- Enhancing Physical Activity: Evidence and Implications. London: Health Education Authority, 1998:3–16.
51. Malina RM. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. *Res Q Exerc Sport* 1996; 67(S3): S48-57.
52. Malina RM. Physical activity and fitness: Pathways from childhood to adulthood. *Am J Hum Biol* 2001; 13:190–196.

53. Twisk JWR, Kemper HCG, Mellenbergh GJ. Mathematical and analytical aspects of tracking. *Epidemiol Rev* 1994; 16:165-83.
54. Twisk JWR, Kemper HCG, van Mechelen W, Post GB. Tracking of Risk Factors for Coronary Heart Disease over a 14-Year Period: A Comparison between Lifestyle and Biologic Risk Factors with Data from the Amsterdam Growth and Health Study. *Am J Epidemiol* 1997; 145:888-98.
55. Roche AF, Guo S. Tracking: Its analysis and significance. *Humanbiologia Budapestinensis* 1994; 25:465–469.
56. Medicinski leksikon. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 1990.
57. Mišigoj-Duraković M. Kinantropologija - biološki aspekti vježbanja. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2008.
58. Erikson EH. *Childhood and society*. Norton, USA, 1993.
59. Wells JCK i Fewtrell MT. Measuring body composition. *Arch Dis Child*. 2006; 91(7): 612–617.
60. de Ridder CM, de Boer RW, Seidell JC i sur. Body fat distribution in pubertal girls quantified by magnetic resonance imaging. *Int J Obes* 1992;16:443–9.
61. Fox K, Peters D, Armstrong N i sur. Abdominal fat deposition in 11-year-old children. *Int J Obes* 1993;17:11–16.
62. Owens S, Litaker M, Allison J i sur. Prediction of visceral adipose tissue from simple anthropometric measurements in youths with obesity. *Obes Res* 1999;7:16–22.
63. Vanhees L, Lefevre J, Philippaerts i sur. How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *Eur J Cardiovasc Prev Rehab*. 2005; 12:102-114.
64. Duffield R, Dawson B, Pinnington HC, Wong P. Accuracy and reliability of a Cosmed K4b2 portable gas analysis system. *J Sci Med Sport* 2004; 7(1):11-22.
65. McLaughlin JE, King GA, Howley ET, Bassett DR Jr, Ainsworth BE. Validation of the COSMED K4 b2 portable metabolic system. *Int J Sports Med* 2001; 22(4):280-4.
66. Schoeller DA, Ravussin E, Schutz Y, Acheson KJ, Baertschi P, Jequier E. Energy expenditure by doubly labelled water: validation in humans and proposed calculation. *Am J Physiol* 1986; 250(S5):R823–R830.
67. Welk GJ, McClain JJ, Eisenmann JC, Wickel EE. Field validation of the MTI Actigraph and BodyMedia armband monitor using the IDEEA monitor. *Obesity*. 2007; 15:918 –928.
68. Ainsworth BE, Montoye HJ, Leon AS. Methods of assessing physical activity during leisure time and work. U: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T ur. *Physical activity,*

- fitness and health: international proceedings and consensus statement. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994:146-59.
69. Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr* 1982; 36:936–942
  70. Philippaerts RM, Westerterp KR, Lefevre J. Doubly labeled water validation of three physical activity questionnaires. *Int J Sports Med* 1999; 20(5):284-9.
  71. Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. Body mass index reference curves for the UK, 1990. *Arch Dis Child* 1995;73:259.
  72. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM i sur. CDC Growth Charts: United States. Advance data from vital and health statistics; no 314. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics. 2000.
  73. Prebeg Ž, Slugan N, Stanić I. Variations of BMI in croatian schoolchildren and adolescents. *Coll antropol* 1999; 23(1): 69-79.
  74. Rolland-Cachera MF, Cole TJ, Sempé M, Tichet J, Rossignol C, Charraud A. Body Mass Index variations: centiles from birth to 87 years. *Eur J Clin Nutr.* 1991; 45(1):13-21.
  75. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. Human Kinetics, Champaign, IL, 2004.
  76. Mirwald RL, Bailey DA. Maximal aerobic power. A longitudinal analysis. London. Sports dynamics, 1986
  77. Wilson TM, Tanaka H. Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status. *Am J Physiol:Heart Circ Physiol.* 2000; 278:H829–H834.
  78. Fitzgerald MD, Tanaka H, Iran ZV, Seals DR. Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs sedentary women: a meta-analysis. *J Appl Physiol.* 1997;83:160 –165.
  79. Hawkins S, Wiswell R. Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging: implications for exercise training. *Sports Med.* 2003; 33(12):877-88.
  80. Fleg JL, Morrell CH, Bos AG i sur. Accelerated Longitudinal Decline of Aerobic Capacity in Healthy Older Adults. *Circulation* 2005; 112:674-682.
  81. Hoos MB, Gerver WJM, Kester AD Westerterp KR. Physical activity levels in children and adolescents. *Int J Obes* 2003; 27:605-609.

82. Baquet G, Stratton G, van Praagh E, Berthoin S. Improving physical activity assessment in prepubertal children with high-frequency accelerometry monitoring: A methodological issue. *Prev Med* 2007; 44(2):143–7.
83. Armstrong N, Welsman JR, Kirby BJ. Longitudinal changes in 11–13-year-olds' physical activity. *Acta Paediatr* 2000; 89:775-780.
84. Wickel EE, Eisenmann JC, Welk GJ. Maturity-related variation in moderate-to-vigorous physical activity among 9-14 year olds. *Phys Act Health*. 2009; 6(5):597-605.
85. Sallis JF. Epidemiology of physical activity and fitness in children and adolescents. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1993; 33:403-408.
86. Hawkins MS, Storti KL, Richardson CR, i sur. Objectively measured physical activity of USA adults by sex, age, and racial/ethnic groups: a cross-sectional study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2009; 3:6-31.
87. Hagströmer M, Oja P, Sjöström M. Physical activity and inactivity in an adult population assessed by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39(9):1502-8.
88. Srinivasan SR, Bao WH, Wattigney WA, Berenson GS. Adolescent overweight is associated with adult overweight and related multiple cardiovascular risk factors: the Bogalusa heart study. *Metab Clin Exp* 1996; 45: 235–240.
89. Tell GS, Vellar OD. Physical fitness, physical activity and cardiovascular risk factors in adolescence: the Oslo Youth Study. *Prev Med* 1988; 17: 12-24.
90. Hurtig-Wennlöf A, Ruiz JR, Harro M, Sjöström M. Cardiorespiratory fitness relates more strongly than physical activity to cardiovascular disease risk factors in healthy children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007; 14(4):575-81
91. Carnethon, MR, Gulati, M, Greenland, P. Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. *JAMA* 2005; 294(23):2981–2988.
92. Lee, SJ i Arslanian, SA. Cardiorespiratory fitness and abdominal adiposity in youth. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61(4):561–565.
93. Froberg K i Andersen LB. Mini Review: Physical activity and fitness and its relations to cardiovascular disease risk factors in children. *Int J Obes* 2005; 29:534-539.
94. Guillaume M, Lapidus L, Bjorntorpe P i sur. Physical activity, obesity and cardiovascular risk factors in children: the Belgian Luxemburg Child Study II. *Obes Res* 1997; 5:549-554.

95. Boreham CA, Twisk J, Savage MJ i sur. Physical activity, sports participation and risk factors in adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29 (6):788-793.
96. Ekelund U, Sardinha LB, Anderssen SA i sur. Associations between objectively assessed physical activity and indicators of body fatness in 9- to 10-y-old European children: a population-based study from 4 distinct regions in Europe (the European Youth Heart Study). *Am J Clin Nutr* 2004; 80(3):584 –90.
97. Treuth MS, Catellier DJ, Schmitz KH i sur. Weekend and weekday patterns of physical activity in overweight and normal-weight adolescent girls. *Obesity* (Silver Spring) 2007;15(7):1782-8.
98. Trost SG, Kerr LM, Ward DS, Pate RR. Physical activity and determinants of physical activity in obese and non-obese children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25(6):822-9.
99. van Sluijs EMF, Skidmore PML, Mwanza K i sur. Physical activity and dietary behaviour in a population-based sample of British 10-year old children: the SPEEDY study (Sport, Physical activity and Eating behaviour: Environmental Determinants in Young people). *BMC Public Health* 2008; 8:388.
100. Soric M, Misigoj-Durakovic M. Physical activity levels and estimated energy expenditure in overweight and normal-weight 11-year old children. *Acta Paediatr.* 2010; 99(2):244-250.
101. Ekelund U, Anderssen SA, Froberg K, Sardinha LB, Andersen LB, Brage S. Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia* 2007; 50(9):1832-1840.
102. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB i sur. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet* 2006; 368(9532):299-304.
103. Dencker, M, Thorsson, O, Karlsson, MK, Linden, C, Wollmer, P, Andersen, LB. Daily physical activity related to aerobic fitness and body fat in an urban sample of children. *Scand J Med Sci Sports* 2008; 18(6):728–735.
104. Ortega, FB, Ruiz, JR, Sjostrom, M. Physical activity, overweight and central adiposity in Swedish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2007; 4:61.

105. Gutin B, Yin Z, Humphries M, Barbeau P. Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr* 2005; 81:746–750.
106. Verschuur R. Daily physical activity: Longitudinal changes during the teenage period. Haarlem, The Netherlands: Uitgeverij de Vrieseborch, 1987.
107. Blair SN, Clark DG, Cureton KJ, Powell KE. Exercise and fitness in childhood: implications for a lifetime of health. U: Gisolfi CV, Lamb DR, ur. Perspectives in exercise science and sports medicine. Vol. 2: Youth, exercise, and sport. Indianapolis: Benchmark, 1989.
108. Power C, Lake JK, Cole TJ. Measurement and long-term health risks of child and adolescent fatness. *Int J Obes* 1997; 21:507–526.
109. Boreham C, Twisk J, Neville C, Savage M, Murray L, Gallagher A. Associations between physical activity patterns during adolescence and cardiovascular risk factors in young adulthood: The Northern Ireland Young Hearts Project. *Int J Sport Med* 2002; 23(S1):S22-S26.
110. Hasselstrom H, Hansen SE, Froberg K, Andersen LB. Physical fitness and physical activity during adolescence as predictor of cardiovascular disease risk factor in The Danish Youth and Sport Study. *Int J Sport Med* 2002; 23(S1):S27-S31.
111. Twisk JWR, Kemper HCG, van Mechelen W. The relationship between physical fitness and physical activity during adolescence and cardiovascular disease risk factors at adult age. The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Int J Sport Med*. 2002; 23(S1):S8-S14.
112. Lefevre J, Philippaerts R, Delvaux K i sur. Relation between cardiovascular risk factors at adult age, and physical activity during youth at adulthood. *Int J Sport Med* 2002; 23(S1):S32-S38.
113. Telama R, Yang X, Viikari J, Välimäki I, Wanne O, Raitakari O. Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study. *Am J Prev Med*. 2005; 28(3):267–273.
114. Hallal PC, Victora CG, Azevedo MR, Wells JCK. Adolescent physical activity and health. *Sports Med* 2006; 36(12):1019-1030.
115. van Mechelen W, Kemper HCG. Habitual physical activity in longitudinal perspective. U: Kemper HCG, ur. The Amsterdam Growth Study: A longitudinal analysis of health, fitness, and lifestyle. Champaign, IL: Human Kinetics. 1995; 135–158.



116. Eisenmann JC, Wickel EE, Welk JC, Blair SN. Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: The Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J* 2005; 149:46-53.
117. Matton L, Thomis M, Wijndaele K i sur. Tracking of Physical Fitness and Physical Activity from Youth to Adulthood in Females. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38(6):1114 – 1120.
118. Poirer P. Obesity and Cardiovascular Disease: Pathophysiology, Evaluation, and Effect Weight Loss: An Update of the 1997 American Heart Association Scientific of Statement on Obesity and Heart Disease From the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* 2006; 113:898-918.
119. Ford ES, Williamson DF, Liu S. Weight change and diabetes incidence: findings from a national cohort of US adults. *Am J Epidemiol.* 1997;146:214-222.
120. Young T, Palta M, Dempsey J, Skatrud J, Weber S, Badr S. The occurrence of sleep disordered breathing among middle-aged adults. *N Engl J Med.* 1993; 328:1230-1235.
121. Cicuttini FM, Baker JR, Spector TD. The association of obesity with osteoarthritis of the hand and knee in women: a twin study. *J Rheumatol.* 1996; 23:1221-1226.
122. Pischon T, Nöthlings U, Boeing H. Obesity and cancer. *Proc Nutr Soc.* 2008; 67(2):128–145.
123. Troiano RP, Frongillo EA Jr, Sobal J, Levitsky DA. The relationship between body weight and mortality: a quantitative analysis of combined information from existing studies. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1996; 20:63-75.
124. Peeters A, Barendregt JJ, Willekens F, Mackenbach JP, Al Mamun A, Bonneux L; NEDCOM, the Netherlands Epidemiology and Demography Compression of Morbidity Research Group. Obesity in adulthood and its consequences for life expectancy: a life-table analysis. *Ann Intern Med* 2003; 138:24–32.
125. Canoy D. Distribution of body fat and risk of coronary heart disease in men and women. *Curr Opin Cardiol.* 2008; 23(6):591-8.
126. Wilson PW, Meigs JB. Cardiometabolic risk: a Framingham perspective. *Int J Obes.* 2008; 32(S2):S17-20.
127. Blair SN, Kampert JB, Kohl HW i sur. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA* 1996; 276:205–10.

128. Blair SN, Kohl HW III, Paffenbarger RS Jr, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989; 262:2395–401.
129. Ekelund LG, Haskell WL, Johnson JL, Whaley FS, Criqui MH, Sheps DS. Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men: the Lipid Research Clinic's mortality follow-up study. *N Engl J Med* 1988; 319:1379–84.
130. Kampert JB, Blair SN, Barlow CE, Kohl HW III. Physical activity, physical fitness, and all-cause and cancer mortality: a prospective study of men and women. *Ann Epidemiol* 1996; 6:452–7.
131. Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing A, Hsieh C. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med*. 1986; 314:605–613.
132. Kohl WH. Physical activity and cardiovascular disease: evidence for a dose response. *Med. Sci Sports Exerc* 2001; 33(6S):S472–S483.
133. Williams PT. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33(5):754–761.
134. Vuori IM. Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33(6 suppl):S551–S586.
135. Pollock KM. Exercise in treating depression: broadening the psychotherapist's role. *J Clin Psychol* 2001; 57:1289–1300.
136. Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med*. 2002; 346:393–403.
137. Breslow RA, Ballard-Barbash R, Munoz K, Graubard BI. Long-term recreational physical activity and breast cancer in the National Health and Nutrition Examination Survey I epidemiologic follow-up study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2001; 10:805–808.
138. Slattery ML, Potter J, Caan B i sur. Energy balance and colon cancer – beyond physical activity. *Cancer Res* 1997; 57:75–80.
139. Bar-Or O, Baranowski T. Physical activity, adiposity, and obesity among adolescents. *Pediatr Exerc Sci* 1994; 6:348-359.
140. Ekelund U, Brage S, Franks PW i sur. Physical activity energy expenditure predicts change in body composition in healthy middle-aged healthy whites: effect modification by age. *Am J Clil Nutr* 2005; 81, 964–969.

141. Koh-Banerjee P, Chu NF, Spiegelman D i sur. Prospective study of the association of changes in dietary intake, physical activity, alcohol consumption, and smoking with 9-y gain in waist circumference among 16,587 US men. *Am J Clin Nutr* 2003; 78: 719–727.
142. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, ur. Physical activity, fitness, and health. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994.
143. Blair SN, Kohl HW III, Barlow CE, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW, Macera CA. Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 1995; 273:1093–8.
144. Kodama S, Saito K, Tanaka S i sur. Cardiorespiratory Fitness as a Quantitative Predictor of All-Cause Mortality and Cardiovascular Events in Healthy Men and Women: A Meta-analysis. *JAMA*. 2009; 301(19):2024-2035.
145. Blair SN, Cheng Y, Holder JS. Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33(6):S379–S399.
146. Arraiz GA, Wigle DT, Mao Y. Risk assessment of physical activity and physical fitness in the Canada Health Survey Mortality Follow-up Study. *J Clin Epidemiol*. 1992; 45:419–428.
147. Talbot LA, Metter EJ, Fleg JL. Leisure-time physical activities and their relationship to cardiorespiratory fitness in healthy men and women 18–95 years old. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:417–425.
148. Medved R, Mišigoj-Duraković M, Medved V. Diferencijacije u rastu dječaka i djevojčica od 8-18. godine – longitudinalna studija. *Med an* 1989; 15:5-15.
149. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007; 39:175-191.
150. Macek M, Vavra J. Cardiopulmonary and metabolic changes during exercise in children 6-14 years old. *J Appl Physiol* 1971; 30:200-204.
151. Davies B, Daggett A, Jakeman P, Mulhall J. Maximum oxygen uptake utilising different treadmill protocols. *Br J Sports Med*. 1984; 18(2):74-9.
152. Kang J, Chaloupka EC, Mastrangelo MA, Biren GB, Robertson RJ. Physiological comparisons among three maximal treadmill exercise protocols in trained and untrained individuals. *Eur J Appl Physiol*. 2001; 84(4):291-5.
153. Myers J, Buchanan N, Walsh D i sur. Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17:1334 –1342.

154. Fredriksen PM, Ingjer F, Nystad W, Thaulow E. Aerobic endurance testing of children and adolescents-a comparison of two treadmill-protocols. *Scand J Med Sci Sports*. 1998; 8(4):203-7.
155. Medved R, Matković BR, Mišigoj-Duraković M, Pavičić L. Neki fiziološko-funkcionalni pokazatelji u djece i omladine muškog spola od 8. do 18. godine života. *Med Vjesn* 1989; 21(1-2):5-10.
156. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA. i sur. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association, *Circulation* 2001; 104: 1694–1740
157. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription, 4th edn. Lea and Febiger, Philadelphia, 1986; 95-96.
158. Beaver WL, Wasserman K, Whipp WJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986, 60:2020-2027.
159. St-Onge M, Mignault D, Allison BD, Rabasa-Lhoret R.. Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults. *Am J Clin Nutr* 2007; 85:742-9.
160. Mignault D, St.-Onge M, Karelis AD, Allison DB, Rabasa-Lhoret R. Evaluation of the Portable HealthWear Armband, a device to measure total daily energy expenditure in free-living type 2 diabetic individuals - *Diabetes Care*. 2005; 28:225-227.
161. Arvidsson D, Slinde F, Hulthen L. Free-living energy expenditure in children using multi-sensor activity monitors, *Clin Nutr* 2009; 28(3):305-312.
162. Fruin ML, Rankin JW. Validity of a multi-sensor armband in estimating rest and exercise energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36:1063–1069.
163. Jakicic JM, Marcus M, Gallagher KI i sur. Evaluation of the SenseWear Pro Armband™ to Assess Energy Expenditure during Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36:897-904.
164. King GA, Torres N, Potter C, Brooks TJ, Coleman KJ. Comparison of activity monitors to estimate energy cost of treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36:1244-1251.
165. Malavolti M, Pietrobelli A, Dugoni M i sur. A new device for measuring resting energy expenditure (REE) in healthy subjects. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2007; 17(5):338-43.

166. Andreacci JL, Dixon CB, Dube JJ, McConnell TR. Validation of SenseWear Pro<sub>2</sub> Armband to assess energy expenditure during treadmill exercise in children 7 – 10 years of age. *JEPonline*. 2007; 10(4):35-42.
167. Arvidsson D, Slinde F, Larsson S, Hulthén L. Energy cost of physical activities in children: validation of SenseWear Armband. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 9(11):2076-84.
168. De Cristofaro P, Pietrobelli A, Dragani B i sur. Total energy expenditure in morbidly obese subjects, a new device validation. *Obes Res*. 2005; 13:A175
169. Patel SA, Slivka WA, Sciurba FC. Validation of a Wearable Body Monitoring Device in COPD. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004; 30:A771
170. Cole PJ, LeMura LM, Klinger TA, Strohecker K, McConnell TR. Measuring energy expenditure in cardiac patients using the Body Media Armband versus indirect calorimetry. A validation study. *J Sports Med Phys Fitness*. 2004; 44(3):262-71.
171. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC i sur. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32:S498-S504.
172. Altman DG. Practical statistics for medical research. Chapman&Hall/CRC, London, UK 1999.
173. Petrie A. i Sabin C. Medical statistics at a glance. Blackwell publishing, Oxford, UK, 2005.
174. Lang TA i Secic M. How to report statistics in medicine, 2. izd., American college of physicians, Philadelphia, SAD, 2006.
175. Heim, I, Kruhek-Leontić, D, Jembrek-Gostović, M. Pretilost i prekomjerna tjelesna težina u Hrvatskoj. *Acta Med Croatica*; 2007; 61(3): 267-273
176. Williams S, Davie G, Lam F. Predicting BMI in young adults from childhood data using two approaches to modelling adiposity rebound. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23:348-356
177. van Lenthe FJ, Kemper HC, van Mechelen W, Twisk JW. Development and tracking of central patterns of subcutaneous fat in adolescence and adulthood: the Amsterdam Growth and Health Study. *Int J Epidemiol*. 1996; 25(6):1162-71.
178. Boreham C, Robson PJ, Gallagher A, Cran GW, Savage JM, Murray LJ. Tracking of physical activity, fitness, body composition and diet from adolescence to young adulthood: The Young Hearts Project, Northern Ireland. *Int J Beh Nutr Phy Act* 2004; 1:14.

179. Juonala M, Raitakari M, Viikari SA, Raitakari OT. Obesity in youth is not an independent predictor of carotid IMT in adulthood: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Atherosclerosis* 2006; 185: 388–392.
180. Deshmukh-Taskar P, Nicklas TA, Morales M, Yang SJ, Zakeri I, Berenson GS. Tracking of overweight status from childhood to young adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Eur J Clin Nutr.* 2006; 60(1):48-57.
181. Hulens M, Beunen G, Claessens AL i sur. Trends in BMI among Belgian children, adolescents and adults from 1969 to 1996. *Int J Obes* 2001; 25:395-399.
182. Hawk J, Brook CGD. Influence of body fatness in childhood on fatness in adult life. *Br Med J* 1979; 1:151-152.
183. Clarke WR, Lauer RM. Does childhood obesity track into adulthood? *Critical Rev Food Sci Nutr.* 1993; 33:423-430.
184. Trudeau F, Shephard RJ, Arsenault F, Laurencelle L. Changes in adiposity and body mass index from late childhood to adult life in the Trois-Rivieres study. *Am J Hum Biol* 2001, 13:349-55.
185. Nooyens ACJ, Koppes LLJ, Visscher TLS. Adolescent skinfold thickness is a better predictor of high body fatness in adults than is body mass index: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Am J Clin Nutr* 2007; 85:1533–9.
186. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of childhood BMI to adult adiposity: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics.* 2005; 115(1):22-7.
187. Laitinen J, Power C, Jarvelin MR. Family social class, maternal body mass index, childhood body mass index, and age at menarche as predictors of adult obesity. *Am J Clin Nutr* 2001; 74:287–294.
188. Singh AS, Mulder C, Twisk JWR, van Mechelen W, Chinapaw MJM Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. *Obes Rev* 2008; 9:474-488.
189. Eisenmann JC, Welk GJ, Wickel EE, Blair SN. Stability of variables associated with the metabolic syndrome from adolescence to adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study. *Am J Hum Biol.* 2004; 16(6):690-6.
190. Casey VA, Dwyer JT, Berkey CS, Bailey SM, Coleman KA, Valadian I. The distribution of body fat from childhood to adulthood in a longitudinal study population. *Ann Hum Biol* 1994; 21:39-55.

191. Armstrong N. Aerobic fitness: what are we measuring? U: Pediatric fitness - secular trends and geographic variability. *Med Sport Sci*. Basel, Karger, 2007; 5-26.
192. Medved R, Matković BR, Mišigoj-Duraković M, Pavičić L. Neki fiziološko-funkcionalni pokazatelji djece i omladine ženskog spola, uzrasta od 8. do 18. godine života. *Sportskomedicinski glasnik* 1987; 2(3-4):10-15.
193. Rowland TW. Evolution of maximal oxygen uptake in children. U: Pediatric fitness - secular trends and geographic variability. *Med Sport Sci*. Basel, Karger, 2007; 200-209.
194. Pate RR, Wang CY, Dowda M, Farrell SW, O'Neill JW. Cardiorespiratory Fitness Levels Among US Youth 12 to 19 Years of Age: Findings From the 1999-2002 National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2006;160:1005-1012.
195. Sanders LF, Duncan GE. Population-Based Reference Standards for Cardiovascular Fitness among U.S. Adults: NHANES 1999–2000 and 2001–2002. *Med Sci Sports Exerc*. 2006; 38(4):701– 707.
196. Tammelin T, Näyhä S, Rintamäki H. Cardiorespiratory fitness of males and females of Northern Finland birth cohort of 1966 at age 31. *Int J Sports Med* 2004; 25(7):547-552.
197. Heimer S, Mišigoj-Duraković M, Ružić L i sur. Fitness Level of Adult Economically Active Population in the Republic of Croatia Estimated by EUROFIT System. *Coll Antropol*. 2004; 28(1): 223–233.
198. Kasch FW. The validity of the Astrand and Sjostrand submaximal tests. *Physician & Sportsmedicine*. 1984; 12:47–52.
199. Hartung GH, Blancq RJ, Lally DA, Krock LP. Estimation of aerobic capacity from submaximal cycle ergometry in women. *Med Sci Sports Exerc*. 1995; 27:452– 457.
200. Cunningham DA, Paterson DH, Blimkie CJ, Donner AP. Development of cardiorespiratory function in circumpubertal boys: a longitudinal study. *J Appl Physiol*. 1984; 56(2):302-7.
201. Twisk JWR, Kemper HCG, Snel J. Tracking of cardiovascular risk factors in relation to lifestyle. U: Kemper HCG, ur. The Amsterdam Growth Study: A longitudinal analysis of health, fitness, and lifestyle. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995; 203–224.
202. Saris WHM, Elvers JWH, van't Hof MA, Binkhorst RA. Changes in physical activity of children aged 6 to 12 years. U: Rutenfraz J, Mocellin R, Klimt F, ur. Children and exercise XII. Champaign, IL: Human Kinetics, 1986; 121–130.

203. Janz KF, Dawson JD, Mahoney LT. Tracking physical fitness and physical activity from childhood to adolescence: the Muscatine study. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(7):1250–1257.
204. Kristensen PL, Wedderkopp N, Møller NC, i sur. Tracking and prevalence of cardiovascular disease risk factors across socioeconomic classes: a longitudinal substudy of the European Youth Heart Study. *BMC Public Health*. 2006; 6:20.
205. McMurray RG, Joanne S, Harrell JG, Shrikant I, Bangdiwala SI, Hu J. Tracking of Physical Activity and Aerobic Power from Childhood through Adolescence *Med. Sci. Sports Exerc* 2003; 35(11):1914–1922.
206. Andersen LB, Haraldsdottir J. Tracking of cardiovascular disease risk factors including maximal oxygen uptake and physical activity from late teenage to adulthood: An 8-year follow-up study. *J Intern Med* 1993; 234:309–315.
207. Cleland VJ, Ball K, Magnussen C, Dwyer T, Venn A. Socioeconomic Position and the Tracking of Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness From Childhood to Adulthood. *Am J Epidemiol*. 2009; 170:1069–1077.
208. Lefevre J, Philippaertes RM, Delvaux K i sur. Daily Physical Activity and Physical Fitness From Adolescence to Adulthood: A Longitudinal Study *Am J Hum Biol* 2000; 12:487–497.
209. Edholm OG, Adam JM, Best TW Day-to-day weight changes in young men. *Ann Hum Biol*. 1974; 1(1):3-12.
210. Johnston KN, Jenkins SC, Stick SM. Repeatability of peak oxygen uptake in children who are healthy. *Pediatr Phys Ther*. 2005; 17(1):11-7.
211. Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Phys Ther*. 2000; 80:782– 807.
212. Simonton CA, Higginbotham MB, Cobb FR. The ventilatory threshold: quantitative analysis of reproducibility and relation to arterial lactate concentration in normal subjects and in patients with chronic congestive heart failure. *Am J Cardiol*. 1988 Jul 1;62(1):100-7.
213. Aunola S, Rusko H. Reproducibility of aerobic and anaerobic thresholds in 20-50 year old men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1984; 53(3):260-6.
214. Colditz GA, Willett WC, Rotnitzky A, Manson JE. Weight gain as a risk factor for clinical diabetes mellitus in women. *Ann Intern Med*. 1995;122:481-486.



215. Shaper AG, Wannamethee SG, Walker M. Body weight: implications for the prevention of coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus in a cohort study of middle aged men. *BMJ*. 1997; 314:1311-1317.
216. Kenchaiah S, Evans JC, Levy D, et al. Obesity and the risk of heart failure. *N Engl J Med*. 2002; 347:305–313.
217. Kurth T, Gaziano JM, Berger K, et al. Body mass index and the risk of stroke in men. *Arch Intern Med*. 2002; 162:2557–2562.
218. Christou DD, Gentile CL, DeSouza CA, Seals DR, Gates PE. Fatness Is a Better Predictor of Cardiovascular Disease Risk Factor Profile Than Aerobic Fitness in Healthy Men *Circulation* 2005; 111;1904-1914.
219. Jurakić D, Pedišić Ž, Andrijašević M. Physical activity of Croatian population: cross-sectional study using International Physical Activity Questionnaire. *Croat Med J*. 2009; 50(2):165-73.
220. Boon RM, Hamlin MJ, Steel GD, Ross JJ. Validation of the New Zealand Physical Activity Questionnaire (NZPAQ-LF) and the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-LF) with Accelerometry. *Br J Sports Med*. 2008 Nov; e-pub ahead of print. doi:10.1136/bjism.2008.052167
221. Mišigoj-Duraković M, Heimer S, Matković BR, Ružić L, Prskalo I. Physical activity of urban adult population: questionnaire study. *Croat Med J*. 2000; 41(4):428-32.
222. Bertrais S, Preziosi P, Mennen L, Galan P, Hercberg S, Oppert JM. Sociodemographic and geographic correlates of meeting current recommendations for physical activity in middleaged French adults: the Supplementation en Vitamines et Mineraux Antioxydants (SUVIMAX) Study. *Am J Public Health* 2004; 94:1560–1566
223. Buchowski MS, Acra S, Majchrzak KM, Sun M, Chen KY. Patterns of physical activity in free-living adults in the Southern United States. *Eur J Clin Nutr*. 2004; 58:828–837.
224. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T, McDowell M. Physical Activity in the United States Measured by Accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 2008; 40(1):181–188.
225. Kemper HCG, De Vente W, Van Mechelen W, Twisk JW. Adolescent motor skill and performance. Is physical activity in adolescence related to adult physical fitness. *Am J Hum Biol*. 2001; 13:180 –189.
226. Beunen GP, Philippaerts RM, Delvaux K, et al. Adolescent performance and adult physical activity in Flemish males. *Am J Hum Biol*. 2001; 13:173–179.

227. Beunen GP, Lefevre J, Renaat M. Adolescent Correlates of Adult Physical Activity: A 26-year Follow-up. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(11):1930–1936.
228. Koppes LLJ, Kemper HCG. Review of AGAHLS and other observational longitudinal studies on lifestyle and health from adolescence into adulthood. U: Kemper HCG (ur): Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Med Sport Sci.* Basel, Karger, 2004; 21-30.
229. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. Popis stanovništva 2001.  
dostupno na [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr)
230. Samardžić S, Marvinac GV, Prlić A. Regional pattern of smoking in Croatia. *Coll Antropol.* 2009; 33(S1):43-6.
231. Ball K, Crawford D. Socioeconomic status and weight change in adults: a review. *Soc Sci Med* 2005; 60:1987–2010.
232. Giskes K, van Lenthe FJ, Turrell G, Kamphuis CB, Brug J, Mackenbach JP. Socioeconomic position at different stages of the life course and its influence on body weight and weight gain in adulthood: a longitudinal study with 13-year follow-up. *Obesity (Silver Spring).* 2008; 16(6):1377-81.
233. Gidlow C, Johnston LH, Crone D i sur. A systematic review of the relationship between socio-economic position and physical activity. *Health Educ J.* 2006; 65:338–367.

## 8. SAŽETAK

Glavni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postojanost pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava između 15. i 18. godine te između tog razdoblja i srednje odrasle dobi. Sporedni ciljevi istraživanja bili su ispitati prediktivnu vrijednost pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescenciji za status uhranjenosti i razinu uobičajene tjelesne aktivnosti u srednjoj odrasloj dobi.

U istraživanju je sudjelovalo 62 ispitanika (36 muškaraca i 26 žena) središnje dobi 43 godine (raspon 36-43). Mjerenja su provedena godišnje od 15. do 18. godine ispitanika te u srednjoj odrasloj dobi kada su ispitanici bili stari oko 36 ili 43 godine. Pokazatelji statusa uhranjenosti u adolescentnoj dobi uključivali su indeks tjelesne mase, sumu kožnih nabora te omjer kožnih nabora trupa i sume kožnih nabora. Uz to, u odrasloj dobi izmjereni su i opseg struka i opseg kukova te je izračunat njihov omjer. Pokazatelji funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava uključivali su vršni primitak kisika te primitak kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu. Svi navedeni pokazatelji mjereni su direktnom spiroergometrijskom metodom pri maksimalnom testu opterećenja na pokretnoj traci. Razina uobičajene tjelesne aktivnosti u srednjoj odrasloj dobi mjerena je tijekom 7 uzastopnih dana pomoću multi-senzornog uređaja SenseWear Armband (Body Media, Pittsburgh, SAD). Različite domene tjelesne aktivnosti dodatno su procijenjene pomoću Baeckeovog upitnika.

Sva tri promatrana morfološka pokazatelja statusa uhranjenosti pokazala su vrlo dobru postojanost tijekom adolescencije te umjerenu do dobru postojanost između adolescencije i srednje odrasle dobi. Koeficijenti korelacije korigirani za spol između 15. i 18. godine iznosili su 0.89 ( $p < 0.001$ ), 0.86 ( $p < 0.001$ ) i 0.77 ( $p < 0.001$ ) za indeks tjelesne mase, sumu kožnih nabora odnosno omjer kožnih nabora. Usporedni koeficijenti između adolescencije i srednje odrasle dobi iznosili su 0.61 ( $p < 0.001$ ), 0.54 ( $p < 0.001$ ) te 0.51 ( $p = 0.003$ ) kod muškaraca i 0.17 ( $p = 0.47$ ) kod žena. Apsolutni i relativni vršni primitak kisika pokazali su dobru ( $r = 0.70$ ,  $p < 0.001$ ) odnosno umjerenu ( $r = 0.57$ ,  $p = 0.009$ ) postojanost tijekom adolescencije u djevojaka, dok njihova postojanost za isto razdoblje u dječaka nije zabilježena ( $r = 0.32$ ,  $p = 0.08$  i  $0.01$ ,  $p = 0.95$ ). Postojanost primitka kisika pri aerobnom pragu između 15. i 18. godine nije zabilježena (parcijalni  $r = 0.24$ ,  $p = 0.11$ ), dok je istovremeno ona za primitak kisika pri anaerobnom pragu bila umjerena (parcijalni  $r = 0.41$ ,  $p = 0.01$ ). Postojanost apsolutnog i relativnog vršnog primitka kisika između 18. godine i odrasle dobi bila je umjerena (parcijalni

$r=0.50$ ,  $p<0.001$  i parcijalni  $r=0.30$ ,  $p=0.03$ ). Nasuprot tome, u istom razdoblju značajne postojanosti primitka kisika pri aerobnom i anaerobnom pragu nisu zabilježene (parcijalni  $r=0.07$ ,  $p=0.62$  i parcijalni  $r=0.16$ ,  $p=0.31$ ).

Vrijednosti relativnog vršnog primitka kisika u adolescenciji bile su negativno povezane s indeksom tjelesne mase ( $\beta= -0.45$ ,  $SE_{\beta}=0.21$ ) i pozitivno povezane s opsegom struka i kukova ( $\beta= 0.25$ ,  $SE_{\beta}=0.11$ ). Slično je zamijećeno i za primitak kisika pri aerobnom pragu u adolescenciji koji je bio negativno povezan s indeksom tjelesne mase ( $\beta= -0.36$ ,  $SE_{\beta}=0.15$ ) te pozitivno povezan s omjerom struka i kukova, doduše samo u žena ( $\beta= 0.49$ ,  $SE_{\beta}=0.21$ ). Primitak kisika pri anaerobnom pragu bio je negativno povezan s indeksom tjelesne mase ( $\beta= -0.63$ ,  $SE_{\beta}=0.17$ ), sumom kožnih nabora ( $\beta= -0.58$ ,  $SE_{\beta}=0.18$ ) te opsegom struka ( $\beta= -0.41$ ,  $SE_{\beta}=0.13$ ). U multivarijantnoj analizi sa svim pokazateljima funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u modelu zajedno sa spolom, jedino je primitak kisika pri anaerobnom pragu pokazao značajne povezanosti s indeksom tjelesne mase ( $\beta= -0.84$ ,  $SE_{\beta}=0.28$ ), sumom kožnih nabora ( $\beta= -0.58$ ,  $SE_{\beta}=0.23$ ) te opsegom struka ( $\beta= -0.60$ ,  $SE_{\beta}=0.21$ ).

Povezanosti vrijednosti pokazatelja statusa uhranjenosti i funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescenciji s razinom tjelesne aktivnosti u odrasloj dobi bile su slabe. Zabilježena je tek umjerena obrnuta povezanost indeksa tjelesne mase i sume kožnih nabora u 15. godini s ukupnim utroškom energije u odrasloj dobi (parcijalni  $r= -0.37$ ,  $p=0.01$ ). U 18. godini takva se povezanost zamijetila za indeks tjelesne mase (parcijalni  $r= -0.32$ ,  $p=0.03$ ), ali ne i za sumu kožnih nabora (parcijalni  $r= -0.26$ ,  $p=0.07$ ). Od ispitanih pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava samo je primitak kisika pri anaerobnom pragu u 15. godini bio povezan s količinom intenzivne tjelesne aktivnosti u odrasloj dobi (parcijalni  $r= 0.32$ ,  $p=0.04$ ). Za primitak kisika pri aerobnom pragu u 18. godini opažena je i slaba pozitivna povezanost sa sportskim indeksom procijenjenim pomoću Baeckeovog upitnika (parcijalni  $r= 0.31$ ,  $p=0.03$ ).

Postojanost pokazatelja statusa uhranjenosti između adolescencije i odrasle dobi bila je u rangu umjerene do dobre, dok su istovremeno postojanosti pokazatelja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava bile u rangu slabih do umjerenih ili se pak uopće nije zabilježila značajna postojanost. Prema tome, rezultati ovog istraživanja podupiru smislenost probira djece prema indeksu tjelesne mase i količini potkožnog masnog tkiva u adolescenciji. Što se tiče distribucije potkožnog masnog tkiva, takva bi se strategija mogla primijeniti u dječaka, ali ne i u djevojčica. Naprotiv, slabe postojanosti pokazatelja funkcionalne

sposobnosti kardiorespiratornog sustava između adolescencije i odrasle dobi ne podupiru strategiju probira niske razine funkcionalnih sposobnosti u adolescenciji.

Nadalje, interventne mjere za korekciju pokazatelja statusa uhranjenosti u adolescentnoj dobi trebale bi se posebno fokusirati na ugrožene skupine djece i adolescenata (tj. skupine s rizičnim vrijednostima indeksa tjelesne mase ili količine potkožne tjelesne masti). Intervencije usmjerene korekciji funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava u adolescenciji trebale bi se, pak, prvenstveno provoditi populacijskim pristupom tj. trebalo bi ih primjenjivati u sveukupnoj populaciji djece, a ne samo u djece s niskom funkcionalnom sposobnosti kardiorespiratornog sustava.

Također, rezultati ovog istraživanja podupiru važnost ranog razvoja funkcionalne sposobnosti kardiorespiratornog sustava zbog njenog značaja u kasnijem zdravstvenom statusu pojedinca kroz utjecaj na status uhranjenosti u odrasloj dobi.

## 9. SUMMARY

The principal aim of this investigation was to assess tracking of cardiorespiratory fitness and fatness during adolescence and from adolescence to adulthood. In addition, the secondary aim was to investigate the associations of cardiorespiratory fitness in adolescence with fatness and physical activity level in adulthood.

The sample consisted of 62 participants (36 male; 26 female), median age: 43 (range: 36-43). During adolescence measurements were taken annually starting at the age of 15 and ending at the age of 18. The same procedures were repeated 18 or 25 years later when the participants were around 36 or 43 years old. Fatness was evaluated through body mass index and the sum of four skinfolds (triceps, calf, suprailiac and subscapular) and fat distribution through the ratio of central skinfolds and the sum of all skinfolds. Waist and hips circumferences were measured only in adulthood. Peak oxygen uptake was measured during a maximal treadmill exercise test. Also, ventilatory aerobic and anaerobic thresholds were determined. Physical activity duration and energy expenditure were estimated by a multi-sensor device SenseWear Armband (Body Media, Pittsburgh, SAD). In addition, Baecke's questionnaire was administered to assess physical activity during work, sport and leisure.

All fatness indicators showed very good tracking during adolescence and moderate to good tracking from adolescence to middle adulthood. Interage correlations for a 4-year interval (15-18 years) were 0.89 ( $p<0.001$ ), 0.86 ( $p<0.001$ ) and 0.77 ( $p<0.001$ ) for body mass index, sum of skinfolds and skinfold ratio, respectively. From adolescence to middle adulthood the correlations for body mass index, sum of skinfolds and skinfold ratio were 0.61 ( $p<0.001$ ), 0.54 ( $p<0.001$ ) and 0.51 ( $p=0.003$ ) in males and 0.17 ( $p=0.47$ ) in females, respectively. The observed tracking of cardiorespiratory fitness was less good. In girls absolute peak oxygen uptake tracked well ( $r=0.70$ ,  $p<0.001$ ) and relative peak oxygen uptake tracked moderately ( $r=0.57$ ,  $p=0.009$ ) during adolescence. In boys no significant tracking of peak oxygen uptake was observed for the same age interval ( $r=0.32$ ,  $p=0.08$  for absolute  $VO_{2peak}$  and  $r=0.01$ ,  $p=0.95$  for relative  $VO_{2peak}$ ). In addition, no significant tracking of aerobic threshold was noted during adolescence (partial  $r=0.24$ ,  $p=0.11$ ), whilst anaerobic threshold tracked moderately (partial  $r=0.41$ ,  $p=0.01$ ). From adolescence to middle age peak oxygen uptake tracked moderately (partial  $r=0.50$ ,  $p<0.001$  for absolute  $VO_{2peak}$  and partial

$r=0.30$ ,  $p=0.03$  for relative  $\text{VO}_{2\text{peak}}$ ), whereas no tracking of aerobic (partial  $r=0.07$ ,  $p=0.62$ ) or anaerobic threshold (partial  $r=0.16$ ,  $p=0.31$ ) was noted for the same age interval.

Peak oxygen uptake in adolescence was inversely associated with body mass index in middle adulthood ( $\beta= -0.45$ ,  $\text{Se}_e=0.21$ ). Similar inverse associations were detected for aerobic threshold in adolescence and BMI in middle age ( $\beta= -0.36$ ,  $\text{Se}_e=0.15$ ), and for anaerobic threshold in adolescence and BMI ( $\beta= -0.63$ ,  $\text{Se}_e=0.17$ ), sum of skinfolds ( $\beta= -0.58$ ,  $\text{Se}_e=0.18$ ) and waist circumference ( $\beta= -0.41$ ,  $\text{Se}_e=0.13$ ) in adulthood. Multivariate analysis which included sex and all 3 indicators of cardiorespiratory fitness demonstrated that only anaerobic threshold in adolescence was associated with fatness in adulthood independently of other two fitness indicators ( $\beta= -0.84$ ,  $\text{Se}_e=0.28$  for BMI;  $\beta= -0.58$ ,  $\text{Se}_e=0.23$  for sum of skinfolds;  $\beta= -0.60$ ,  $\text{Se}_e=0.21$  for waist circumference).

The associations of cardiorespiratory fitness and fatness in adolescence with physical activity level in middle age were weak. Both BMI and sum of skinfolds at the age of 15 were inversely related to adult energy expenditure (partial  $r= -0.37$ ,  $p=0.01$ ). At the age of 18 BMI was again related to adult energy expenditure (partial  $r= -0.32$ ,  $p=0.03$ ), but the association of sum of skinfolds and adult energy expenditure was not significant (partial  $r= -0.26$ ,  $p=0.07$ ). A weak positive relationship was observed for the anaerobic threshold at the age of 15 and the duration of vigorous physical activity in adulthood (partial  $r= 0.32$ ,  $p=0.04$ ). Also, the same fitness indicator at the age of 18 was weakly related to participation in sports later in life (partial  $r= 0.31$ ,  $p=0.03$ ).

Fatness tracked reasonably well from adolescence to middle adulthood, whilst tracking of cardiorespiratory fitness for the same age interval was poor to moderate for some indicators of fitness or not significant for the others. Therefore, the results of this investigation support BMI or skinfolds as a screening tool in adolescence. On the other hand, the use of various cardiorespiratory fitness indicators as screening tools in adolescence is not supported by the results of this study. Also, preventive strategies regarding fatness should focus on high-risk groups of adolescents. Conversely, strategies to increase cardiorespiratory fitness should not be focused on adolescents with low fitness, but include adolescents irrespective of their cardiorespiratory fitness status.

Finally, the results of this study underline the importance of high cardiorespiratory fitness early in life due to its inverse association with fatness in middle adulthood.

## 10. ŽIVOTOPIS

Maroje Sorić rođen je 1979. godine u Zagrebu. Nakon završene V Gimnazije, 1997. godine upisuje Medicinski fakultet u Zagrebu koji završava 2003. godine s prosjekom ocjena 4.83. Na posljednjoj godini studija boravi 6 tjedana u Nottingham City Hospital, (Nottingham, Velika Britanija) u sklopu Klinike za internu medicinu pod mentorstvom prof. dr. D.J. Hoskinga. Tijekom 2003. i 2004. godine obavlja obavezni pripravnički staž u 'Ustanovi za hitnu medicinsku pomoć Zagreb'. Akademske godine 2005/2006 upisuje doktorski poslijediplomski studij "Biomedicina i zdravstvo" na Medicinskom fakultetu u Zagrebu. Od 2005. godine do danas zaposlen je na Zavodu za kineziološku antropologiju i metodologiju Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu kao znanstveni novak na projektima voditeljice prof.dr.sc. Marjete Mišigoj-Duraković.

Dobitnik je Državne stipendije za nadarene studente za ak. god. 1998/99 i 1999/2000 te stipendije Grada Zagreba za nadarene studente za ak. god. 2000/01, 2001/02 i 2002/03. Autor je šest znanstvenih radova objavljenih u cijelosti, od čega su dva rada objavljena u časopisima koji se citiraju u Current Contents, devet znanstvenih radova objavljenih u obliku sažetaka te četiri stručna rada. Završio je višednevni tečaj o spiroergometrijskom testiranju "11. Practicum on Exercise Testing and Interpretation" u Londonu (Velika Britanija). Aktivno je sudjelovao je na više domaćih i međunarodnih znanstvenih i stručnih skupova te je sudjelovao u organizaciji 5. međunarodne znanstvene konferenciji o kineziologiji 'Kinesiology research trends and application', održanoj u Zagrebu 2008. godine.

Aktivno vlada engleskim jezikom te pasivno francuskim i talijanskim jezikom. Za vrijeme fakulteta sudjeluje u osnivanju studentske sportske sekcije medicinskog fakulteta "Sportmef". Član je odbojkaškog kluba Medicinar koji nastupa u II hrvatskoj ligi - centar. Od 2000. godine do danas obavlja i dužnost predsjednika OK Medicinar.



## PRILOG 1. Baeckeov upitnik o tjelesnoj aktivnosti

### ZAOKRUŽI ODGOVOR

		NE POPUNJAVATI
1.	Koje je Vaše glavno zanimanje.....	1 – 3 – 5
2.	Na poslu sjedim nikada / rijetko / katkada / često / uvijek	5 – 4 – 3 – 2 – 1
3.	Na poslu stojim nikada / rijetko / katkada / često / uvijek	1 – 2 – 3 – 4 – 5
4.	Na poslu hodam nikada / rijetko / katkada / često / uvijek	1 – 2 – 3 – 4 – 5
5.	Na poslu dižem teške terete nikada / rijetko / katkada / često / vrlo često	1 – 2 – 3 – 4 – 5
6.	Nakon posla sam umoran/na nikada / rijetko / katkada / često / vrlo često	1 – 2 – 3 – 4 – 5
7.	Na poslu se znojim nikada / rijetko / katkada / često / vrlo često	1 – 2 – 3 – 4 – 5
8.	U usporedbi s drugima moje dobi mislim da je moj posao fizički mnogo teži / teži / jednak / lakši / mnogo lakši	5 – 4 – 3 – 2 – 1
9.	Bavite li se sportom <span style="margin-left: 100px;">DA</span> <span style="margin-left: 20px;">NE</span>	
	Ako DA – kojim se sportom najčešće bavite	intenzitet 0.76 – 1.26 – 1.76 Mj/h
	– koliko sati tjedno < 1 / 1-2 / 2-3 / 3-4 / > 4	vrijeme 0.5 – 1.5 – 2.5 – 3.5 – 4.5
	– koliko mjeseci godišnje < 1 / 1-3 / 4-6 / 7-9 / > 9	odnosi 00.4 – 0.17 – 0.42 – 0.67 – 0.92
	Ako se bavite i drugim sportom	
	– kojim se sportom najčešće bavite	intenzitet 0.76 – 1.26 – 1.76 Mj/h
	– koliko sati tjedno < 1 / 1-2 / 2-3 / 3-4 / > 4	vrijeme 0.5 – 1.5 – 2.5 – 3.5 – 4.5
	– koliko mjeseci godišnje < 1 / 1-3 / 4-6 / 7-9 / > 9	odnosi 00.4 – 0.17 – 0.42 – 0.67 – 0.92
10.	U usporedbi s drugim moje dobi mislim da je moja fizička aktivnost u slobodno vrijeme mnogo veća / veća / ista / manja / mnogo manja....	5 – 4 – 3 – 2 – 1
11.	U slobodno se vrijeme znojim nikada / rijetko / katkada / često / vrlo često	1 – 2 – 3 – 4 – 5
12.	U slobodno se vrijeme bavim sportom nikada / rijetko / katkada / često / vrlo često.	1 – 2 – 3 – 4 – 5
13.	U slobodno vrijeme gledam TV nikada / rijetko / katkada / često / vrlo često	5 – 4 – 3 – 2 – 1
14.	U slobodno vrijeme hodam nikada / rijetko / katkada / često / vrlo često	1 – 2 – 3 – 4 – 5
15.	U slobodno vrijeme vozim bicikl nikada / rijetko / katkada / često / vrlo često	1 – 2 – 3 – 4 – 5
16.	Koliko minuta hodate ili vozite bicikl dnevno do/od posla, trgovine i sl. ? < 5 / 5-15 / 15-30 / 30-45 / > 45	1 – 2 – 3 – 4 – 5

