Linearne i nelinearne povezanosti jednostavnih morfoloških mjera i fitnes indeksa kod dječaka u pubertetu

Blažević, Mateo

Doctoral thesis / Disertacija

2011

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:221:750024

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-19**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split

KINEZIOLOŠKI FAKULTET
SVEUČILIŠTE U SPLITU

POSLIJEDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI DOKTORSKI STUDIJ

MATEO BLAŽEVIĆ

LINEARNE I NELINEARNE POVEZANOSTI JEDNOSTAVNIH MORFOLOŠKIH MJERA I FITNES INDEKSA KOD DJEČAKA U PUBERTETU

DOKTORSKA DISERTACIJA

SPLIT, RUJAN 2011.

Dana 21. listopada 2011. godine mr.sc. Mateo Blažević **OBRANIO** je doktorsku disertaciju pod naslovom:

LINEARNE I NELINEARNE POVEZANOSTI JEDNOSTAVNIH MORFOLOŠKIH MJERA I FITNES INDEKSA KOD DJEČAKA U PUBERTETU

mentora dr.sc. Nataše Zenić-Sekulić,
izvanrednog profesora na Kineziološkom fakultetu u Splitu

javnom obranom pred stručnim povjerenstvom u sastavu:

1. dr.sc. Damir Sekulić, redoviti profesor Kineziološkog fakulteta u Splitu, predsjednik
2. dr.sc. Miran Kondrič, izvanredni profesor Fakulteta za šport u Ljubljani, član
3. dr.sc. Nikola Rausavljević, redoviti profesor u trajnom zvanju Kineziološkog fakulteta u Splitu, član
4. dr.sc. Tošo Maršić, znanstveni suradnik, član
5. dr.sc. Nebojša Zagorac, izvanredni profesor Kineziološkog fakulteta u Splitu, član

Ovim putem zahvaljujem članovima stručnog povjerenstva na nesebičnoj pomoći i savjetima. Njihovo iskustvo i znanje mi je bilo od nemjerljive pomoći pri izradi ove doktorske disertacije.
Ipak, imam posebnu želju zahvaliti se svojoj mentorici prof. dr. sc. Nataši Zenić Sekulić,te prof. dr.sc. Damiru Sekuliću na velikoj podršci i stručnom vođenju od same ideje pa do konačne realizacije cijelog projekta.
I na kraju, ipak dolazi ono najvažnije: Veliko hvala mojoj obitelji , supruzi Jasminki te mojim sinovima Toniju i Borni, roditeljima Fabjanu i Jadranki, bratu Edi, na razumijevanju, strpljenju, podršci… Bez njihove potpore ova disertacija vjerojatno nikada ne bi ni ugledala svjetlo dana.

Sadržaj

1 Uvod 9

2 Dosadašnje spoznaje 11

2.1 Istraživanja morfološkog prostora 11

2.2 Istraživanja motoričkog prostora 14

2.3 Istraživanja u kojim su korištene nelinearne regresijske procedure 19

2.4 Iskustva autora 22

3 Problem 23

3.1 Problem relacija morfologije i motorike 23

3.2 Fitnes indeks 24

4 Cilj rada 27

5 Hipoteze 29

6 Metode rada 31

6.1 Uzorak ispitanika 31

6.2 Uzorak varijabli 32

6.2.1 Testovi za procjenu morfoloških obilježja 32

6.2.2 Testovi za procjenu motoričko – funkcionalnih obilježja 33

6.2.3 Fitnes indeks 35

6.3 Metode obrade rezultata i opis istraživanja 36

7 Rezultati 38

7.1 Izračunavanje fitnes indeksa 38

7.2 Izračunavanje deskriptivnih parametara 47

7.3 Linearne i nelinearne povezanosti jednostavnih morfoloških prediktora i fitnes indeksa 52

8 Rasprava 85

8.1 Tjelesna visina kao prediktor fitnes indeksa kod dječaka od 15 do 18 godine 86

8.2 Tjelesna težina kao prediktor fitnes indeksa kod dječaka od 15 do 18 godine 93

8.3 Indeks tjelesne mase (BMI) kao prediktor fitnes indeksa kod dječaka od 15 do 18 godine 98

8.4 Ograničenja rada i smjernice daljnjih istraživanja 107

9 Zaključak 109

10 Literatura 114

Sažetak

Glavni cilj ovog istraživanja bio je definirati nelinearne i linearne zavisnosti između osnovnih morfoloških mjera i fitnes indeksa kao generalne mjere stanja fitnesa kod dječaka srednjoškolaca. U tu svrhu pristupilo se izračunavanju fitnes indeksa kao karakteristične kombinacije nekoliko motoričkih i funkcionalnih varijabli za uzraste 15, 16, 17 i 18 godina. Nadalje, primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odredio se utjecaj osnovnih morfoloških mjera (tjelesne visine, tjelesne težine, indeksa tjelesne mase) na fitnes indeks na uzroku dječaka srednjoškolaca te definiralo značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela.

Istraživanje je provedeno na uzorku 944 ispitanika. Svi ispitanici su bili srednjoškolci, učenici srednje škole u Splitu. Generalno, radi se o zdravim ispitanicima koji su redovito pohađali nastavu TZK. Uzorak varijabli sačinjavali su testovi za procjenu: morfoloških obilježja (visina tijela, težina tijela , indeks tjelesne mase), motoričko-funkcionalnih obilježja (skok u dalj s mjesta, pretklon trupa, pretklon raznožno, izdržaj u visu zgibom, trčanje 100 metara, trčanje 400 metara, trčanje 6 minuta), te fitnes indeks.

Na temelju provedenog istraživanja zaključilo se kako je tjelesna težina relativno slab prediktor fitnes indeksa koji je izračunat kao linearna kombinacija varijabli za procjenu motoričko-funkcionalnog statusa u ovom radu . Ova zavisnost gotovo se uopće ne mijenja od 15. do 18. godine te nisu utvrđene ni linearne, ni nelinearne povezanosti između tjelesne visine kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterijske varijable .

Nadalje, primjetan je utjecaj tjelesne težine na fitnes indeks. Ipak, treba naglasiti kako tjelesna težina u većem broju slučajeva biva značajno nelinearno povezana s fitnes indeksom te se mora utvrditi kako nelinearna zavisnost opisuje pravu prirodu zavisnosti. Konkretno, postoje naznake da u lijevom dijelu distribucije rezultata tjelesne težine, a to u osnovi znači do prelomnice (15 godina – 65 kg; 16 godina – 70 kg; 17 godina – 75 kg; 18 godina – 75 kg) tjelesna težina ima vrlo mali ili nikakav utjecaj na fitnes indeks. Od navedenih prelomnica započinje izrazito negativni utjecaj prirasta tjelesne težine na fitnes indeks. Najveća povezanost između tjelesne težine i fitnes indeksa uočena je u 15. godini te se ovaj uzrast treba tretirati kao kritična dob za prevenciju tjelesne težine.

Od analiziranih mjera, indeks tjelesne mase je morfološka mjera koja najbolje ukazuje na fizičke performanse kod ispitanika koji su ovdje analizirani (nelinearna povezanost). Jedan od zaključaka ove studije upućuje na činjenicu da nelinearni model puno bolje opisuje zavisnosti između kriterijskih i prediktorski varijabli koje su uzete u izračun. Ipak najvažniji zaključci ove studije vežu se za

podatke o parametrima indeksa tjelesne mase kod kojih se može uočiti početak izrazito negativnog utjecaja prirasta indeksa tjelesne mase na fitnes indeks. Tako je kritična točka indeksa tjelesne mase u svim uzrastima prepoznata kao 21 kg/m² .

Jasno je kako ovi podaci potpuno odstupaju od do sada proklamirane vrijednosti indeksa tjelesne mase od 25 kg/m², kao početka prekomjerne tjelesne težine. Ukoliko se ovaj zaključak može smatrati i prestrogim za uzrast od 15,16 i 17 godina, u 18. godini više nema nikakve sumnje kako definirana vrijednost indeksa tjelesne mase od 25 kg/m² ni u kojem slučaju više ne može biti prihvaćena kao referentna vrijednost za prekomjernu tjelesnu težinu.

Ključne riječi: nelinearna zavisnost, fitnes indeks, učenici srednje škola

Abstract

The main aim of this research was to define non-linear and linear dependencies between basic morphological measures and fitness index as a general measure of fitness state in secondary school boys. For this purpose, we calculated the fitness index as a characteristic combination of several motor and functional variables for ages 15, 16, 17 and 18. Further on, by applying linear and non-linear statistic procedures, we determined the influence of basic morphological measures (body height, body weight, body mass index) on fitness index on the sample of secondary school boys and we defined the significance of differences between the applied linear and non-linear correlation model. The research was conducted on the sample of 944 respondents. All the respondents were secondary school boys, students of a secondary school in Split. In general, these were healthy respondents who attended physical education lessons on regular basis. The samples of variables consisted of tests for the assessment of: morphological features (body height, body weight, body mass index), motor-functional features (long jump from a spot, lifting trunk, astride touch-toe, hanging endurance, 100-m running, 400-m running, 6-min running) and fitness index.

Based on the conducted research, we have come to a conclusion that body weight is a relatively weak predictor of fitness index which was calculated as a linear combination of variables to assess motor-functional status in this paper. This dependency hardly ever changes between the ages 15 and 18, thus we determined neither linear nor non-linear connections between body height as a predictor and fitness index as a criterion variable.

Further on, there is a significant influence of body weight on fitness index. However, it should be stressed that body weight in a large number of cases is significantly non-linearly connected to fitness index and one must conclude that non-linear dependency depicts the actual character of dependency. More precisely, there is certain indication that in the left part of the body weight result distribution, which basically means to the turning point (age 15 – 65 kg, age 16 – 70 kg, age 17 – 75 kg, age 18 – 75kg), body weight has a small one or none influence whatsoever. From the given turning points on, there is a significantly negative influence of body weight increase on fitness index. The strongest connection between body weight and fitness index was observed at the age of 15, therefore this age should be treated as a critical one for prevention of excessive body weight.

Out of all the analysed measures, body mass index is a morphological measure which best reveals physical performances in respondents analysed here (non-linear connection). One of the conclusions of this study reveals the fact that a non-linear model much better describes the dependencies between criterion and predictor variables taken to calculate. However, the most important conclusions of this study are connected to the data on body mass index parameters where we can

observe the beginning of significantly negative influence of body weight increase on fitness index. Thus the critical point of body mass index taken for all ages is 21kg/m^2.

It is evident these data completely deviate from the previously proclaimed body mass index value of 25kg/m^2 as the beginning of excessive body weight. If this conclusion is considered to be too strict for ages 15, 16 and 17, at the age of 18, without any doubt, one cannot, by any means, accept the defined value of body weight of 25 kg/m^2 as a reference value for excessive body weight.

Key words: non-linear dependency, fitness index, secondary school boys

1 Uvod

Dosadašnjim spoznajama, koje se temelje na velikom broju istraživanja, utvrđene su povezanosti unutar morfološkog i motoričkog prostora te povezanosti između morfološkog i motoričkog prostora. Utvrđivanjem samih povezanosti, između ili unutar određenih prostora koji definiraju antropološki status, još uvijek se ne može jasno definirati međusobni odnos između uspoređivanih varijabli. Detaljnijom primjenom korelacijsko regresijskih analiza možemo doći do podataka koji kvalitetnije opisuju odnose između uspoređivanih varijabli (stupanj povezanosti, smjer povezanosti). Konačno, za uspjeh u sportu, odnosno za učinkovito ''rješavanje'' određenih motoričkih zadataka potrebna je mišićna masa. Količina mišićne mase bitno varira od sporta do sporta, tako da pretjerana ili nedovoljna voluminoznost može predstavljati problem za savladavanje određenih motoričkih zadataka. Gledajući s gledišta motoričkih sposobnosti situacija je slična. Jedan od glavnih remetećih faktora za savladavanje motoričkih zadataka i manifestiranje motoričkih sposobnosti je količina potkožnog masnog tkiva. Veća količina potkožnog masnog tkiva, koje ujedno predstavlja i balastnu masu, kod većine motoričkih zadataka uzrokuje lošije rezultate. Primjerice kod motoričkog zadatka ''zgibovi'', nedovoljna količina mišićne mase negativno utječe na rezultat . Ujedno i prevelika količina mišićne mase (prvenstveno na ekstremitetima koji ne sudjeluju u izvođenju zadatka – u ovom slučaju noge) negativno utječe na rezultat. Veća količina potkožnog masnog tkiva PMT također negativno utječe na rezultat.

Kod motoričkog zadatka ''skok u dalj s mjesta'', kod kojeg se manifestira eksplozivna snaga donjih ekstremiteta, odnos mišićne mase i količina potkožnog masnog tkiva je vrlo bitna. Ispitanici koji imaju manju tjelesnu težinu (koju vrlo vjerojatno prati i deficit mišićne mase) te oni koji imaju prekomjernu težinu (koju vrlo vjerojatno prati i suficit potkožnog masnog tkiva) u navedenom testu postići će lošije rezultate (Kraska i sur. 2009.).

Iz gore navedenog može se zaključiti da je proučavanje odnosa između motoričkih sposobnosti i morfoloških karakteristika vrlo složeno i da je potrebna što veća količina informacija kako bi se donijeli donijeti što kvalitetniji zaključci. Primjena nelinearnih statističkih procedura daje nam novu količinu informacija o istraživanim fenomenima te u nadopuni s informacijama dobivenim ''linearnim pristupom'' istraživačima omogućava kvalitetnije donošenje zaključaka.

Uvidom u dosadašnja istraživanja primjetno je da veliki broj autora koristi ''jednostavnije'' statističke procedure kojima opisuju odnose između zavisnih i nezavisnih varijabli (linearne

korelacijske i regresijske analize). Primjenom ovih analiza može se utvrditi odnos između zavisnih i nezavisnih varijabli, odnosno utjecaj nezavisnih varijabli na zavisnu varijablu.

Za razliku od nelinearnih statističkih procedura, linearne procedure su jednostavnije za izračunavanje te se preko njih jednostavnije mogu izvesti zaključci. Interpretacija dobivenih rezultata, obrađenih isključivo linearnim modelima, zasigurno nije dostatna za kvalitetne i korektne zaključke koji proizlaze iz navedenih analiza. Ovakvim pristupom nerijetko može doći do pogreške u interpretaciji dobivenih rezultata, odnosno linearni model u svim slučajevima ne opisuje dovoljno dobro relacije između proučavanih varijabli na temelju kojih se mogu dobiti kvalitetni zaključci (Ambrožić, 1996). Prema istraživanju Sekulića i suradnika (2007.), primjena nelinearne regresije omogućava istraživačima definiranje stvarne logike povezanosti između varijabli, ali samo ako se nelinearne relacije kompariraju s linearnim.

2 Dosadašnje spoznaje

Pregled dosadašnjih znanstvenih radova, vezanih uz predmet istraživanja, podijeljen je u četiri grupe. Prva grupa obuhvaća radove koji su vezani uz istraživanje morfološkog prostora. Druga grupa opisuje znanstvene radove čiji je predmet istraživanja bio prostor motoričkih sposobnosti. Treća grupa istraživanja utvrđivala je povezanost morfološkog i motoričkog prostora. Četvrta grupa istraživanja sadrži radove u kojima su korištene nelinearne statističke procedure.

2.1 Istraživanja morfološkog prostora

Istraživanja u prostoru morfološkog prostora u kineziologiji, prema ciljnoj usmjerenosti, mogu se podijeliti u nekoliko grupa. Prva grupa istraživanja obuhvaća morfološke razlike i osobitosti sportaša u različitim sportskim disciplinama te promjene u morfološkom prostoru koje su uvjetovane određenim kineziološkim stimulansima. Druga grupa istraživanja obuhvaća radove kojima je glavni cilj definirati razlike između skupina. Kod treće, velike skupine istraživanja, cilj je definirati latentnu strukturu u prostoru morfoloških varijabli.

U definiranju morfološkog statusa učesnika kineziloških programa vrlo važno mjesto zauzima određivanje morfoloških karakteristika vježbača. Istraživanja morfoloških karakteristika, posebice određivanje modalnih vrijednosti, od nemjerljivog je značaja za postizanje kvalitetnih sportskih rezultata. Razni autori bavili su se ovom problematikom. Tako su , primjerice, Ridge i sur. (2007.) istraživali morfološke karakteristike kajakaša i kanuista. Mohamed i sur. (2009.) istraživali su antropometrijske karakteristike mladih rukometaša.

Calo i sur. (2009.) istraživali su sastav tijela kod talijanske ženske hokejaške reprezentacije. U tu svrhu autori su mjerili 9 kožnih nabora i analizirali sastav tijela bioelektričnom impedancom. Zaključili su da u odnosu na kontrolnu skupinu ispitanice imaju nižu vrijednost potkožnog masnog tkiva.

U pregledu dosadašnjih istraživanja vrlo važno mjesto zauzimaju istraživanja iz druge skupine, tj. ona koja obuhvaćaju promjene u morfološkom prostoru uvjetovane kineziološkim programima. Tako su primjerice Geliebter i sur. (1997.) utvrdili učinke treninga snage i aerobnog treninga(u kombinaciji s dijetom na sastav tijela kod pretilih osoba) te definirali da aerobni trening u kombinaciji s dijetom

ponajprije utječe na redukciju potkožnog masnog tkiva dok trening snage u suradnji s dijetom ima veći utjecaj na povećanje mišićne mase nego na redukciju potkožnog masnog tkiva.

Istraživanje Suzukia i suradnika iz 1998. godine za cilj je imalo istražiti utjecaj aerobnog treninga na sastav tijela, aerobnu izdržljivost i prehranu kod fizički neaktivnih ispitanica starih 19 godina (N=31). Aerobno vježbanje odvijalo se u periodu od 12 tjedana / 5x tjedno u trajanju od 30 minuta dnevno pri opterećenju od 40% VO2 max. Unos hrane je analiziran tjedno i redovito evidentiran. Nakon 12 tjedana uočeno je smanjenje indeksa tjelesne mase i smanjenje količine potkožnog masnog tkiva procijenjenog preko mjera kožnih nabora.

U drugoj skupini istraživanja su radovi koji se bave određivanjem razlika između skupina. Nerijetko se uspoređuju sportaši koji se bave sportskim disciplinama slične strukture kretanja i slične energetske zahtjevnosti kod kojih se ipak mogu očekivati nekakve razlike u morfološkom prostoru. Tako su Mišigoj-Duraković i Heimer (1992.) istraživali antropometrijske i funkcionalne karakteristike kajakaša (n=18) i kanuista (n=11). Autori su zaključili da i kajakaši i kanuisti imaju malu količinu potkožnog masnog tkiva, veće opsege topoloških regija (posebno kod gornjih ekstremiteta), iznadprosječnu tjelesnu težinu i iznadprosječnu količinu mišićne mase. Autori nisu utvrdili statistički značajne razlike između ove dvije skupine sportaša.

Kao što se može vidjeti iz prethodnog teksta redovito se istražuju različite vrste i modaliteti treninga koji su različiti i po sadržajima, ali i po volumenima te uzorku ispitanika.
Bini i sur. (2000.), utvrdili su da između 12. i 14. godine dolazi do povećanja indeksa tjelesne mase, u muškoj populaciji ispitanika.

Vrijedno istraživanje, proveli su Mazić i sur. 2009., s ciljem utvrđivanja; je li povećana vrijednost indeksa tjelesne mase kod sportaša rezultira i prekomjernu tjelesnu težinu. Na uzorku 299 sportaša i 179 nesportaša vršili su usporedbu indeksa tjelesne mase i postotka tjelesna masti. Analizom dobivenih rezultata autori su zaključili da indeks tjelesne mase ne može biti mjera za utvrđivanje prekomjerne težine kod trenirane populacije. Kod populacije sportaša, u odnosu na nesportaše, karakteristična je povećana tjelesna masa, povećan indeks tjelesne mase uz niže vrijednosti postotka tjelesne masti. Kod 85 sportaša izračunat je indeks tjelesne mase koji označava prekomjernu tjelesnu težinu (25 i više), iako je postotak tjelesne masti bio na niskim vrijednostima. Uzimajući u obzir vrijednosti količine potkožnog masnog tkiva primjetno je da su samo tri sportaša doista imala prekomjernu težinu. Do zaključka kako indeks tjelesne mase ne može biti mjera za utvrđivanje prekomjerne težine kod trenirane populacije, došli su i Jonnalagadda i sur. (2004), Witt i sur. 2005., te Odde i sur. (2007.).

Usporedbom 236 sportaša sa 293 nesportaša, Nevill i sur. 2010., utvrdili su povezanost ove dvije populacije u svrhu predviđanja povećanog indeksa tjelesne mase. Primjenom linearne

regresijske analize te ANCOV-e, na navedenom uzorku, uz izmjerene kožne nabore i izračunati indeks tjelesne mase zaključili su da povećani indeks tjelesne mase kod sportaša može predvidjeti i povećani indeks tjelesne mase kod netrenirane populacije (naravno na istom uzorku nesportaša i sportaša – dob, spol…).

Burdukiewicz i sur. (2010.) istraživali su razlike u morfološkom statusu između judašica i dizačica utega. Došli su do zaključka da judašice, u prosjeku, imaju manju čistu mišićnu masu u odnosu na dizačice utega. Također su ustanovili da dizačice utega imaju veće opsege svih topoloških regija koje su uvjetovane većom tjelesnom težinom i većom mišićnom masom.

U trećoj skupini istraživanja morfološkog statusa nalaze se istraživanja kojima je cilj bio odrediti latentnu strukturu morfološkog prostora. Spoznaje dobivene istraživanjem ove vrste vrlo su bitne kod interpretacija rezultata dobivenih unutar morfološkog prostora kako kvalitativnih tako i kvantitativnih.

Harman (1960.) je na uzorku od 305 ispitanica izračunao interkorelacije između visine, raspona ruku, dužine podlaktice, dužine potkoljenice, težine, bitrohanterijalnog raspona, opsega i dubine prsnog koša. Uz pomoć faktorskih metoda izolirao je dva faktora. Prvi faktor odgovoran je za longitudinalne dimenzije trupa i udova. Drugi faktor odgovoran je za transverzalne i cirkularne dimenzije. Dobiven je i generalni faktor veličine tijela prema Viskić (1972.).

Momirović i sur. (1970.), u istraživanju koje je provedeno na uzorku od 202 ispitanika i 202 ispitanice starih 21 godinu, su primijenili 45 antropometrijskih mjera koje su primjenom faktorske analize saturirane u četiri faktora. Autor je dobivene faktore interpretirao kao: longitudinalna dimenzionalnost skeleta, cirkularna dimenzionalnost tijela, dimenzionalnost zglobova, dimenzionalnost ekstremiteta i glave te količina potkožnog masnog tkiva. Autor je dobio identične faktore kod oba spola. Kod žena je primjetna harmoničnija somatska struktura (prema Bala 1977.).

Viskić (1972.), u svom radu ''Faktorska struktura tjelesne težine'', na uzorku od 119 vojnika starosne dobi od 19. do 21. god., je izolirala tri faktora iz matrice interkorelacija 14 antropometrijskih varijabli. Prvi faktor interpretiran je kao faktor voluminoznosti, drugi kao faktor dimenzionalnosti skeleta, a treći kao faktor potkožne masti. Utvrđeno je da je struktura tjelesne težine kompleksna. Na nju najveći utjecaj imaju faktor voluminoznosti, faktor dimenzionalnosti i faktor potkožne masti.

Viskić (1974.), na uzorku od 424 učenice, stare 15 godina, je primijenila bateriju od 18 antropometrijskih mjera, 15 testova hipotetskih faktora snage i 22 testa motoričkih sposobnosti. Jedan od ciljeva bio je utvrditi morfološku strukturu ispitanica. U prostoru morfoloških manifestnih osobina izolirane su tri latentne dimenzije: cirkularna dimenzionalnost tijela i tjelesne mase, longitudinalna dimenzionalnost skeleta i potkožno masno tkivo (prema Blašković, 1979.).

Stojanović i sur. (1975.), na uzorku od 737 ispitanika starih između 19. i 27. godine, analizirali su strukturu antropometrijskih dimenzija uz pomoć 23 antropometrijske varijable. Primjenom faktorskih procedura izolirani su faktori: volumena i mase tijela, longitudinalne dimenzionalnosti skeleta i potkožnog masnog tkiva. Autori nisu izolirali faktor transverzalne dimenzionalnosti skeleta. Kurelić i sur. (1975.), na uzorku od 20000 ispitanika postavili su teoretski model morfološkog prostora koji je sastavljen od četiri latentne dimenzije: longitudinalna dimenzionalnost skeleta, transverzalna dimenzionalnost skeleta, masa i volumen tijela, potkožno masno tkivo.

Bala (1977.), u svom radu '' Struktura antropometrijskih dimenzija kod žena'' na uzorku od 188 žena starosne dobi 17 godina + 6 mjeseci obradom 35 varijabli za procjenu morfološkog prostora je izolirao šest faktora koje je definirao kao volumen tijela i količinu potkožnog masnog tkiva, longitudinalnu dimenzionalnost skeleta, dimenzionalnost glave i lica, veličinu zglobova i krajnjih ekstremiteta, transverzalnu dimenzionalnost skeleta te dimenzionalnost grudnog koša. Jedna od karakteristika ovog rada je spoznaja da se prvi put izolirao faktor koji opisuje dimenzionalnost glave i lica.

Hofman i Hošek (1985.), na uzorku ispitanica starih od 19. do 27. godine, primjenom kanoničke faktorske analize na 35 antropoloških varijabli, izolirali su pet faktora: dva faktora volumena tijela od kojih je jedan kontaminiran masnim, a drugi mišićnim tkivom, dva faktora potkožnog masnog tkiva od kojih jedan definira potkožno masno tkivo na ekstremitetima, a drugi na trupu te faktor longitudinalne dimenzionalnosti skeleta. Autori su zaključili da u populaciji mlađih žena postoje generatori varijabiliteta mekih tkiva bitno različitih od onih u muškoj populaciji (prema Maleš 2002.). U radu Caput – Jogunica (2000) jedan od ciljeva bio je i istražiti faktorsku strukturu uzorka antropometrijskih mjera. Analizom je autorica utvrdila da najhomogeniji skup čine mjere volumena tijela, zatim mjere longitudinalne dimenzionalnosti skeleta te mjere potkožnog masnog tkiva. Najniže vrijednosti zapažene su kod vrijednosti mjera transverzalne dimenzionalnosti skeleta. Ovo istraživanje je provedeno na uzorku od 101 studentice Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu prosječne starosne dobi od 19 godina. Navedeni faktori su zamijenili svoja mjesta po kriteriju količine opisane varijance, odnosno po udjelu u ukupnoj faktorskoj strukturi morfološkog prostora.

2.2 Istraživanja motoričkog prostora

Istraživanja motoričkih sposobnosti u kineziologiji, prema mišljenju autora ovog rada, mogu se podijeliti u četiri grupe. Kod prve grupe istraživanja cilj je utvrditi karakteristične motoričke sposobnosti kod sudionika različitih sportskih disciplina. U drugu grupu istraživanja mogu se svrstati istraživanja kod kojih se utvrđuju razlike između skupina. Istraživanja unutar ove skupine obuhvaćaju

razlike u motoričkom prostoru između sportaša i nesportaša, razlike između sportaša različite kvalitete, razlike između sportaša različitih sportova, razlike između sudionika različitih kineziloških aktivnosti. Treća skupina istraživanja obuhvaća istraživanja kojima se utvrđuju promjene u motoričkom statusu izazvane kontroliranim i/ili nekontroliranim trenažnim procesom. U četvrtu skupini mogu se svrstati istraživanja koji imaju za cilj definirati latentnu strukturu motoričkog prostora.

U prvu skupinu spadaju istraživanja kojima je cilj utvrditi karakteristične motoričke sposobnosti sudionika sportskih i/ili rekreativnih disciplina. Primjerice, Miletić, Đ. i sur. (2004.) utvrdili su povezanost između rezultata motoričkih testova i izvođenja skokova u ritmičkoj gimnastici. Zaključili su da koordinacija (osobito koordinacija u ritmu) te eksplozivna snaga (osobito eksplozivna snaga nogu) doprinose postizanju boljih rezultata u izvođenju skokova kod početnica. Premda su autori očekivali, nisu utvrdili utjecaj fleksibilnosti na skokove u ritmičkoj gimnastici .

Sporiš G. i sur. 2010. utvrdili su koje motoričke sposobnosti trebaju posjedovati nogometaši ovisno o poziciji koju zauzimaju u nogometnoj igri. Također su utvrdili razlike u motoričkim sposobnostima nogometaša ovisno o poziciji.

U drugu skupinu istraživanja ubrajaju se znanstveni radovi kojima je cilj utvrđivanje razlika u motoričkom prostoru između različitih skupina (Lidor i sur. 1998., Marković i sur. 2005.). Primjerice, Čular, D. i sur. 2010. godine, između ostalog, utvrđivali su razlikuju li se dječaci i djevojčice u određenim motoričkim sposobnostima važnim za taekwondo. Zaključili su da postoje značajne razlike u spolu u uspješnosti usvajanja prednjeg i kružnog udarca, u fleksibilnosti, u jakosti hvata (mjera snage), i frekvenciji pokreta ruku i nogu.

U treću skupinu mogu se svrstati istraživanja kojima se utvrđuju promjene u motoričkim sposobnostima izazvane trenažnim procesom. Kineziološka istraživanja s ovom tematikom vrlo često obuhvaćaju utjecaj pojedinog trenažnog procesa na određene motoričke sposobnosti. Interesantna su i istraživanja diferencijalnog utjecaja različitih vrsta trenažnih programa na motoričke sposobnosti. Skupina autora, Krstulović, S. i sur. (2010.) analizirali su utjecaj tri različita programa (nogomet, atletika, judo) na motoričke sposobnosti kod sedmogodišnjaka. Finalnim provjeravanjem utvrđen je napredak kod sve tri eksperimentalne skupine u nekim varijablama koje opisuju motorički prostor u odnosu na kontrolnu skupinu. Autori su zaključili da je svaki eksperimentalni program imao specifičan pozitivni utjecaj upravo na one sposobnosti koje su bitne za uspjeh u tom sportu. Interes za bavljenje ovom problematikom itekako postoji. Čitav niz autora se bavi promjenama u motoričkom prostoru uvjetovanim kineziološkim tretmanima ;Viskic – Štalec, N. i sur. 2007., Sporiš, G. i sur. 2010., Guillot, A i sur. 2010 i dr.

Četvrtu vrlo veliku skupinu istraživanja obuhvaćaju radovi s ciljem određivanja latentne strukture motoričkog prostora. Veliki broj autora se bavio ovom problematikom, osobito u drugoj polovici prošlog stoljeća.

Larson (1941.) utvrdio je da se faktor snage dijeli na dinamičku, statičku i dinamometrijsku snagu kao i topološki faktor abdominalne snage. Autor je prostor koordinacije podijelio na koordinaciju s agilnošću cijelog tijela i motoričku edukatibilnost (prema Metikoš i sur. 1979.).

Fleishman (1964.) je u svome radu ''The structure and measrement of physical fitness'' zaključio da u motoričkom prostoru egzistiraju sljedeći podprostori: eksplozivna snaga, fleksibilnost istezanja, fleksibilnost, ravnoteža cijelog tijela uz zatvorene oči, ravnoteža s otvorenim očima i brzina pokreta udova.

Metikoš i Hošek (1972.) su u istraživanju ''Faktorska struktura nekih testova koordinacije'' primijenili 28 mjernih instrumenata za procjenu, do tada poznata, tri primarna faktora koordinacije (reorganizacija stereotipa gibanja, brzina izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka, brzina usvajanja novih motoričkih zadataka). Autori su izolirali sedam latentnih dimenzija, među kojima i koordinaciju u ritmu definiranu kao sposobnost izvođenja zadanih pokreta u zadanom ili proizvoljnom ritmu.

Hošek i sur. (1973.) su u radu ''Metrijske karakteristike testova za procjenu faktora koordinacije u ritmu '' zaključili da u prostoru koordinacije egzistira podprostor koordinacije u ritmu koji je između ostalog definiran i varijablama Neritmičko bubnjanje, Bubnjanje nogama i rukama, Udaranje po horizontalnim pločama, Udaranje po pločama u tri ravni.

Kurelić i sur. (1975.) su u radu ''Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine'', obradom 38 motoričkih testova, dobivene faktore u motoričkom prostoru interpretirali kao: faktor regulacije intenziteta ekscitacije, faktor regulacije trajanja eksitacije, faktor strukturiranja kretanja i mehanizam funkcionalne sinergije i regulacije tonusa.

Hošek (1976.) je u svom magistarskom radu pod nazivom ''Struktura koordinacije'' imala za cilj utvrditi faktorsku strukturu koordinaciji. Istraživanje je provedeno na uzorku od 693 ispitanika, starosti od 19 do 27 godina. Autorica je primijenila 37 mjernih instrumenata koji su odabrani na način da je svaki hipotetski podprostor koordinacije pokriven sa 4 do 6 testova. Sukladno dotadašnjim spoznajama prostor koordinacije je opisan pomoću faktora: koordinacije u ritmu, brzine izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka, brzine učenja novih motoričkih zadataka, reorganizacije stereotipa gibanja, koordinacije cijelog tijela, koordinacije nogu, koordinacije ruku i agilnosti. Obradom dobivenih rezultata autorica je zaključila da u području koordinacije egzistira šest primarnih faktora koordinacije, među kojima nije definiran faktor koordinacije u ritmu.

Metikoš (1979.) je u radu ''Struktura motoričkih sposobnosti'' dao prikaz strukture motoričkih sposobnosti s osvrtom na najvažnija istraživanja u pojedinim podprostorima motoričkih sposobnosti. Na kraju je predložio buduće pravce istraživanja u prostoru motoričkih sposobnosti koji se međusobno ne isključuju.

Kurelić i sur. (1979.) su u svome radu izolirali 4 glavna faktora u području motoričkih sposobnosti, i i to:

- mehanizam za regulaciju intenziteta ekscitacije kojemu su podređeni primarni faktori koje opisuju sila mjerena dinamometrom i eksplozivna snaga
- mehanizam za regulaciju trajanja ekscitacije kojega definiraju repetitivna snaga ruku i ramenog pojasa, repetitivna snaga nogu, repetitivna snaga trupa, statička snaga ruku i ramenog pojasa, statička snaga nogu, statička snaga trupa
- mehanizam za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa kojega opisuju preciznost ciljanja, preciznost gađanja, ravnoteža s zatvorenim očima, ravnoteža s otvorenim očima, brzina jednostavnih pokreta, brzina frekvencije
- mehanizam za strukturiranje kretanja kojega definiraju brzina učenja novih motoričkih zadataka, koordinacija u ritmu, agilnost, reorganizacija stereotipa kretanja, brzina izvođenja kompleksnih motoričkih zadataka, koordinacija cijelog tijela, koordinacija ruku, koordinacija nogu.

Lammle i sur. 2010. godine utvrdili su pet različitih faktora koji opisuju motorički status ispitanika. Definirali su ih kao: izdržljivost, snaga, koordinacija (izvođenje zadatka u što kraćem vremenu), koordinacija (što preciznije izvođenje zadatka), fleksibilnost.

Postoje i istraživanja koja su se bavila povezanošću morfološkog i motoričkog prostora, a ponajprije iz razloga jer su autori uočili kako morfološke dimenzije imaju upravo presudan utjecaj na dimenzije motoričkog statusa.

Tako primjerice:

Šturm (1975.) je u svojoj doktorskoj disertaciji istraživao relacije tjelesne snage i nekih motoričkih i morfoloških karakteristika. Istraživanje je provedeno na uzorku od 433 muškarca i 422 žene, starih 17 godina. Autor je utvrdio, između ostalog, da su u ženskoj populaciji antropometrijske varijable u negativnim relacijama sa svim mjerama relativne snage, a u pozitivnim relacijama s mjerama apsolutne snage. Mjere potkožnog masnog tkiva su u negativnim odnosima s testovima u kojima se zadaci izvode onim dijelovima tijela na kojima postoji gomilanje potkožnog masnog tkiva. Latentna dimenzija definirana potkožnim masnim tkivom u negativnim je relacijama sa svim mjerama snage, dok je dimenzionalnost skeleta u pozitivnim relacijama s varijablama skokova (prema Blašković 1979.).

Babić i sur. (2007.) su imali za cilj utvrditi odnose varijabli eksplozivne snage i morfoloških obilježja pri trčanju maksimalnom brzinom. Istraživanje je provedeno na uzorku od 133 studenta Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Obradom dobivenih rezultata autori su zaključili da su duljina i frekvencija koraka pri maksimalnom trčanju u negativnoj korelaciji, što je posljedica pozitivne povezanosti dimenzionalnosti skeleta s duljinom koraka i negativnom povezanošću s frekvencijom koraka. Na duljinu koraka pozitivno utječe eksplozivna snaga, a negativno utječe potkožno masno tkivo.

Mikulić, P (2008.) u svome istraživanju, na 53 veslača, razlčite dobi i''kvalitete'', između ostalog je utvrđivao odnose između morfoloških karakteristika, motoričkih sposobnosti i uspjeha u veslanju. Za kraj pregleda istraživanja morfološkog i motoričkog prostora odabrano je istraživanje koje je provela grupa autora (Heimer. S., Mišigoj-Duraković. M., Ružić. L., Matković. B., Prskalo. I., Beri. S., Tonković-Lojović. M.) 2004. godine pod nazivom ''Razina funkcionalno-motoričkih i morfoloških sposobnosti zaposlene hrvatske populacije mjerena Eurofit baterijom testova''. Oni su utvrđivali stupanj razvijenosti morfoloških i funkcionalno motoričkih sposobnosti hrvatske populacije. U istraživanju je sudjelovalo 1628 ispitanika u dobi od 20 do 65 godina. Analizom dobivenih rezultata autori su zaključili da je hrvatska populacija povišenih pokazatelja pretilosti, loših motoričkih i aerobnih sposobnosti,u odnosu na europski prosjek. Jedan od načina poboljšanja stanja autori vide u što većem uključivanju građana u sportsko-rekreativne programe.

2.3 Istraživanja u kojim su korištene nelinearne regresijske procedure

Istraživanja nelinearnih relacija u antropološkim znanostima nisu rijetkost, međutim zanimljivo je, koliko je autoru poznato jedno od prvih istraživanja ove vrste ili barem prvo koje se uspjelo pronaći u bazama podataka objavljeno 1991. godine. Radi se o članku Fagarda i suradnika (Fagard, Bielen, & Amery, 1991.) koji se bavi problemom nasljeđa to jest genetske predisponiranosti u smislu aerobne i anaerobne izdržljivosti tijekom vježbanja. Istraživanje je u osnovi koncipirano kao klasično fiziološko istraživanje koje je pratilo 29 jednojajčanih blizanaca i 19 dvojajčanih blizanaca. Uz vrijeme provedeno u vježbanju pokušalo se procijeniti koliki su utjecaji faktora nasljeđa na aerobno i anaerobnu izdržljivost. Premda se generalno nelinearne relacije u ovom radu ne razmatraju detaljno, zanimljivo je kako su autori primijetili nelinearnu zavisnost između količine otpuštenog ugljik dioksida i primljenog kisika. Vrlo često nelinearne regresije se koriste u procjeni povezanosti između dobi, antropometrijskih karakteristika i parametara motoričke izvedbe ili eventualno nekakvih biokemijski parametara. Takvo istraživanje proveli su Guo i sur. (Guo, Matousek, Sundh, & Steen, 2002.), a kako bi utvrdili povezanost motoričke izvedbe i dobi te motoričke izvedbe antropometrijskih karakteristika i nekih biokemijskih parametara na uzorku od 865 odraslih žena. Nelinearna zavisnost je očito primijećena između motoričkih faktora i dobi, dok nisu primijećene nelinearne zavisnosti između ostalih analiziranih varijabli. Sličan je cilj istraživanja Campbella i suradnika (Campbell, Gray, & Leslie, 2005.) koji su pratili promjene u sastavu tijela pod utjecajem dobi ispitanika u vrlo zanimljivom uzorku naseljenih i nomadskih ispitanika iz Kenije. Dokazano je kako su povezanosti između dobi ispitanika i bezmasne mase tijela redovito nelinearne. Kako se vrhunac regresijske krivulje vidi u tridesetim godinama kod nomada, a u četrdesetim godinama kod ispitanika koji žive na jednom mjestu. Premda istraživanje jasno nije direktno vezano za ovdje prezentiranu studiju zanimljivo, jer otvara mogućnosti sličnih istraživanja u područja kineziologije. Postoje istraživanja koja su se bavila povezanošću između antropometrijskih mjera i pojedinih morfoloških parametara kao što je primjerice gubitak kosti. Takvo istraživanje proveli su Weinbrenner i sur. (Weinbrenner, Zittermann, Gouni-Berthold, Stehle, & Berthold, 2003.). Radi se o vrlo specifičnoj studiji koja za uzorak ispitanika uzima osobe koje boluju od anoreksije nervose. Utvrđena je nelinearna povezanost između indeksa tjelesne mase kao nezavisnog prediktora i pojedinih parametara gubitka koštane mase u ispitanika koji boluju od anoreksije. Nelinearne relacije koriste se i u ergonomskim studijama pa su tako Ma i sur. (Ma, Lee, Li, & Kwon, 2011.) koristili nelinearne regresije kako bi analizirali segmentalne karakteristike inercije kod odraslih ispitanika iz Koreje. Ipak najbliži problematici ovog rada je rad Sartoria i suradnika (Sartorio, Lafortuna, Pogliaghi, & Trecate, 2002.), a koji se bavi utjecajem spola, tjelesnih dimenzija i sastava

tijela na snagu stiska šake kod zdrave djece. Uzorak ispitanika predstavljala su djeca od 5. do 15.godine podijeljene na tri uzrasne skupine. Potvrđena je nelinearna povezanost između snage stiska šake i dobi . Premda postoje i druge studije koje su se bavile nelinearnim relacijama u različitim područjima antropologije (Rush i sur. 1997., Carpenter i sur. 1999., Pischon i sur. 2005.) za samu svrhu ovog istraživanja puno su zanimljivije studije koje su objavili naredni autori.

Istaknuto mjesto u ovoj skupini istraživanja zauzima doktorska disertacija koju je izradio Franci Ambrožič 1996. pod nazivom ''Linearni in nelinearni modeli povezav morfoloških in motoričnih spremenljivk''. U svojoj disertaciji Ambrožič (1996) na uzorku 666 ispitanika koji su služili vojni rok utvrđivao je daju li linearne statističke procedure daju dovoljno informacija za kvalitetnu analizu morfološkog i motoričkog prostora kod navedenih ispitanika.. Autor je zaključio da linearne statističke procedure nisu dovoljne za kvalitetno donošenje zaključaka, jer većina proučavanih relacija ima nelinearnu disperziju rezultata. Nešto detaljniji osvrt na gore navedenu disertaciju bit će prezentiran u poglavlju ''Problem''.

Ambrožić (1999.), u svom radu: Modeli linearnih i nelinearnih korelacija morfoloških varijabli, na uzorku od 686 muškaraca u dobi od 19. do 27. godine provjerava prikladnost modela linearne korelacije. Primarni cilj istraživanja bio je procijeniti opisuje li linearni model (Pearsonov koeficijent) dovoljno dobro narav korelacija između pojedinačnih antropometrijskih mjera i može li se, na temelju toga, linearni model uzeti kao polazna točka za analizu morfološke strukture. U tu svrhu korištene su 23 antropološke mjere koje su predstavljale morfološki prostor. Analizom podataka zaključio je da '' uključenje kvadratnih i viših izraza u polinomijalnu regresiju rezultira većim postotkom objašnjene varijance, stoga se čini kako linearni model ne opisuje baš dobro relacije između nekih od proučavanih varijabli''. Iako su rezultati dobiveni na muškoj populaciji, autor smatra da iste zakonitosti vrijede iz djecu, žene, selekcionirane i neselekcionirane uzorke.

Sekulić i sur. (2003.) u radu Nelinearne povezanosti između odabranih antropoloških prediktora i psiho-fizičkih odgovora na vježbanje, na uzorku od 69 žena (prosječne dobi 21,4 godine), utvrđivali su odnose (korelacije) između antropoloških i motoričko- funkcionalnih varijabli i varijabli za procjenu psiho- fizičke reakcije na opterećenje koje je uvjetovano vježbanjem hi-lo i step aerobike. Analiza podataka obrađena je linearnim i nelinearnim statističkim procedurama. Zaključeno je da u nekim slučajevima nelinearni statistički korelacijski modeli bolje objašnjavaju odnose između varijabli.

Sekulić. D., Zenić. N., Marković. G. (2005.) na uzorku 300 muškaraca utvrđivali su povezanosti antropometrijskih i motoričko-funkcionalnih varijabli. Prema autorima, nelinearne kvadratne zavisnosti između varijabli mogu se očekivati ako postoji jasan razlog zašto bi dvije potpuno različite

podskupine ispitanika trebale postizati potpuno jednake rezultate na kriterijskoj varijabli te ukoliko postoji nelinearna kvadratna osnova za utvrđenu međuzavisnost među varijablama.

Sekulić i sur. (2007.) pokušali su utvrditi značajnost i karakter linearnih i nelinearnih relacija između antropometrijskih prediktora i plivačkih sposobnosti (kriterij). Analizom dobivenih rezultata autori su zaključili kako nelinearne regresije omogućavaju definiranje prave logike povezanosti između varijabli, jedino ako se nelinearne regresije uspoređuju s linearnima. Kod definiranja antropoloških jednadžbi specifikacije, za pojedine sportove treba odabrati ispitanike koji se minimalno razlikuju u karakterističnim motoričkim znanjima i postignućima koji se analiziraju.

Autori Huang i Malina u svom radu iz 2007. godine, na uzorku od 102765 (50940 ž i 51825 m) ispitanika i ispitanica u dobi od 9. do 18. godina utvrđivali su povezanosti između body mass indeksa (BMI) i physical fitness indeksa (PFI). Kod obrade podataka ispitanici su bili podijeljeni po spolu i uzrastu. Podaci su obrađivani linearnim i nelinearnim statističkim procedurama Autori su zaključili da su odnosi između BMI i PFI nelinearni i da se nelinearnim pristupom bolje objašnjava odnos između varijabli i mijenjaju se s godinama od djetinjstva do adolescencije.

Isti autori, Huang. V., i Malina. M. (2010.) u svom radu ''Body mass indeks and individual physical fitness tests in Taiwanese youth aged 9-18 years'' utvrđivali su odnose između body mass indeksa i četiri varijable za procjenu motoričko-funkcionalnih sposobnosti. Dobivene podatke su obradili nelinearnim statističkim procedurama (non linear quadratic model) za svaku motoričko-funkcionalnu varijablu u odnosu na BMI. Kod obrade podataka ispitanici su bili podijeljeni po spolu i uzrastu. Na osnovi tako obrađenih podataka autori su zaključili da odnos između BMI i testova za procjenu motoričko-funkcionalnih sposobnosti variraju ovisno o pojedinim testovima. Također, zaključili su da ispitanici s povišenim BMI postižu lošije rezultate u 3 testa za procjenu motoričko-funkcionalnih sposobnosti (izuzev testa za procjenu fleksibilnosti), u svim starosnim skupinama i kod oba spola.

Zenić-Sekulić. N., Foretić. N., Blažević. M. u svom radu (2011. – u proceduri objave) na uzorku 1176 netreniranih dječaka uzrasta od 14.do 16. godine utvrđivali su odnose između antropometrijskih karakteristika i fitnes kriterija te njihov međusobni utjecaj. Podaci su obrađeni linearnim i nelinearnim statističkim procedurama. Zaključeno je da nelinearni regresijski modeli kvalitetnije opisuju odnose između kriterija i prediktora. Detaljniji osvrt na ovaj rad biti će prikazan u poglavlju ''Iskustva autora''.

2.4 Iskustva autora

U radu ''Nonlinear relathionships between anthropometric and physical fitness variables in untrained pubescent boys '' ; koji je u proceduri objavljivanja, autori ,među kojima je i autor ovog rada; pokušali su objasniti zavisnost između antropometrijskih karakteristika i pet fitnes kriterija. Antropometrijske karakteristike koje su korištene kao prediktorske varijable bile su tjelesna težina, tjelesna visina, kožni nabor tricepsa, opseg nadlaktice i indeks tjelesne mase. Fitnes varijable koje su korištene kao kriterijske varijable bile su : skok u dalj s mjesta, poligon natraške, pretklon trupa, izdržaj u visu zgibom te trčanje u vremenu od šest minuta. Paralelno su izračunavani linearni i nelinearni modeli regresija. Kao najznačajniji prediktor fitnes kriterija pokazao se indeks tjelesne mase. Zaključeno je da nam nelinearne statističke procedure dopuštaju da definiramo pravo stanje odnosa između antropometrijskih karakteristika i motoričkih sposobnosti. Preporuka autora je da se kod obrade podataka paralelno koriste linearne i nelinearne statističke procedure jer je jedino na takav način moguće kvalitetno izvesti zaključke o međusobnim odnosima kriterijski i prediktorskih varijabli. Usporedbom linearnih i nelinearnih koeficijenata korelacije,koji su statistički značajni,dobijemo egzaktne podatke o povezanostima između varijabli. U pravilu, kada je nelinearni koeficijent veći od linearnog koeficijenta, znači da nelinearni koeficijent objašnjava veći postotak varijance i bolje opisuje povezanost između dvije varijabli. Sve gore navedeno ide u prilog uporabe nelinearnih statističkih procedura.

3 Problem

3.1 Problem relacija morfologije i motorike

Uvidom u dosadašnja istraživanja primjetno je da veliki broj autora još uvijek koristi linearne statističke procedure za objašnjavanje povezanosti između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti (Babić i sur. 2007., Kraska i sur. 2009., Hou i sur. 2010…). Količina informacija koja se dobije ovim putem nije dostatna za kvalitetno zaključivanje o međusobnim povezanostima ova dva prostora. U nekim slučajevima. interpretacija linearnih modela dovodi do značajne interpretacijske pogreške. Linearni model izračunavanja podrazumijeva neprestanu zavisnost između prediktorskih i kriterijskih varijabli, što u praksi vrlo često nije slučaj (Zenić. N., Foretić. N., Blažević. M. 2011.). Nerijetko linearne statističke procedure dovode do pogrešnih zaključaka, jer se njima ne interpretira prava priroda zavisnosti među varijablama. Tako primjerice Sekulić 2005. u svom radu analizira povezanosti između indeksa tjelesne težine i skoka u vis linearnim i nelinearnim procedurama (između ostalog). Uvidom u rezultate primjetno je da se nelinearnom analizom objašnjava veća količina varijance, što ujedno navodi na zaključak da se nelinearnim modelom bolje opisuje zavisnost među varijablama. Analizom grafičkog prikaza linearne zavisnosti između ove dvije varijable nameće se zaključak kako tjelesna težina negativno utječe na rezultat u skoku u vis. Nadalje, analizom grafičkog prikaza dobivenog nelinearnom analizom otkriva se prava zavisnost među varijablama. Prema tako dobivenim rezultatima može se zaključiti da niski indeks tjelesne mase vjerojatno nema utjecaj na rezultat u skoku u vis. Ta činjenica se može objasniti na način da ispitanici s nižim indeksom tjelesne mase imaju manju tjelesnu težinu i ne predstavlja remeteći faktor za ovu disciplinu. Međutim kako se ne radi o sportašima već o netreniranim osobama, za pretpostaviti je da ovi ispitanici imaju i manju količinu mišićne mase od prosjeka koja je itekako bitna za manifestaciju eksplozivne snage i koja je direktno odgovorna za rezultat u skoku u vis. Iznad prosječna vrijednost indeksa tjelesne težine negativno utječe na rezultat u skoku u vis. Osobe koje imaju povećani indeks tjelesne težine zasigurno imaju i povećanu tjelesnu težinu. Kako se ne radi o treniranoj populaciji tu povećanu težinu ne prati i povećanje mišićne mase, već vjerojatno povećana balastna masa koja zasigurno negativno utječe na rezultat u skoku u vis. Nadalje, linearni koeficijent regresije između tjelesne težine i skoka u vis ne pokazuje statistički značajnu povezanost dok nelinearni koeficijent pokazuje statistički značajnu razliku između kriterija i prediktora. Uvidom u rezultate linearne i nelinearne analize (numeričke i grafičke) autori su zaključili da prekomjerna težina i povećan indeks tjelesne težine generiraju lošije rezultate u skoku u vis. Da se kojim slučajem obrada podataka radila samo linearnim metodama zaključak bi bio drugačiji i zasigurno ne bi objašnjavao pravi odnos

između varijabli. Sve gore navedeno ide u prilog činjenici da nelinearne statističke procedure bitno doprinose kvalitetnijoj interpretaciji zavisnosti između varijabli. Do sličnih spoznaja došli su i Huang i Malina 2010. godine. U poglavlju ''Dosadašnja istraživanja'' , podpoglavlje '' Istraživanja u kojima su koristile nelinearne statističke procedure'', prezentiran je opis radova koji su se bavili ovom tematikom. Svi radovi, bolje rečeno zaključci iz svih radova upućuju na važnost korištenja nelinearnih statističkih procedura. Naravno kombinacija linearnih i nelinearnih statističkih procedura autorima daje najviše mogućnosti za kvalitetno izvođenje zaključaka (prema Sekulić i sur. 2007.). Neizostavna literatura u pokušaju ''rješavanja'' ove problematike je doktorska disertacija koju je napisao Ambrožič 1996. godine. U svojoj disertaciji pod nazivom ''Linearni in nelinearni modeli povezav morfoloških i motoričnih spremenljikov'' autor je objasnio prednosti nelinearnih procedura time što većina proučavanih relacija ima nelinearnu disperziju rezultata. Što učiniti kada se linearnim i nelinearnim statističkim procedurama utvrdi statistički značajna povezanost između kriterija i prediktora? Uvidom u rezultate može se prepoznati koji je koeficijent korelacije veći. Primjerice, ako je nelinearni koeficijent korelacije veći, znači da on objašnjava veći postotak varijance, odnosno da bolje opisuje povezanost između dvije varijable.

Sve gore navedeno ide u prilog činjenici da nelinearne statističke procedure, u kombinaciji s linearnim statističkim procedurama, kvalitetno opisuju povezanosti između varijabli. Samim tim bilo bi pogrešno, a ujedno i greška, ne koristiti ih kod objašnjavanja povezanosti dvaju prostora ili povezanosti unutar prostora.

3.2 Fitnes indeks

Postoje različite definicije pojma ''fitness''. U stručnom rječniku Dictionary of Sport and Excercise Science iz 1991. fitnes se opisuje kao sposobnost pojedinca da obavlja rad (vježbanje) određenog intenziteta i trajanja. Generalno pojam Fitnesa svjetska zdravstvena organizacija (World Healt Organization) dijeli na tjelesni fitnes, mentalni fitnes i emocionalni fitnes. Da bi se dobila jasnija slika vezana uz pojam i svrhu fitnes indeksa, koji se upotrebljava u ovom radu, potrebno je dati još neka pojašnjenja vezana uz ovu problematiku. Tako primjerice, pojam tjelesnog fitnesa (physical fitness) se definira kao sposobnost izvođenja umjerenog i intenzivnog stupnja tjelesne aktivnosti bez osjećaja umora kao i održavanje te sposobnosti tijekom života (Howley i Franks 1997., Maud i sur. 1995.). Nadalje, tjelesni fitnes se dalje može raščlaniti na zdravstveni fitnes (health – related physical fitness) kojeg tvore snaga, izdržljivost, fleksibilnost i sastav tijela i „vještinski“ fitnes (skill – related fitness) kojeg tvore sila, brzina i koordinacija (Howley i Franks 1997., Maud i sur. 1995.). Fitnes indeks, koji će se upotrebljavati u ovom radu u sebi sadrži sastavnice zdravstvenog fitnesa, što je i

razumljivo s obzirom na svrhu i populaciju na kojoj se upotrebljava. Ako se uzme u obzir činjenica da su u zdravstvenom fitnesu implementirane one osobine i sposobnosti na koje tjelesna aktivnost može povoljno ili nepovoljno utjecati, pa se time i odraziti na zdravstveni status (Heimer i Mišigoj-Duraković 1999.), upotreba fitnes indeksa u nastavi tjelesne i zdravstvene kulture dobiva još više na važnosti.

Jedan od problema koji će se pokušati riješiti ovom doktorskom disertacijom je primjena Fitnes indeksa u obradi i interpretaciji rezultata unutar prostora motoričkih sposobnosti.

Fitnes indeks se izračunava na način da se zbroje standardizirane vrijednosti na svim varijablama, za svakog ispitanika posebno. Tako dobiveni zbroj se podijeli sa brojem varijabli i dobije vrijednost Fitnes indeksa za svakog ispitanika (Huang i Malina 2007.). Preciznije, u navedenom istraživanju autori su izračunavali fitnes indeks na način da su zbrojili standardizirane vrijednosti rezultata dobivenih na varijablama: pretklon trupa, skok u dalj s mjesta, modificirani test pretklona trupa, trčanje 800 / 1600 metara (ovisno o uzrastu). Tako dobivenu vrijednost podijelili su s brojem varijabli (u ovom slučaju 4 varijable). U daljnjim analizama fitnes indeks su dovodili u korelaciju s indeksom tjelesne težine.

Analizom dobivenih rezultata došli su do zaključka, da su odnosi između indeksa tjelesne težine (BMI) i fitnes indeksa (PFI) nelinearni i da se s godinama mijenjaju od djetinjstva do adolescencije. Kako se radi o opsežnim studijama ovdje se neće detaljnije govoriti o rezultatima.

Ideja fitnes indeksa je po mišljenju autora ove disertacije jako dobra. Naime, on bi u svojoj kalkulaciji trebao sadržavati veći broj manifestnih motoričkih mjera te bi po logici trebao jednim rezultatom predstaviti ukupni fitnes status ispitanika. To je izuzetno korisno u populacijskim studijama kada je praktički nemoguće analizirati svaku pojedinu varijablu.

Kako je ovo područje još neistraženo nameće se niz pitanja vezano za ovu problematiku. Primjerice, je li fitnes indeks realna, stvarna mjera unutar prostora kojega definira, kako znati koji rezultat, na kojoj varijabli realno pridonosi fitnes indeksu…

Međutim, autor ovog rada je mišljenja da bi fitnes indeks trebao biti dobar generalni pokazatelj ''stanja subjekta'', ali se obvezno mora dovoditi u relacije sa stvarnim vrijednostima polučenim na pojedinim testovima, jer iz samog fitnes indeksa nije vidljivo kolike su vrijednosti pojedinih testova, niti koliko testovi realno pridonose fitnes indeksu. Jedan od mogućih pristupa realnijem sagledavanju fitnes indeksa je izračunavanje faktorske strukture fitnes indeksa. Konkretno, određivanjem faktorske strukture fitnes indeksa vjerojatno će se dobiti konkretniji i primjenjiviji podatci o uplivu pojedinih varijabli u sami fitnes indeks.

Kako je već spomenuto, autor se prvi put susreće s uporabom fitnes indeksa (u ovakvom obliku) u statističkim obradama, a dostupna literatura s tom tematikom je jako oskudna. Samim tim nameće se niz pitanja o mogućim pozitivnim i eventualno negativnim reperkusijama upotrebe fitnes indeksa na interpretaciju rezultata i zaključivanje o povezanostima između morfološkog i motoričko-funkcionalnog prostora.

Pitanje je koliko je realno svakoj varijabli dati jednaku vrijednost i važnost. Kako je opće poznato svi testovi ,u ovom slučaju varijable, nemaju jednaku ni energetsku ni motoričku zahtjevnost izvođenja. Primjerice kod testa za procjenu fleksibilnosti nije potrebno prethodno poznavanje tehnike izvođenja, odnosno sama tehnika izvođenja je toliko jednostavna da ne može negativno utjecati na rezultat na testu. Kod istog testa ne bi trebalo biti negativnog utjecaja, primjerice tjelesne težine, na rezultat u testu. S druge strane, za očekivati je da kod testa za procjenu eksplozivne snage nogu ,skok u dalj s mjesta, tehnika izvođenja bitno određuje rezultat u testu. Prekomjerna tjelesna težina, pogotovo ako nije popraćena adekvatnom mišićnom masom,kako kvalitativnom tako i kvantitativnom, zasigurno također negativno utječe na rezultat. Studioznim ''ulaženjem'' u ovu problematiku nameće se i pitanje međusobne koreliranosti između pojedinih motoričkih varijabli. Visoka povezanost između pojedinih varijabli zasigurno određenoj sposobnosti ili osobini daje veću važnost, ujedno i veći upliv, u vrijednosti fitnes indeksa.

Dalje, kako se ove studije obvezno rade na velikim uzorcima javlja se i dodatni problem. Kod prikupljanja ovako velikog broja podataka ,relativno veliki broj ispitanika i varijabli, javlja se problem pouzdanosti samih podataka. Bitni remeteći faktor ''točnosti podataka'' mogao bi se očitovati u činjenici da mjerenja, ovako velikog karaktera, nerijetko vrši veći broj mjeritelja. Samim tim dolazi i do greške u mjerenju ,neovisno koliko sami ispitivači bili dobro usklađeni. Naravno bolja usklađenost mjeritelja u konačnici implicirat će i manju pogrešku mjerenja. U istraživanju ovaj se problem pokušao izbjeći time što je sva mjerenja proveo isti mjeritelj, a svi podatci prikupljeni su na jednom mjestu i svi ispitanici su imali identične uvjete. Tako je greška mjerenja praktički anulirana. Odnosno, ako ona i postoji vjerojatno je identična za sve ispitanike. Odgovore na ova i na neka druga pitanja vezana uz primjenu fitnes indeksa zasigurno ćemo dobiti kada ''dublje'' uđemo u samu problematiku, odnosno kada se pristupi analizama i interpretaciji dobivenih rezultata.

4 Cilj rada

Osnovni cilj ovog rada bit će definirati nelinearne i linearne zavisnosti između osnovnih morfoloških mjera i fitnes indeksa kod dječaka srednjoškolaca.

Parcijalni ciljevi rada biti će kako slijedi:

- Izračunati fitnes indeks na uzroku petnaestogodišnjaka (15)- dječaka srednjoškolaca
- Izračunati fitnes indeks na uzroku šesnaestogodišnjaka (16) - dječaka srednjoškolaca
- Izračunati fitnes indeks na uzroku sedamnaestogodišnjaka (17) - dječaka srednjoškolaca
- Izračunati fitnes indeks na uzroku osamnaestogodišnjaka (18) - dječaka srednjoškolaca

- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj tjelesne visine na fitnes indeks na uzroku petnaestogodišnjaka (15)- dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela
- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj tjelesne visine na fitnes indeks na uzroku šesnaestogodišnjaka (16) - dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela
- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj tjelesne visine na fitnes indeks na uzroku sedamnaestogodišnjaka (17) – dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela
- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj tjelesne visine na fitnes indeks na uzroku osamnaestogodišnjaka (18) - dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela

- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj tjelesne težine na fitnes indeks na uzroku petnaestogodišnjaka (15)- dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela
- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj tjelesne težine na fitnes indeks na uzroku šesnaestogodišnjaka (16) - dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela
- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj tjelesne težine na fitnes indeks na uzroku sedamnaestogodišnjaka (17) – dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela

- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj tjelesne težine na fitnes indeks na uzroku osamnaestogodišnjaka (18) - dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela

- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj indeksa tjelesne mase na fitnes indeks na uzroku petnaestogodišnjaka (15)- dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela
- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj indeksa tjelesne mase na fitnes indeks na uzroku šesnaestogodišnjaka (16) - dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela
- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj indeksa tjelesne mase na fitnes indeks na uzroku sedamnaestogodišnjaka (17) – dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela
- Primjenom linearnih i nelinearnih statističkih procedura odrediti utjecaj indeksa tjelesne mase na fitnes indeks na uzroku osamnaestogodišnjaka (18) - dječaka srednjoškolaca te definirati značajnost razlika između primijenjenog linearnog i nelinearnog korelacijskog modela

5 Hipoteze

Hipoteze rada izdvajaju se prema ciljevima rada i u daljem tekstu sve hipoteze prikazane su kao očekivane:

H1: Statističke procedure omogućiti će izračunavanje fitnes indeksa temeljem primijenjenog sustava varijabli
H2a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka
H2b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka
H3a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka
H3b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka
H4a: Postoji statistički značajna linearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka
H4b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka
H5a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka
H5b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka
H6a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka
H6b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka
H7a: Postoji statistički značajna linearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka
H7b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka
H8a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka

H8b: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka

H9a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka

H9b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka

H10a: Postoji statistički značajna linearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka

H10b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka

H11a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka

H11b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka

H12a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka

H12b: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka

H13a: Postoji statistički značajna linearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka

H13b: Postoji statistički značajna linearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka

6 Metode rada

6.1 Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika u ovom radu sačinjavalo je 944 ispitanika. Svi ispitanici su bili srednjoškolci, učenici srednje Graditeljsko geodetske tehničke škole u Splitu. Generalno, radi se o zdravim ispitanicima koji nemaju izraženih motoričkih aberacija te koji su redovito pohađali nastavu TZK tijekom srednjoškolskog školovanja.

Premda se radi o uzorku koji je u osnovi prigodan, svi su učenici jedne srednje škola u Splitu, uzorak ispitanika je istovremeno i reprezentativan. Naime, radi se o strukovnoj školi u koju dolaze učenici iz cijele regije. Nadalje, kako je cilj ovog rada ustvari ispitati upravo neselektirani uzorak ispitanika, kao takav zasigurno je primjeren istraživanju.

6.2 Uzorak varijabli

Grupe u koje će biti svrstane pojedine varijable biti će konstruirane hipotetski prema mišljenju i iskustvu autora. Faktorskom analizom konačno će se utvrditi pripadaju li pojedine varijable tim skupinama.

6.2.1 Testovi za procjenu morfoloških obilježja

6.2.2 Testovima za procjenu morfoloških obilježja biti će izmjerene:

- visina tijela (TV)
- težina tijela (TT)
- indeks tjelesne mase (BMI)

Mjerenje i postupci za utvrđivanje biti će provedeni prema procedurama predloženim M. Mišigoj-Durakovic i sur. 1997.

Visina tijela

Tijekom mjerenja ispitanik stoji bos u uspravnom položaju na ravnoj i čvrstoj podlozi. Glava mu je u položaju koja ispunjava uvjet frankfurtske horizontale. Mjerilac stoji s lijeve strane ispitanika i kontrolira je li antropometar postavljen vertikalno i neposredno uzduž leđne strane tijela, a zatim spušta klizač do tjemena ispitanika. Rezultat se očitava u centimetrima.

Težina tijela

Ispitanik stoji bos u spetnom stavu, minimalno odjeven do potpunog smirenja utega. Vaga s pomičnim utegom stoji na ravnoj i tvrdoj podlozi. Rezultat se očitava u kilogramima.

Indeks tjelesne mase

Koristiti će se Quetletov indeks ili Body mass indeks kojim se utvrđuje odnos tjelesne težine i visine. Kao rezultat, upisuje se vrijednost izračunata pomoću formule:

$$BMI = \text{masa tijela (kg)} / \text{visina tijela}^{2}\ (m)^{2}$$

6.2.3 Testovi za procjenu motoričko – funkcionalnih obilježja

Testovima za procjenu motoričko funkcionalnih obilježja određivati će se motoričke sposobnosti i funkcionalne sposobnosti.

Testovi za procjenu motoričkih i funkcionalnih sposobnosti:

- skok u dalj s mjesta
- pretklon trupa
- pretklon raznožno
- izdržaj u visu zgibom
- trčanje 100 metara
- trčanje 400 metara
- trčanje 6 minuta

Mjerenje i postupci za utvrđivanje biti će provedeni prema procedurama predloženim od Findak. V. i sur. 1996., i Metikoš i sur. 1989. godine.

Skok u dalj s mjesta

Ispitanik stane stopalima do samog ruba odskočne daske, licem okrenut prema strunjači. Njegov zadatak je da sunožno skoči prema naprijed što dalje može. Rezultat se očitava u centimetrima.

Pretklon trupa

Ispitanik legne na strunjaču okrenut leđima prema dolje. Noge se nalaze na tlu, pogrčene. Dlanovi se postave na ramena, ruke prekrižene. Iz tog položaje ispitanik izvodi pretklon trupa dok laktovima ne dotakne zgrčena koljena. Rezultat se očitava u broju ispravnih ponavljanja u jednoj minuti.

Pretklon raznožno

Ispitanik, raznožno sjedne na tlo oslonjen čvrsto leđima i glavom uza zid. Ispružene noge raširi toliko da noge leže iznad linija nacrtanih na tlu (90 stupnjeva). U tom položaju ispruži ruke i postavi dlan desne ruke na dlan lijeve ruke tako da se srednji prsti prekrivaju. Zatim tako postavljene i ispružene ruke postavlja ispred sebe na tlo. Mjeritelj postavlja mjernu traku s nulom na mjesto gdje ispitanik dodirne tlo s rukama. Zadatak ispitanika je da izvede što dublji pretklon, ali tako da vrhovi

prstiju spojenih ruku lagano ,bez trzaja, klize uz metar po podu. Rezultat u testu je maksimalna daljina dohvata od početnog dodira (nule) do krajnjeg dodira. Rezultat se očitava u centimetrima.

Izdržaj u visu zgibom

Ispitanik, iz skoka, rukama u širini ramena hvata vratilo pothvatom, na način da su mu ruke zgrčene tako da mu brada dođe iznad vratila. Tijelo je opruženo u visu. Zadatak ispitanika je da što duže ostane u početnom položaju. Test se prekida kada ispitanik ne može držati bradu iznad šipke. Mjeritelj štopericom mjeri vrijeme koje ispitanik postiže u izdržaju u visu. Rezultat u testu je vrijeme koje je ispitanik postigao u izdržaju u visu zgibom.

Trčanje 100 metara

Iz niskog starta,bez startnog bloka, na znak mjeritelja ispitanik pretrčava udaljenost od 100 metara na najbrži mogući način. Rezultat se očitava u sekundama.

Trčanje 400 metara

Iz visokog starta, na znak mjeritelja, ispitanik pretrčava udaljenost od 400 metara na najbrži mogući način. Rezultat se očitava u sekundama.

Trčanje 6 minuta

Iz visokog starta, na znak mjeritelja, ispitanik kreće s trčanjem. Cilj ispitanika je da u vremenu od 6 minuta prijeđe što je moguće veću udaljenost. Rezultat testa se očitava u metrima.

6.2.4 Fitnes indeks

Fitnes indeks će se izračunati prema procedurama predloženim od Huang i sur. 2007., kao generalni pokazatelj cjelokupnog motoričko – funkcionalnog statusa ispitanika. Preciznije, poštovat će se ideja navedenih autora, ali će se ovom pitanju pristupiti detaljnije.

Opis izračunavanja fitnes indeksa

Prema procedurama predloženim od Huang i Malina ova mjera izračunava se kao prosjek zbroja standardiziranih vrijednosti pojedinih varijabli koje se koriste. U ovom radu primijenila se dodatna provjera ovog pristupa te se odgovarajućim metodološkim procedurama provjerila primjerenost jednostavnog izračunavanja prosjeka standardiziranih rezultata za svakog ispitanika. Više o samom izračunavanju fitnes indeksa govorit će se u prvom dijelu poglavlja, Rezultati.

6.3 Metode obrade rezultata i opis istraživanja

S obzirom da je glavnina ovdje predloženog istraživanja vezana za obradu rezultata, obrada rezultata i eksperiment povezani su u isto poglavlje.

Nakon prikupljenih podataka koji su dobiveni mjerenjima na nastavi TZK u Graditeljsko geodetskoj tehničkoj školi u Splitu, uslijedit će statistička obrada dobivenih rezultata.

IZRAČUNAVANJE FITNES INDEKSA

Prije samog izračunavanja fitnes indeksa utvrđena je detaljna faktorska struktura primijenjenog sustava motoričko-funkcionalnih varijabli te se temeljem iste definirao i utjecaj pojedinih varijabli njihove međusobne zavisnosti i utvrdila konačna kalkulacija fitnes indeksa. Određivanjem faktorske strukture fitnes indeksa otići ćemo još jedan korak dalje u kvalitetnijem opisivanju ovog podprostora te egzaktnijem objašnjenu povezanosti.

Dodatno primijenjena je taksonomska analiza Wardovom metodom temeljem euklidskih distanci koja je dala precizniju sliku o međusobnim odnosima korištenih varijabli.

Konačno, fitnes indeks se izračunao procedurom koju su predložili Huang i Malina 2007. i 2010., uz uvažavanje rezultata taksonomske i faktorske analize. Ukratko, varijable koje su ušle kalkulaciju fitnes indeksa najprije su standardizirane te su standardizirane vrijednosti svake od varijabli za svakog od ispitanika sumirane. Tako dobiveni zbroj standardiziranih vrijednosti se podijelio s brojem fitnes varijabli.

Ove su se procedure odradile za svaku dobnu skupinu posebno.

DESKRIPTIVNA OBRADA

Deskriptivnom statistikom dobit ćemo osnovne deskriptivne statističke parametre koji će obuhvaćati: aritmetičku sredinu (AS), standardnu derivaciju (SD), minimalni (MIN) i maksimalni rezultat (MAX) te koeficijenti asimetrije (SKE) i zaobljenosti (KUR). Kod varijabli kod kojih se eventualno ne utvrdi normalitet distribucije rezultata treba analizirati vrijednosti minimalnog i maksimalnog rezultata te vidjeti ''odskače'' li koji rezultat od očekivanih vrijednosti. Ovakvi podatci nam ukazuju i na mogućnost pojave ''outliera-a'' koji kod regresijskih korelacija može prouzrokovati nerealne korelacijske zavisnosti.

IZRAČUNAVANJE LINEARNIH I NELINEARNIH JEDNADŽBI

U zadnjoj fazi slijedila je primjena linearnih i nelinearnih statističkih procedura za izračunavanje regresijskih jednadžbi između antropometrijskih karakteristika kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterija. Izračunati su pokazatelji regresijskih jednadžbi i to: koeficijent korelacije, koeficijent determinacije, te koeficijenti pravca, zakrivljenosti i odsječka na ordinati.

Kao linearna jednadžba koristila se klasična jednadžba pravca i to:

$$y = ax + b$$

gdje je:
y: rezultat na kriteriju (fitnes indeks)
x: rezultat na prediktoru (neka od primijenjenih morfoloških varijabli)
a: koeficijent nagiba regresijskog pravca
b: odsječak na osi y

Kao jednadžba nelinearnog tipa koristila se klasična kvadratna jednadžba kako slijedi:

$$y = ax + b + cx^2$$

gdje je:
y: rezultat na kriteriju (fitnes indeks)
x: rezultat na prediktoru (neka od primijenjenih morfoloških varijabli)
a: koeficijent nagiba regresijskog pravca
b: odsječak na osi y
c: kvadratni član jednadžbe

Kao značajne nelinearne jednadžbe interpretirale su se samo one jednadžbe kojima je kvadratni član jednadžbe „c“ statistički značajan, a kako je do sada više puta sugerirano (Sekulić i sur. 2003., 2005., 2007.; Zenić i sur. 2011.).

7 Rezultati

U poglavlju rezultati prikazane su statističke procedure kojima su rezultati obrađeni. Generalno, ovo je poglavlje podijeljeno na tri podpoglavlja i to:

- izračunavanje fitnes indeksa
- Izračunavanje deskriptivnih parametara
- linearne i nelinearne povezanosti morfoloških mjera i fitnes indeksa

7.1 Izračunavanje fitnes indeksa

U ovom dijelu prikazani su rezultati metoda kojima se provjerila struktura fitnes indeksa i opravdanost procedura koja je korištena u radovima Huanga i Maline 2007. i 2010. Premda nije uobičajeno u poglavlju Rezultati, dobivene rezultate uspoređivati i diskutirati s dosadašnjim spoznajama, autor je samo u ovom dijelu poglavlja kratko diskutirao rezultate koje je dobio, a pri tome uporabio određeni broj referenci. Naime, u posebnom poglavlju Rasprava više se ne govori o fitnes indeksu pa je jedino moguće bilo ovaj problem raspraviti ovdje.

Tablica 1

Faktorska analiza na primijenjenom sustavu varijabli (15- godišnjaci, fiksirano na jedan faktor)

	F1
DALJ1	-0,77
TRBUH1	-0,70
PRE1	-0,19
MIV1	-0,67
F61	-0,82
M100_1	0,78
M400_1	0,81
Expl.Var	3,51
Prp.Totl	0,50

Analizom rezultata koji su prikazani u tablici 1 može se vidjeti kako projekcija rezultata na jedan faktor ne daje zadovoljavajuće rezultate. Motoričke sposobnosti kod kojih prevladava energetska komponenta (repetitivna snaga trupa i statička snaga ruku i ramenog pojasa) te fleksibilnost ne projiciraju se na dobiveni faktor. Sukladno strukturi motoričkih sposobnosti te razrađenim modelima, od Metikoš (1979.) te Kurelić i sur. (1979.), može se zaključiti kako gore navedene sposobnosti pripadaju navedenom prostoru. Sukladno gore navedenom može se zaključiti kako se faktorskom analizom, projekcija na jedan faktor, nije došlo do očekivanih rezultata vezano uz faktorsku strukturu fitnes indeksa.

Tablica 2

Faktorska analiza na primijenjenom sustavu varijabli – varimax rotirano (15 godišnjaci, broj značajnih faktora temeljem GK kriterija)

	F1	F2
DALJ1	0,70	0,37
TRBUH1	0,60	0,47
PRE1	-0,04	0,92
MIV1	0,67	0,09
F61	0,81	0,15
M100_1	-0,82	0,06
M400_1	-0,86	0,07
Expl.Var	3,36	1,25
Prp.Totl	0,48	0,18

Rezultati faktorske analize na primijenjenom sustavu varijabli - varimax rotirano, koji su prikazani u tablici 2, ukazuju kako se fleksibilnost izdvaja kao zasebna dimenzija. U ovom slučaju dolazi do separiranja repetitivne snage trupa (trbuh). U sljedećim analizama izostavit će se varijable m100 i m400 koje ne pripadaju osnovnoj bateriji testova za procjenu motoričkih sposobnosti koji su u uporabi u nastavi tjelesne i zdravstvene kulture.

Tablica 3

Faktorska analiza na primijenjenom sustavu varijabli – varimax rotirano (15- godišnjaci, broj značajnih faktora temeljem GK kriterija) izostavljene varijable M100 i M400

	F1	F2
DALJ1	0,81	-0,01
TRBUH1	0,80	0,06
PRE1	0,33	0,91
MIV1	0,73	-0,39
F61	0,77	-0,07
Expl.Var	2,53	1,00
Prp.Totl	0,51	0,20

Faktorska analiza na primijenjenom sustavu varijabli – varimax rotirano (15-godišnjaci, broj značajnih faktora temeljem GK kriterija), kod koje su izostavljene varijable M100 i M400 dala je zadovoljavajuće rezultate. Izdvojila su se dva faktora sa značajnim uplivom svih varijabli. I ovaj put je došlo do odvajanja fleksibilnosti kao zasebne dimenzije. Sve druge motoričke sposobnosti projicirale su se na faktor 1. Kako je autor zadovoljan s dobivenim rezultatima faktorske strukture na uzrastu petnaestogodišnjaka, pristupilo se daljnjoj analiza faktorske strukture na ostalim uzrastima.

Tablica 4

Faktorska analiza na primijenjenom sustavu varijabli – varimax rotirano (16- godišnjaci, broj značajnih faktora temeljem GK kriterija) izostavljene varijable M100 i M400

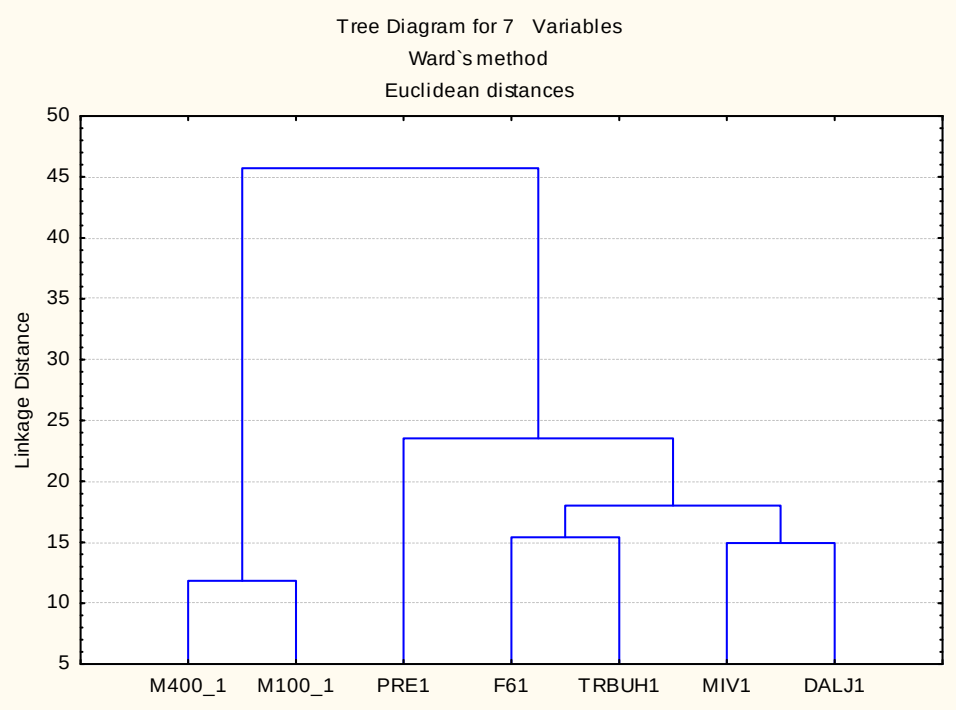
	F1	F2
DALJ1	0,76	
TRBUH1	0,68	
PRE1	0,32	
MIV1	0,75	
F61	0,74	
Expl.Var	2,25	
Prp.Totl	0,45	

U tablici 4 prikazani su rezultati faktorske analize na primijenjenom sustavu varijabli – varimax rotirano (16- godišnjaci, broj značajnih faktora temeljem GK kriterija), kod koje su izostavljene varijable M100 i M400. Suprotno očekivanjima, kod ovog uzrasta nismo dobili jasno definiranu strukturu motoričkog prostora. Fleksibilnost (PRE) te repetitivna snaga trupa (TRBUH) se ne projiciraju na dobiveni faktor.

Sukladno rezultatima prikazanim u tablicama 1-4 , može se zaključiti kako faktorskom analizom nije došlo do očekivanih i uporabljivih rezultata vezano uz faktorsku strukturu fitnes indeksa.

Slika 1.

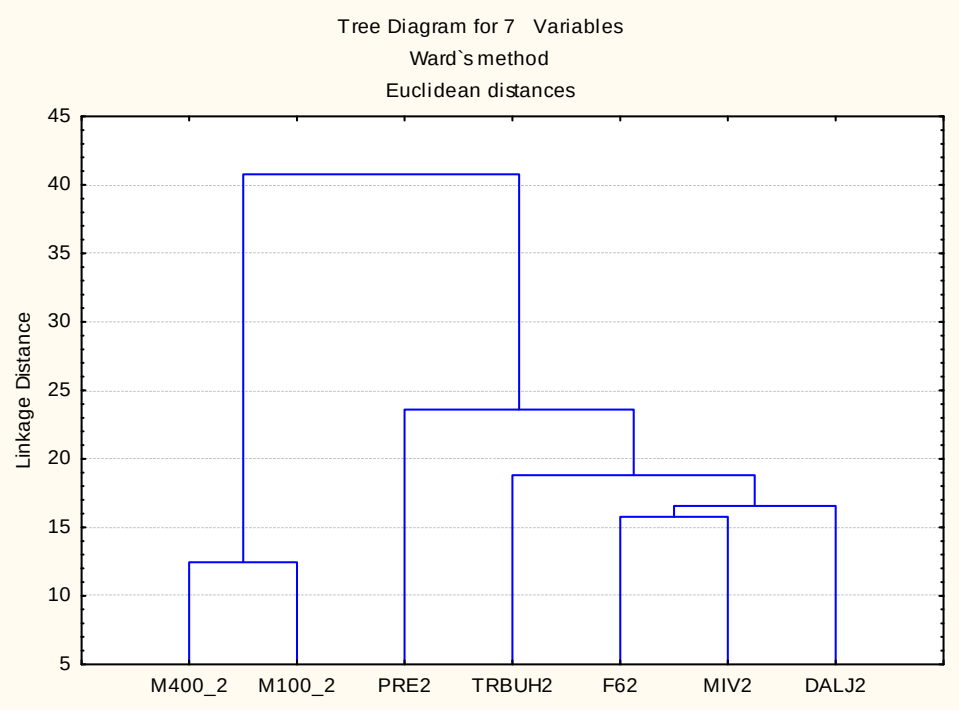
Cluster analiza Wardova metoda euklidskih distanci, povezivanje varijabli temeljem maksimalne sličnosti (15- godišnjaci)



Kako faktorska analiza nije dala zadovoljavajuće rezultate, pristupilo se cluster analizi s ciljem definiranja fitnes indeksa. Iz slike 1 vidljivo je kako su varijable povezane na temelju maksimalne sličnosti. Primjetno je da su varijable m400 i m100 najviše povezane. Međutim, njihova povezanost s ostalim varijablama je loša te se može zaključiti kako navedene dvije varijable (m400 i m100) ne pripadaju zajedničkom prostoru kod uzrasta petnaestogodišnjaka i trebale bi se izostaviti kod definiranja fitnes indeksa. Jedno od mogućih rješenja bi moglo biti izračunavanje posebnog fitnes indeksa koji bi obuhvaćao funkcionalne varijable. Izračunavanje dva fitnes indeksa u primjeni bi samo zakompliciralo situaciju te ne bi jednoznačno određivalo motoričko-funkcionalni status ispitanika. Primjetno je da navedene varijable,m100 i m400, očito, jako koreliraju pa bi vjerojatno tvorile posebnu dimenziju, odnosno faktor koji ne bi imao veze s aerobnom izdržljivošću (kako je vidljivo iz slike 1).

Slika 2.

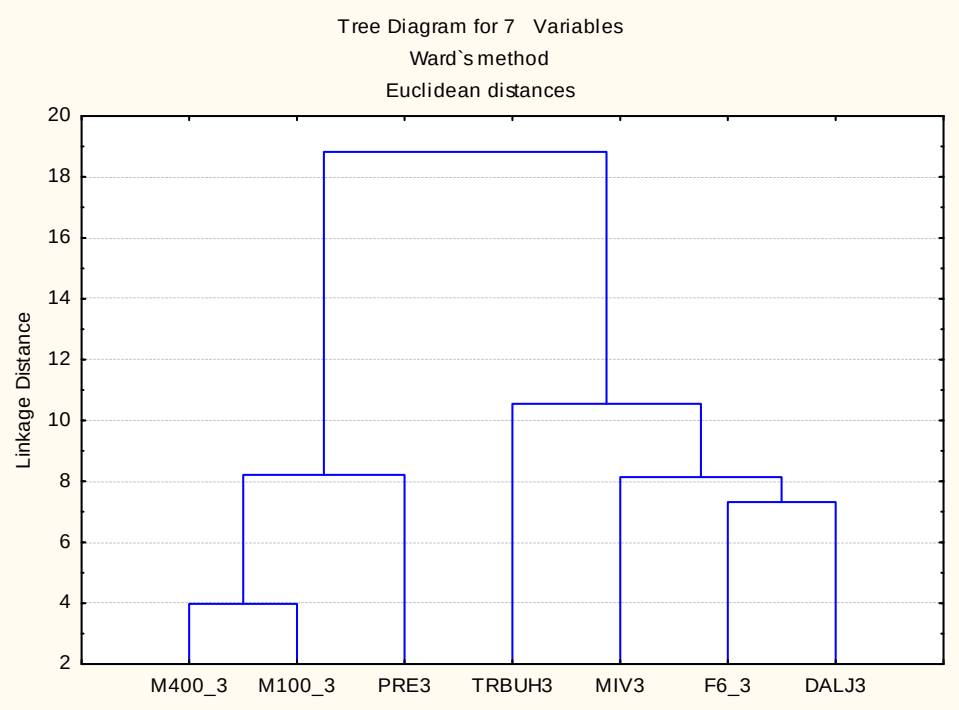
Cluster analiza Wardova metoda euklidskih distanci, povezivanje varijabli temeljem maksimalne sličnosti (16 godišnjaci)



Rezultati vidljivi iz slike 2, koji prikazuju povezanosti sposobnosti na uzrastu 16-godišnjaka ukazuju na isti trend rezultata kao u uzrastu 15-godišnjaka. Varijable m400 i m100 su dobro povezane međusobno, međutim imaju lošu povezanost s ostalim varijablama. I ovdje vrijedi isti zaključak kao što je objašnjeno u slici 1. Varijable m100 i m400 su toliko dobro povezane i međusobno udaljene od varijable F6 tako da vjerojatno njihova korelacija ne bi bila velika, tako da ne bi dobro opisivale funkcionalni prostor.

Slika 3.

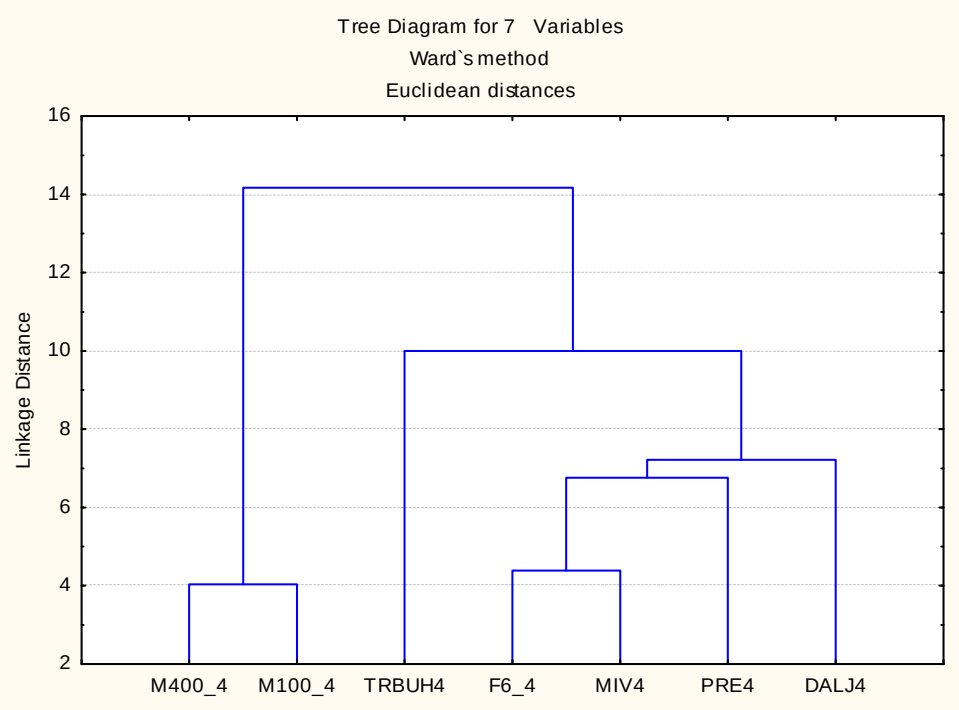
Cluster analiza Wardova metoda euklidskih distanci, povezivanje varijabli temeljem maksimalne sličnosti (17 godišnjaci)



Slika 3 prikazuje rezultate povezanosti varijabli temeljem maksimalne sličnosti kod uzrasta 17-godišnjaka. Iz rezultata je vidljiva najbolja povezanost kod varijabli m400 i m100. U ovom uzrastu varijabla PRE,koja predstavlja fleksibilnost, se povezuje s varijablama m4000 i m100. Međusobna povezanost ostalih varijabli, je zadovoljavajuća. Ovakav slučaj se jedino javlja u ovom uzrastu pa se može smatrati da je pojava nesustavna i ostat će se pri prethodnim pojašnjenjima. U prilog toj tvrdnji ide i grafički prikaz u slici 4 iz kojeg je vidljivo da trend povezanosti ide u prilog prethodnim diskusijama.

Slika 4.

Cluster analiza Wardova metoda euklidskih distanci, povezivanje varijabli temeljem maksimalne sličnosti (18 godišnjaci)



Slika 4 prikazuje rezultate povezanosti varijabli temeljem maksimalne sličnosti kod uzrasta 18-godišnjaka. Kao i kod prethodno analiziranih rezultata na mlađim uzrastima, primjetna je dobra međusobna povezanost varijabli m400 i m100. Međusobna povezanost ostalih varijabli je također dobra. I u ovom uzrastu varijable m400 i m100 nisu dobro povezane s ostalim varijablama.

Primjenom cluster analize te analizom dobivenih rezultata u svim uzrastima(15-godišnjaci,16-godišnjaci,17-godišnjaci,18-godišnjaci), dolazimo do zaključka kako se fitnes indeks treba definirati odabirom varijabli koje se inače upotrebljavaju za provjeru motoričkih sposobnosti u nastavi tjelesne i zdravstvene kulture. Varijable m400 i m100 će biti izostavljene u strukturi fitnes indeksa. Konačno, fitnes indeks će tvoriti varijable TRBUH, F6, MIV, PRE, DALJ. Fitnes indeks će se izračunavati prema procedurama predloženim od Huang i sur. 2007.

7.2 Izračunavanje deskriptivnih parametara

U ovom poglavlju prikazani su rezultati deskriptivnih statističkih parametara za varijable morfološkog prostora te za varijable motoričko funkcionalnog prostora koje su korištene u izračunavanju fitnes indeksa. Kratko komentiramo podatke o mjerama asimetričnosti i spljoštenosti distribucija rezultata za svaki od analiziranih uzrasta.

Tablica 5

Deskriptivni statistički parametri morfoloških i motoričkih varijabli kod 15- godišnjaka

(Broj ispitanika – N; Aritmetička sredina – AS; Minimalni rezultat – MIN; Maksimalni rezultat – MAX; Standarda derivacija – SD; Skewness – SKEW; Kurtosis – KURT)

	N	AS	MIN	MAX	SD	SKEW	KURT
ATV	240	179,49	153,00	198,00	7,44	-0,39	0,82
ATT	240	67,67	41,00	100,00	11,15	0,53	0,05
BMI	240	20,93	15,74	30,42	2,67	0,87	0,78
DALJ	240	207,18	130,00	260,00	20,65	-0,50	0,59
TRBUH	240	48,97	30,00	64,00	6,86	-0,13	-0,32
PRE	240	70,25	41,00	100,00	11,27	-0,33	-0,13
MIV	240	45,20	1,00	93,00	19,13	-0,45	-0,48
F6	240	1338,83	900,00	1800,00	146,31	-0,16	0,66

LEGENDA: ATV – tjelesna visina; ATT – tjelesna težina; BMI – indeks tjelesne mase; DALJ – skok u dalj s mjesta; TRBUH – podizanje trupa u 60 sekundi; PRE – pretklon raznožno; MIV – izdržaj i visu zgibom; F6 – trčanje u vremenu od 6 minuta

U tablici 5 prikazani su deskriptivni statistički parametri morfoloških i motoričkih varijabli dječaka – 15-godišnjaka (N=240). U tablici su prikazani: broj ispitanika, aritmetička sredina, minimalni i maksimalni rezultat, standardna derivacija te mjere normaliteta distribucije (skewness i kurtosis) za svaku pojedinu varijablu.

Kako u radu, s obzirom na veliki broj ispitanika, nije bilo potrebno raditi analizu osjetljivosti, samo ću se kratko osvrnuti na pokazatelje spljoštenosti i asimetričnosti distribucija rezultata. Konkretno, u svim varijablama uočavaju se gotovo idealni pokazatelji oblika distribucije[1]. Minimalna odstupanja uočavaju se kod varijable BMI gdje je uočljiva malo naglašenija raspršenost i pozitivna asimetrija.

[1] idealna vrijednost skewnessa i kurtosisa u programskom paketu Statistica je numerička nula

Tablica 6

Deskriptivni statistički parametri morfoloških i motoričkih varijabli kod 16- godišnjaka

(Broj ispitanika – N; Aritmetička sredina – AS; Minimalni rezultat – MIN; Maksimalni rezultat – MAX; Standarda derivacija – SD; Skewness – SKEW; Kurtosis – KURT)

	N	AS	MIN	MAX	SD	SKEW	KURT
ATV	226	182,07	162,00	200,00	6,48	-0,08	-0,22
ATT	226	72,58	50,00	110,00	10,32	0,66	0,51
BMI	226	21,86	16,45	32,49	2,60	0,89	1,37
DALJ	226	214,27	160,00	290,00	19,57	-0,03	0,49
TRBUH	226	51,19	30,00	75,00	7,41	-0,01	0,13
PRE	226	77,64	43,00	102,00	10,19	-0,24	0,07
MIV	226	44,12	10,00	91,00	19,85	-0,24	-0,53
F6	226	1367,08	950,00	1750,00	167,54	-0,64	-0,10

LEGENDA: ATV – tjelesna visina; ATT – tjelesna težina; BMI – indeks tjelesne mase; DALJ – skok u dalj s mjesta; TRBUH – podizanje trupa u 60 sekundi; PRE – pretklon raznožno; MIV – izdržaj u visu zgibom; F6 – trčanje u vremenu od 6 minuta

Kao i kod prethodno analiziranih 15-godišnjaka i kod 16-godišnjaka uočava se nešto naglašenija asimetričnost i platikurtičnost distribucije rezultata za varijablu BMI. Ostale varijable gotovo su idealno distribuirane s obzirom da ni kurtosis, a niti skewness ne prelaze vrijednost numeričke jedinice.

Tablica 7

Deskriptivni statistički parametri morfoloških i motoričkih varijabli kod 17- godišnjaka

(Broj ispitanika – N; Aritmetička sredina – AS; Minimalni rezultat – MIN; Maksimalni rezultat – MAX; Standarda derivacija – SD; Skewness – SKEW; Kurtosis – KURT)

	N	AS	MIN	MAX	SD	SKEW	KURT
ATV	235	183,57	168,00	203,00	6,00	0,06	0,09
ATT	235	74,86	54,00	110,00	9,93	0,62	0,41
BMI	235	22,17	17,04	32,49	2,41	0,82	1,47
MSD	235	226,43	180,00	270,00	17,43	-0,30	-0,11
TRB	235	55,42	32,00	78,00	5,97	-0,25	1,71
PRE	235	75,25	45,00	110,00	10,97	0,07	-0,12
MIV	235	46,42	10,00	95,00	14,84	0,32	0,95
F6	235	1430,43	1000,00	1800,00	150,43	-0,83	0,52

LEGENDA: ATV – tjelesna visina; ATT – tjelesna težina; BMI – indeks tjelesne mase; DALJ – skok u dalj s mjesta; TRBUH – podizanje trupa u 60 sekundi; PRE – pretklon raznožno; MIV – izdržaj u visu zgibom; F6 – trčanje u vremenu od 6 minuta

Kod 17-godišnjaka uočava se nešto naglašeniji kurtosis varijable za procjenu repetitivne snage trupa što u stvari ukazuje na povećanu raspršenost rezultata oko aritmetičke sredine. Varijabla BMI normalizira se u pokazatelju asimetričnosti u odnosu na prethodne uzraste, ali je i dalje naglašena vrijednost kurtosisa.

Tablica 8

Deskriptivni statistički parametri morfoloških i motoričkih varijabli kod 18- godišnjaka

(Broj ispitanika – N; Aritmetička sredina – AS; Minimalni rezultat – MIN; Maksimalni rezultat – MAX; Standarda derivacija – SD; Skewness – SKEW; Kurtosis – KURT)

	N	AS	MIN	MAX	SD	SKEW	KURT
ATV	243	184,28	166,00	203,00	6,36	0,20	0,00
ATT	243	75,21	52,00	105,00	8,82	0,79	0,87
BMI	243	22,14	16,00	30,52	2,27	0,77	1,51
MSD	243	224,09	160,00	270,00	19,55	-0,35	-0,25
TRB	243	53,23	30,00	69,00	6,19	-0,91	2,19
PRE	243	68,47	45,00	110,00	12,34	0,59	-0,10
MIV	243	43,89	10,00	85,00	11,05	0,26	1,66
F6	243	1360,29	800,00	1700,00	181,30	-0,58	-0,41

LEGENDA: ATV – tjelesna visina; ATT – tjelesna težina; BMI – indeks tjelesne mase; DALJ – skok u dalj s mjesta; TRBUH – podizanje trupa u 60 sekundi; PRE – pretklon raznožno; MIV – izdržaj u visu zgibom; F6 – trčanje u vremenu od 6 minuta

Rezultati za 18-godišnjake prate već uočene vrijednosti kod 17-godišnjaka. Dakle, naglašena je platikurtičnost za varijable TRBUH i BMI. U ovom uzrastu naglašena je i varijabilnost rezultata za varijablu MIV kojom se procjenjuje statička snaga ruku i ramenog pojasa.

7.3 Linearne i nelinearne povezanosti jednostavnih morfoloških prediktora i fitnes indeksa

U daljnjem testu, tablicama i grafikama prikazani su rezultati linearnih i nelinearnih regresijkih analiza kojima je utvrđena povezanost između jednostavnih morfoloških prediktora i fitnes indeksa. Analize su provedene za svaki pojedini uzrast ispitanika te su tim redom i prikazane.

Tablica 9

Linearne (LINEARNI) i nelinearne (NELIN) povezanosti jednostavnih morfoloških prediktora i fitnes indeksa kod 15- godišnjaka

(R – koeficijent korelacije; R^2 – koeficijent determinacije; p - razina značajnosti; a – odsječak na ordinati; b – koeficijent nagiba pravca; c – koeficijent zakrivljenosti kvadratne funkcije)

15			R	R^2	p	a	p	b	p	c	p
		LINEARNI	0,115	0,013	0,076	-2,067	0,060	0,115	0,076		
	ATV	NELIN	0,117	0,013	0,196	-7,790	0,636	0,782	0,683	-0,670	0,727
		LINEARNI	0,152	0,023	0,018	0,588	0,036	-0,150	0,016		
	ATT	NELIN	0,275	0,076	0,001	-4,290	0,001	2,050	0,001	-2,200	0,001
		LINEARNI	0,271	0,074	0,001	1,450	0,001	-0,270	0,001		
FI	BMI	NELIN	0,43	0,189	0,001	0,950	0,006	-0,150	0,015	-0,360	0,001

LEGENDA: FI – fitnes indeks; ATV – tjelesna visina; ATT – tjelesna težina; BMI – indeks tjelesne mase

U tablici 9 prikazane su regresijske analize kojima su definirane linearne i nelinearne povezanosti jednostavnih morfoloških prediktora i fitnes indeksa kod dječaka starosti 15 godina. S obzirom da je ovo prva tablica koja će se interpretirati, detaljnije će se osvrnuti na svaki pojedini parametar što kasnije neće biti slučaj.

Linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa izražena je koeficijentom korelacije 0,115 što determinira vrlo malu količinu zajedničke varijance manje od 1%. Ne radi se o značajnoj povezanosti, s obzirom na činjenicu da je uzorak ispitanika relativno velik (n=241), pa se moglo očekivati da koeficijent korelacije bude i statistički značajan. U svezi s tim nema potrebe komentirati ostale regresijske koeficijente, pa je tako i koeficijent a; koji predstavlja odsječak na os y regresijskog pravca nevažan kao i koeficijent b; koji pokazuje kut regresijskog pravca. Nelinearna povezanost između tjelesne visine i fitnes indeksa također nije statistički važna. Koeficijent korelacije neznatno je numerički viši, ali njegova važnost je još manja nego važnost linearnog koeficijenta korelacije. U ovom slučaju, a kao što se može i očekivati, nije značajan ni koeficijent kvadratne funkcije c.

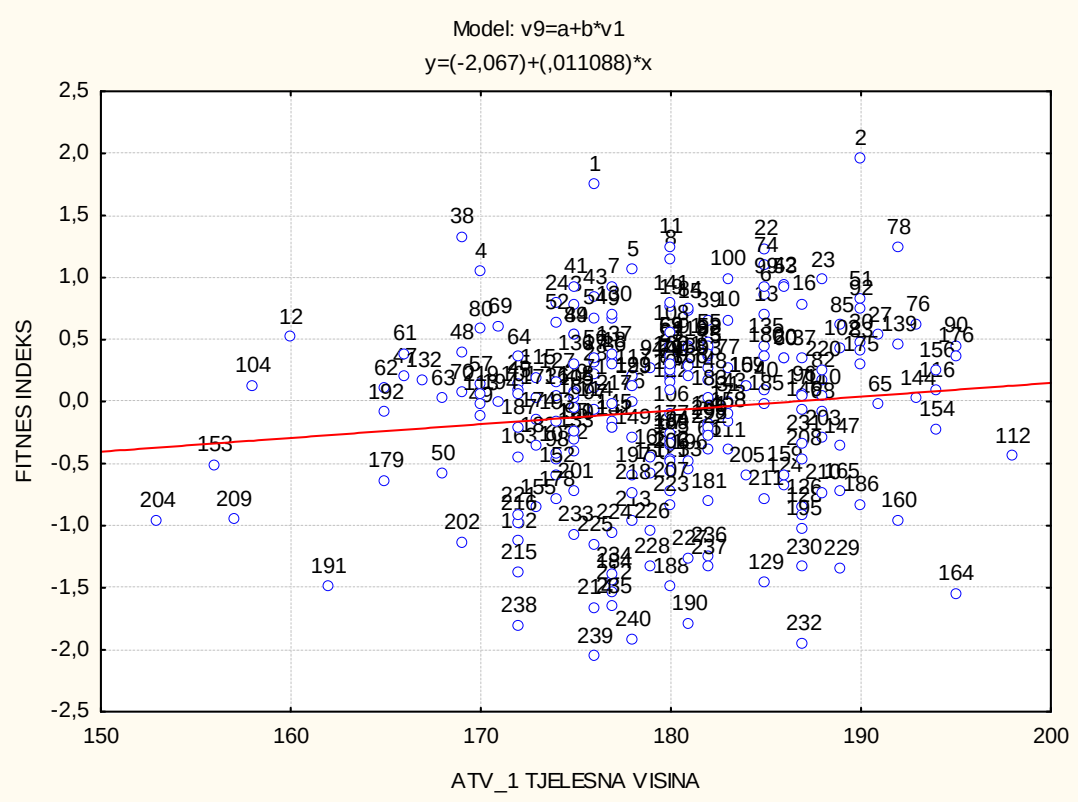
Linearna zavisnost tjelesne težine i fitnes indeksa dosegla je statističku važnost pa je tako koeficijent korelacije od 0,15 statistički važan. Odsječak na osi y također je značajan kao i koeficijent

regresijskog pravca. Međutim nelinearna zavisnost tjelesne težine i fitnes indeksa bitno je veća nego linearna zavisnost. Logično, razliku u koeficijentu korelacije (0,275 naprema 0,152) prati i veća statistička važnost nelinearne zavisnosti između tjelesne težine i fitnes indeksa. Svi koeficijenti su važni pa tako i koeficijent kvadratne funkcije c.

Indeks tjelesne mase linearno je značajno povezan s fitnes indeksom (koeficijent korelacije 0,271) što je vrlo bitno. Svi koeficijenti linearne funkcije su značajni. I u ovom slučaju nelinearna zavisnost indeksa tjelesne mase kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterija bitno je numerički veća (0, 43 naprema 0,271) te ova relacija objašnjava gotovo 20% varijance kriterija. I u ovom slučaju svi su koeficijenti kvadratne funkcije statistički značajni. Ostaje za zaključiti kako nelinearna povezanost između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa te tjelesne težine i fitnes indeksa bitno bolje opisuje ove relacije nego linearna korelacija.

Slika 5

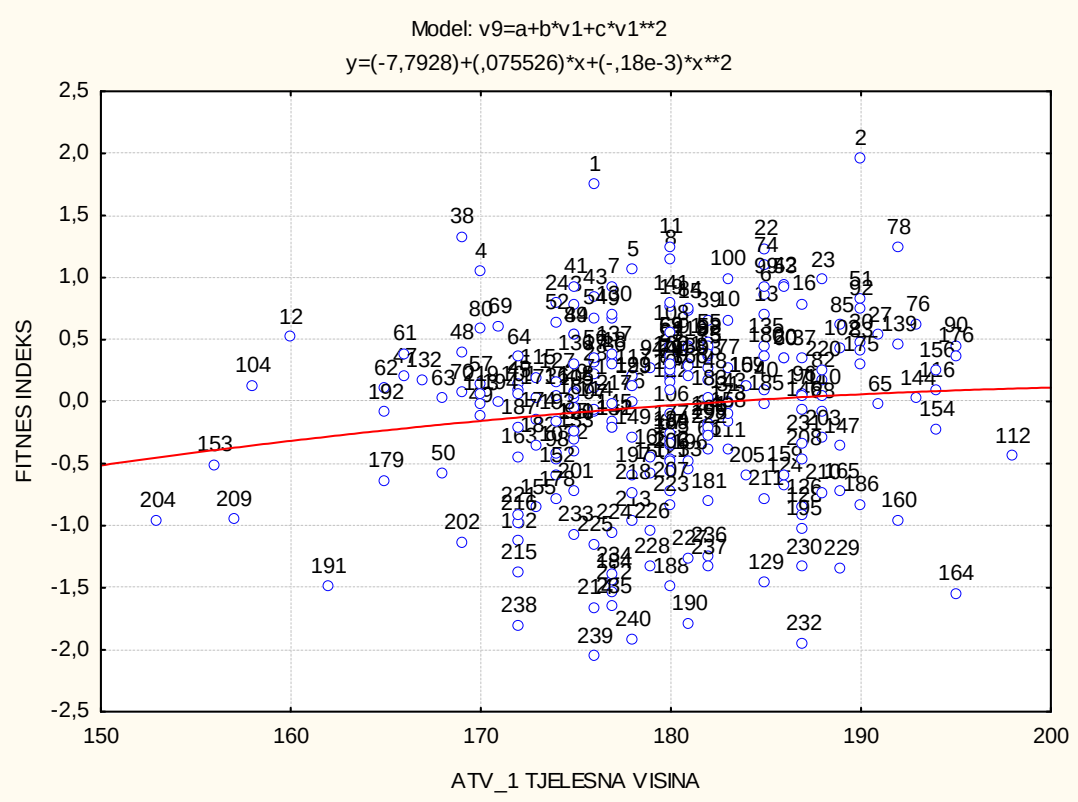
Grafički prikaz linearne zavisnosti tjelesne visine i fitnes indeksa kod 15 godišnjaka



Kao što se moglo pretpostaviti, s obzirom na numeričke parametre linearne zavisnosti između tjelesne visine i fitnes indeksa, u slici 5 vidljiva je nemogućnost opisivanja fitnes indeksa kroz podatke o tjelesnoj visini ispitanika. Konkretno oblak rezultata izuzetno je raspršen i pokušaj formiranja regresijskog pravca koji bi pokazao zavisnost između prediktora i kriterija ne može dosegnuti statističku značajnost.

Slika 6

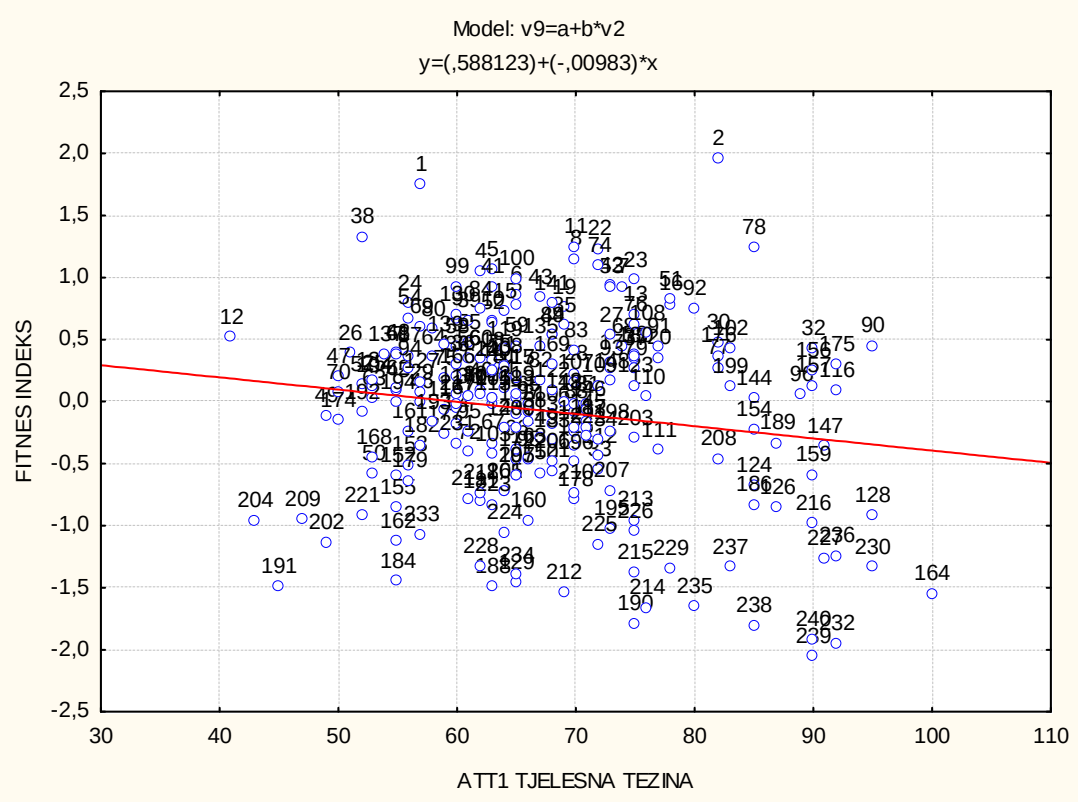
Grafički prikaz nelinearne zavisnosti tjelesne visine i fitnes indeksa kod 15 godišnjaka



Slika 6 prikazuje pokušaj determiniranja fitnes indeksa kroz nelinearnu funkciju tjelesne visine, kvadratna funkcija. Regresijska krivulja minimalno je zakrivljena , ali očito je da se na ovaj način ne može determinirati zavisnost između ovih varijabli. Može se potvrditi podatke koji su prethodno komentirani iz tablice 9, a u kojima je definirano kako se kroz tjelesnu visinu ni linearnom a ni nelinearnom funkcijom ne može definirati rezultat na fitnes indeksu kod 15-godišnjaka.

Slika 7

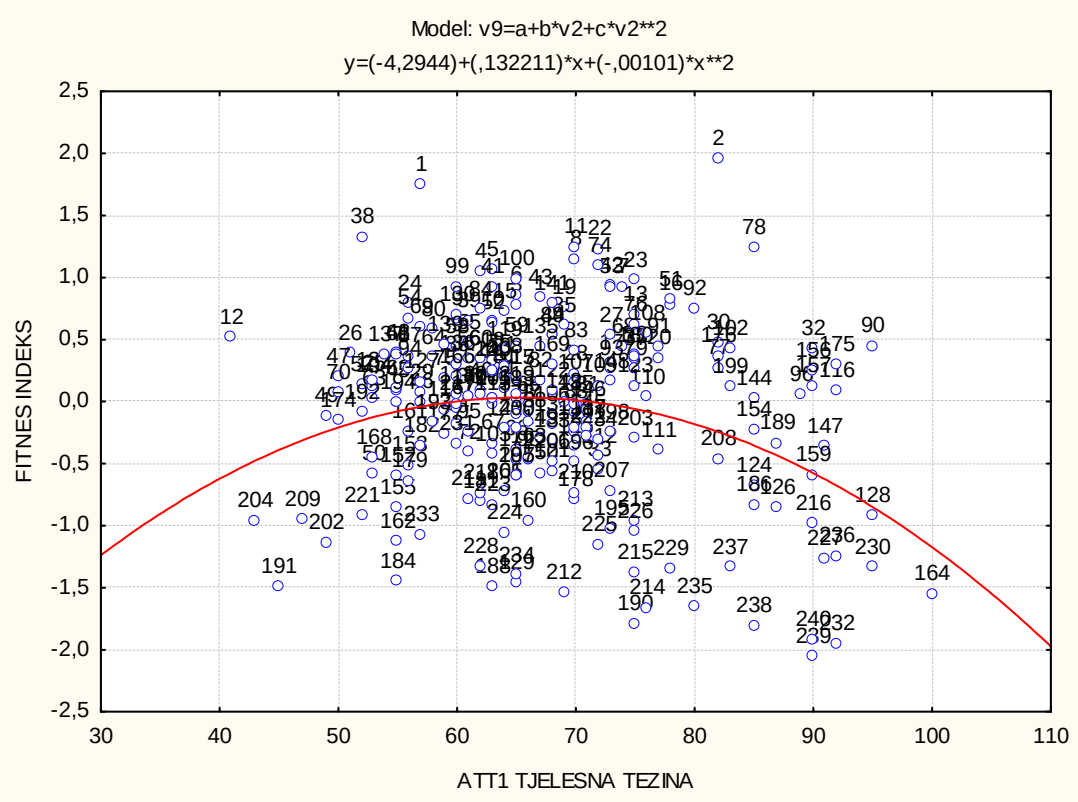
Grafički prikaz linearne zavisnosti tjelesne težine i fitnes indeksa kod 15 godišnjaka



Linearna zavisnost tjelesne težine i fitnes indeksa prikazana je u slici 7. Kao što se može vidjeti regresijski pravac ima negativan smjer, što u stvari znači da prirast tjelesne težine determinira slabije rezultate na fitnes indeksu. Vidljivo je kako se radi o relativno malom postotku zajedničke varijance.

Slika 8

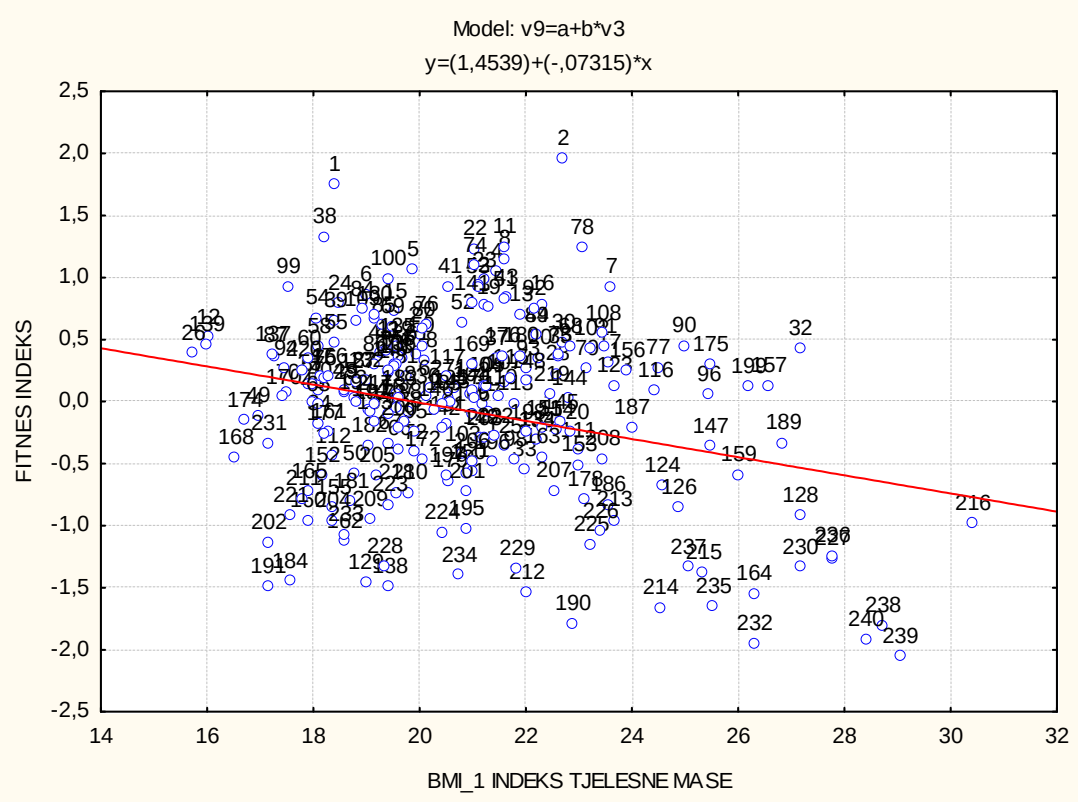
Grafički prikaz nelinearne zavisnosti tjelesne težine i fitnes indeksa kod 15 godišnjaka



U slici 8 prikazana je nelinearna zavisnost fitnes indeksa kroz rezultate u tjelesnoj težini 15-godišnjaka. Jasno je kako je nelinearna funkcija vidno bolje opisala zavisnost između ovih varijabli nego što je to bio slučaj s linearnom funkcijom. Ukratko, naglašeni trend negativnog utjecaja tjelesne težine na fitnes indeks javlja se tek u desnom dijelu oblaka ispitanika. Dakle za one ispitanike koji su u prosjeku teži od 65 -70 kilograma. Jasno je, stoga kako nelinearna funkcija opisuje znatno veći postotak zajedničke varijance (tri puta više objašnjene zajedničke varijance kroz nelinearnu funkciju nego kroz linearnu).

Slika 9

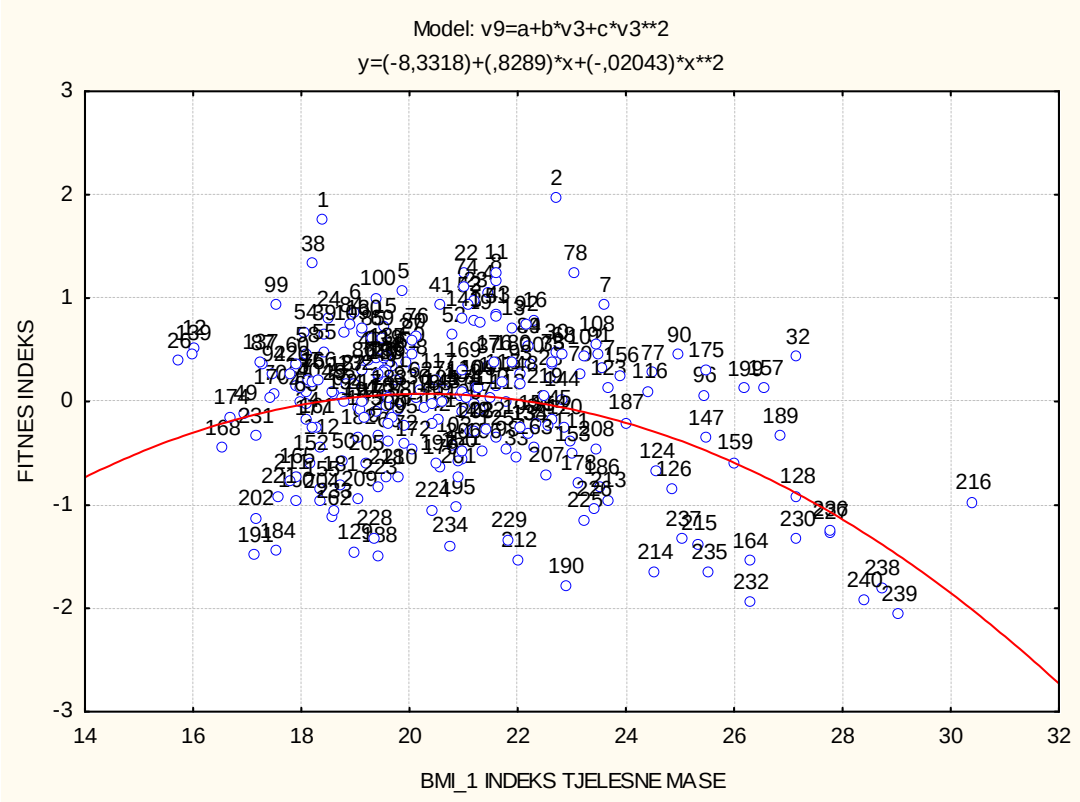
Grafički prikaz linearne zavisnosti indeksa tjelesna mase (BMI) i fitnes indeksa kod 15 godišnjaka



Linearna zavisnost između indeksa tjelesne mase kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterija kod 15-godišnjaka prikazana je u slici 9. Regresijski pravac ukazuje na činjenicu da svaki prirast u indeksu tjelesne mase podrazumijeva negativni trend u postizanju fitnes indeksa.

Slika 10

Grafički prikaz nelinearne zavisnosti indeksa tjelesna mase (BMI) i fitnes indeksa kod 15- godišnjaka



U slici 10 prikazana je nelinearna zavisnost između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa. Kada se ovi podatci povežu s rezultatima koji su prethodno interpretirani iz tablice 9, jasno je kako upravo nelinearna funkcija kvadratnog tipa opisuje bitno veći postotak varijance ovih dviju varijabli nego prethodno definirana linearna funkcija. Tako je nelinearna zavisnost ovih varijabli kroz kvadratnu jednadžbu opisala skoro 20 % zajedničke varijance, a linearna koja je prethodno interpretirana samo 7 %.

Tablica 10

Linearne (LINEARNI) i nelinearne (NELIN) povezanosti jednostavnih morfoloških prediktora i fitnes indeksa kod 16 godišnjaka

(R – koeficijent korelacije; R^2 – koeficijent determinacije; p - razina značajnosti; a – odsječak na ordinati; b – koeficijent nagiba pravca; c – koeficijent zakrivljenosti kvadratne funkcije)

16			R	R^2	p	a	p	b	p	c	p
		LINEARNI	0,030	0,001	0,648	-0,491	0,696	0,030	0,648		
	TV	NELIN	0,037	0,001	0,852	-9,397	0,725	0,982	0,730	-0,952	0,738
		LINEARNI	0,105	0,011	0,114	0,577	0,068	-0,105	0,114		
	TT	NELIN	0,255	0,066	0,001	-5,220	0,001	2,302	0,001	-2,418	0,001
		LINEARNI	0,139	0,019	0,037	0,863	0,022	0,139	0,037		
FI	BMI	NELIN	0,250	0,065	0,001	-6,079	0,001	2,242	0,002	-2,3920	0,001

LEGENDA: FI – fitnes indeks; ATV – tjelesna visina; ATT – tjelesna težina; BMI – indeks tjelesne mase

U tablici 10 prikazane su regresijske analize kojima su definirane linearne i nelinearne povezanosti između tjelesne visine, tjelesne težine, indeksa tjelesne mase kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterija kod dječaka 16-godišnjaka.

Uvidom u rezultate koji su prikazani u tablici 10, vidljivo je da je koeficijent korelacije, između tjelesne visine i fitnes indeksa (0,030 i 0,037), nizak i u linearnom i nelinearnom modelu te nije statistički značajan. Kod nelinearne jednadžbe taj koeficijent je neznatno numeričko veći. Nadalje, regresijski koeficijenti i u linearnoj i nelinearnoj jednadžbi nisu statistički značajni. I u ovom slučaju, kao što je vidljivo u interpretaciji rezultata kod petnaestogodišnjaka, nije moguće pomoću tjelesne visine predvidjeti status fitnes indeksa kod 16-godišnjaka.

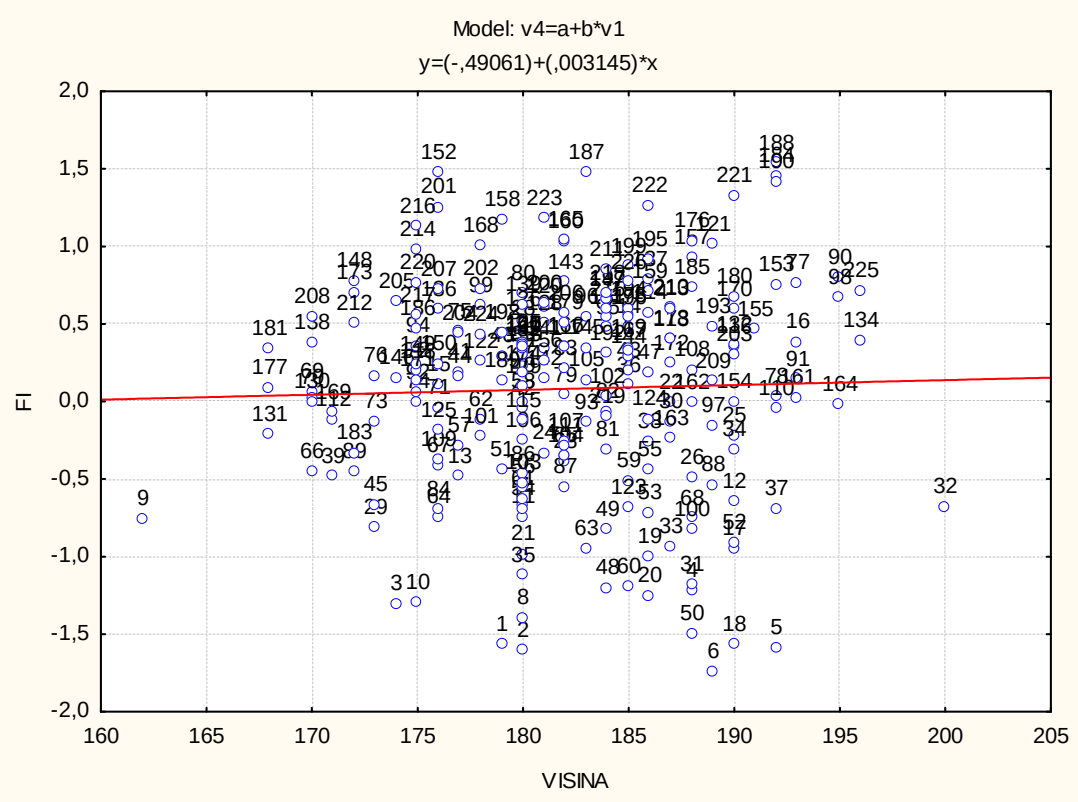
Linearna zavisnost između tjelesne težine i fitnes indeksa nije statistički značajna. Linearna jednadžba uz koeficijent korelacije 0,105 objašnjava samo 1% zajedničke varijance. Odsječci na osi x i os y također nisu statistički značajni. Za razliku od linearnog modela, nelinearni model bolje objašnjava zavisnosti između ove dvije varijable. Koeficijent korelacije iznosi 0,255 uz razinu

značajnosti od 0,001. Svi parametri regresijske krivulje također su statistički značajni. Nelinearnom jednadžbom se opisuje šest puta više zajedničke varijance nego linearnom (0,011 naprema 0,066).

Indeks tjelesne mase statistički je značajno linearno povezan s fitnes indeksom uz koeficijent korelacije 0,139. Svi parametri regresijskog pravca su također statistički značajni. Iz rezultata prikazanih u ovoj tablici vidljivo je kako nelinearna funkcija bolje opisuje zavisnost između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa. Svi parametri kojima se predstavlja nelinearna povezanost su statistički značajni, tako je primjerice koeficijent korelacije (R=0,250) statistički značajan na razini od 0,001. I u ovom slučaju nelinearna funkcija determinira znatno veći postotak zajedničke varijance (0,065 u odnosu na 0,019). Nelinearna kvadratna funkcija između tjelesne težine i fitnes indeksa te indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa, bitno bolje opisuje ove relacije nego linearna funkcija.

Slika 11

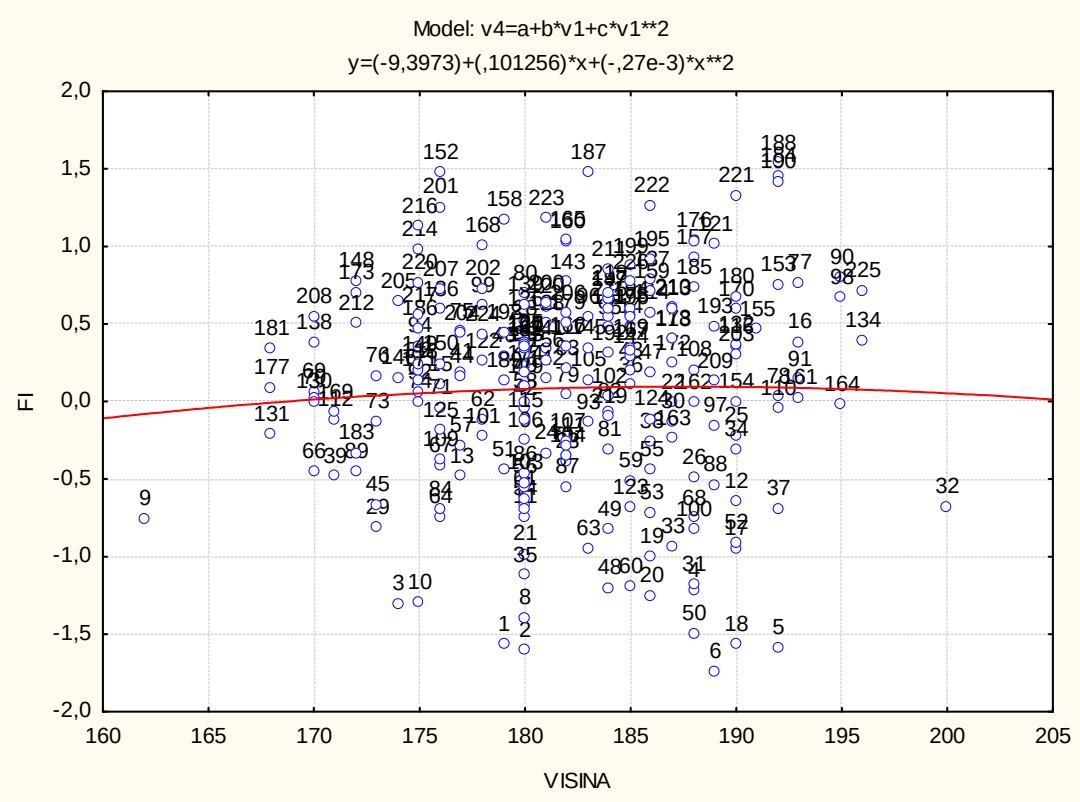
Grafički prikaz linearne zavisnosti tjelesne visine i fitnes indeksa kod 16 godišnjaka



Iz slike 11, s obzirom na numeričke parametre linearne povezanosti između tjelesne visine kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterija, nije moguće opisati fitnes indeks kroz podatke o tjelesnoj visini. Oblak ispitanika izuzetno je rasut te se regresijski pravac ne može formirati na način da poprimi statističku značajnost.

Slika 12

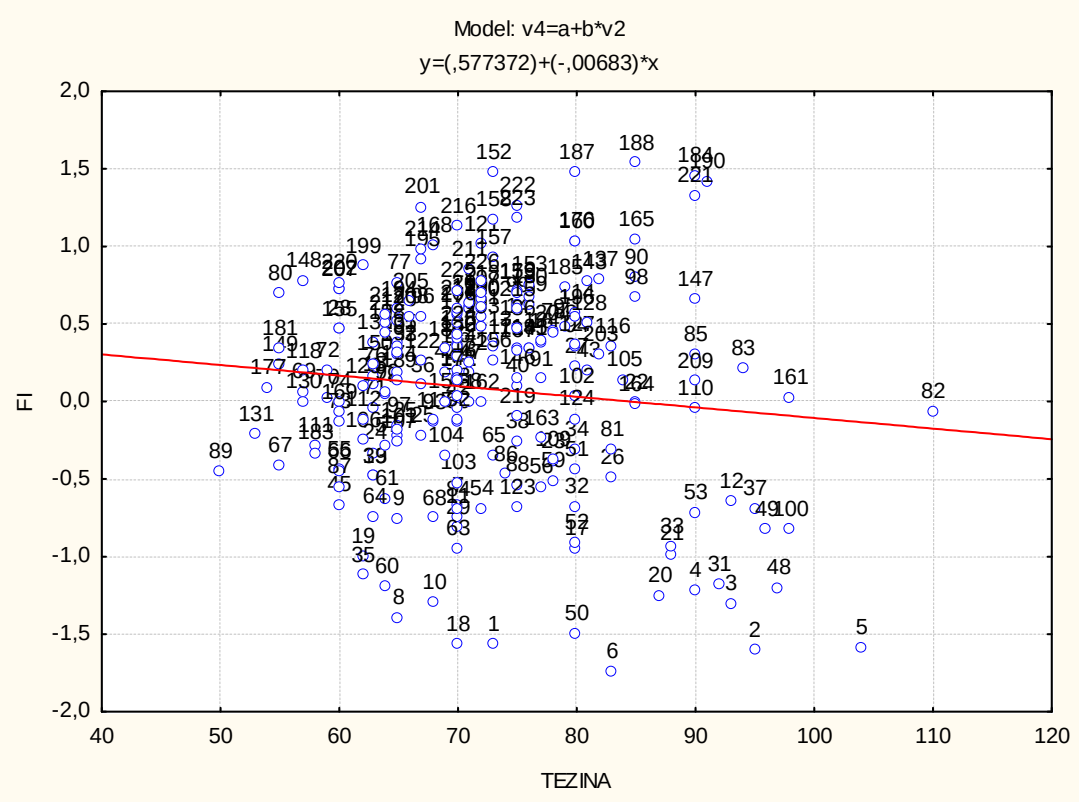
Grafički prikaz nelinearne zavisnosti tjelesne visine i fitnes indeksa kod 16 godišnjaka



Slika 12 prikazuje pokušaj utvrđivanja nelinearne zavisnosti između tjelesne težine i fitnes indeksa. Regresijska krivulja je neznatno zakrivljena, međutim ne pokazuje statistički značajnu zavisnost prediktorske varijable na kriterijsku varijablu. Ni linearna niti nelinearna funkcija pomoću prediktorske varijable,tjelesna visina, ne može definirati rezultat na kriterijskoj varijabli (fitnes indeks).

Slika 13

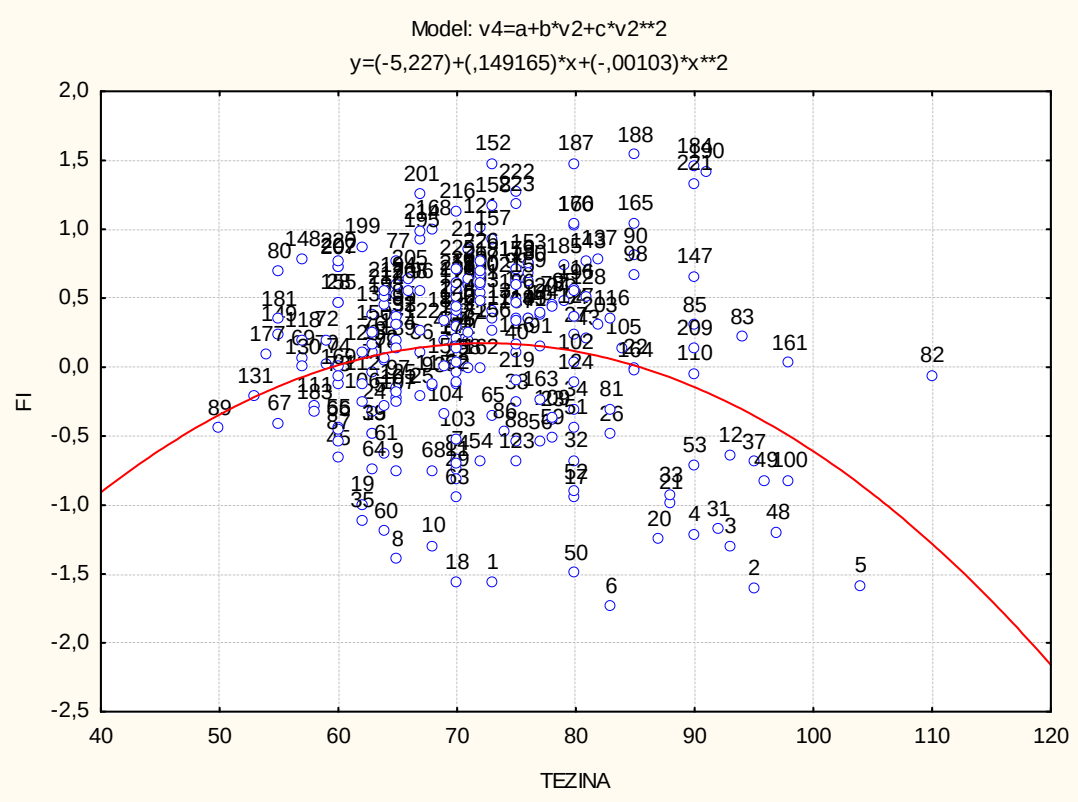
Grafički prikaz linearne zavisnosti tjelesne težine i fitnes indeksa kod 16- godišnjaka



U slici 13 prikazana je linearna zavisnost između tjelesne težine i fitnes indeksa. Primjetno je da regresijski pravac ima negativni smjer što bi trebalo značiti da veća tjelesna težina utvrđuje lošije rezultate na fitnes indeksu. Iz slike 13 vidljivo je kako oblak ispitanika nije kompaktan te uvidom u numeričke rezultate iz tablice 10 može se zaključiti kako nema statistički značajne linearna povezanosti između tjelesne težine i fitnes indeksa.

Slika 14

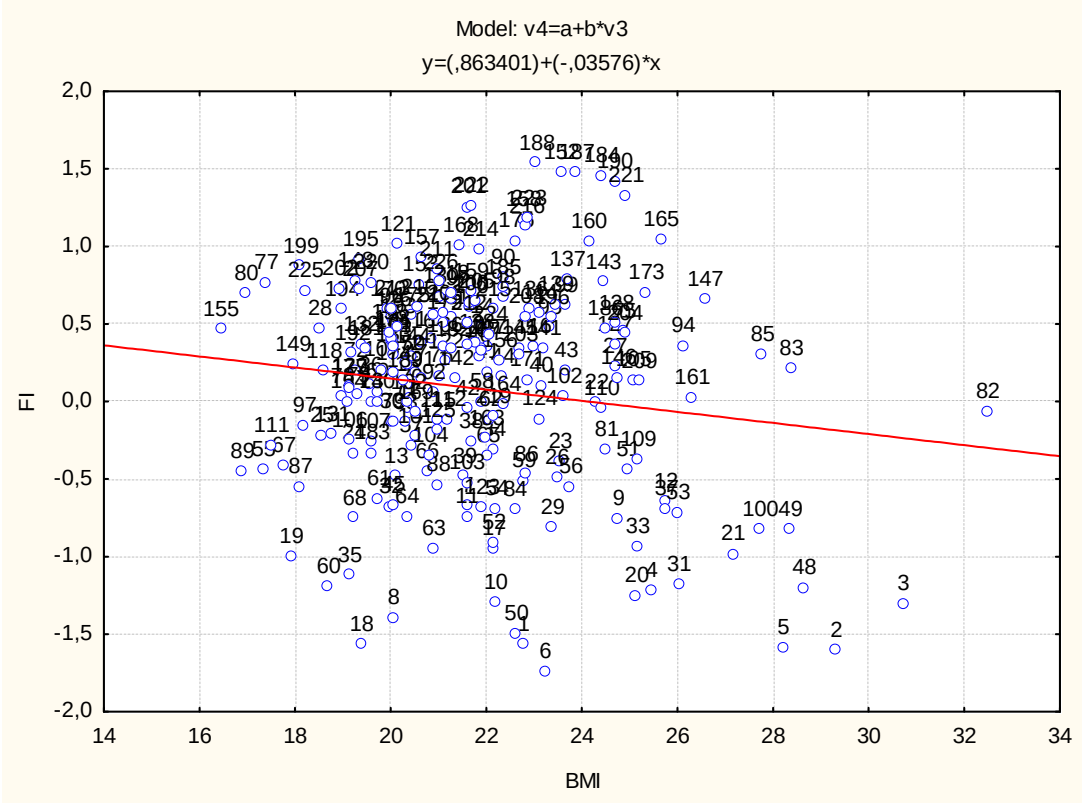
Grafički prikaz nelinearne zavisnosti tjelesne težine i fitnes indeksa kod 16- godišnjaka



U slici 14 prikazana je nelinearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod dječaka 16-godišnjaka. Primjetno je kako je nelinearna regresijska jednadžba bolje opisala odnose između tjelesne težine i fitnes indeksa. Negativan utjecaj tjelesne težine na fitnes indeks zamjetan je u desnom dijelu regresijske krivulje što znači da ispitanici koji su u prosjeku teži od 70 – 75 kilograma polučuju lošije rezultate u fitnes indeksu. U ovom slučaju nelinearna zavisnost bolje opisuje odnose između tjelesne težine i fitnes indeksa.

Slika 15

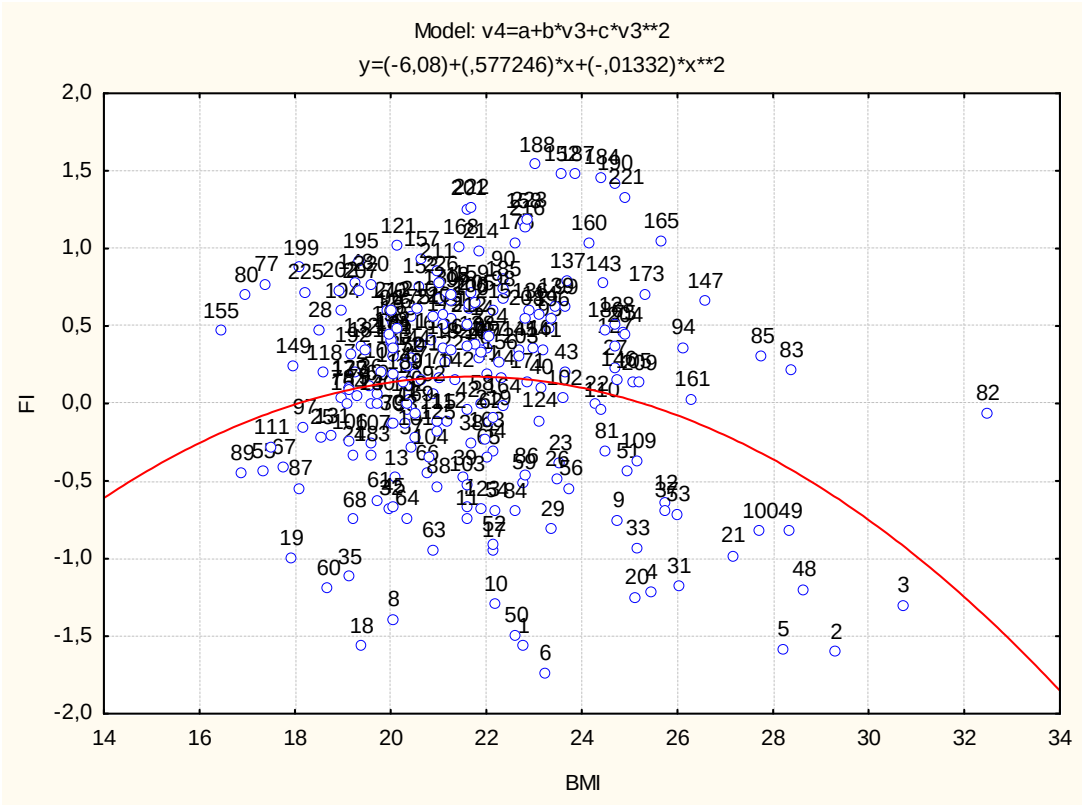
Grafički prikaz linearne zavisnosti indeksa tjelesne mase (BMI) i fitnes indeksa kod 16 godišnjaka



U slici 15 prikazana je linearna zavisnost između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa kod dječaka 16-godišnjaka. Kako regresijski pravac ima negativni smjer, primjetno je da povećanje vrijednosti indeksa tjelesne mase povlači za sobom i lošije rezultate u fitnes indeksu.

Slika 16

Grafički prikaz nelinearne zavisnosti indeksa tjelesna mase (BMI) i fitnes indeksa kod 16 godišnjaka



U slici 16 prikazana je nelinearna zavisnost između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa kod dječaka 16-godišnjaka. Uvidom u rezultate koji su prikazani i interpretirani u tablici 10 primjetno je kako nelinearna regresijska jednadžba opisuje znatno veću količinu zajedničke varijance, te uz veću statističku značajnost može se zaključiti kako upravo nelinearna zavisnost bolje opisuje odnose između ove dvije varijable. Iz slike je primjetno kako ispitanici koji imaju vrijednost indeksa tjelesne mase 21-22 i veći postižu lošije rezultate u fitnes indeksu.

Tablica 11

Linearne (LINEARNI) i nelinearne (NELIN) povezanosti jednostavnih morfoloških prediktora i fitnes indeksa kod 17 godišnjaka

(R – koeficijent korelacije; R^2 – koeficijent determinacije; p - razina značajnosti; a – odsječak na ordinati; b – koeficijent nagiba pravca; c – koeficijent zakrivljenosti kvadratne funkcije)

17			R	R^2	p	a	p	b	p	c	p
		LINEARNI	0,006	0,001	0,916	-0,138	0,916	0,006	0,916		
	TV	NELIN	0,076	0,005	0,508	-33,069	0,245	3,260	0,246	-3,254	0,246
		LINEARNI	0,173	0,030	0,007	0,864	0,008	-0,173	0,007		
	TT	NELIN	0,273	0,074	0,001	-5,155	0,005	2,186	0,002	-2,369	0,001
		LINEARNI	0,206	0,042	0,001	1,259	0,001	-0,206	0,001		
FI	BMI	NELIN	0,246	0,060	0,001	-3,632	0,123	1,352	0,069	-1,564	0,035

LEGENDA: FI – fitnes indeks; ATV – tjelesna visina; ATT – tjelesna težina; BMI – indeks tjelesne mase

U tablici 11 prikazane su regresijske analize kojima su definirane linearne i nelinearne povezanosti između tjelesne visine, tjelesne težine, indeksa tjelesne mase kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterija kod dječaka 17-godišnjaka.

I u ovom uzrastu ne postoji statistički značajna linearna povezanost između tjelesne visine kao prediktorske varijable i fitnes indeks kao kriterijske varijable. Koeficijent korelacije iznosi 0,006 te opisuje vrlo malu količinu zajedničke varijance (R^2= 0,001). Regresijski koeficijenti također nisu statistički značajni. Nelinearna regresijska jednadžba, uz koeficijent korelacije od 0,076, također ne implicira statistički značajnu povezanost između ove dvije varijable. Količina zajedničke varijance koju opisuje nelinearna jednadžba je numerički pet puta veća od linearne (0,005 naprema 0,001), međutim ona ipak nije dostatna kako bi se utvrdila statistički značajna povezanost između tjelesne visine i fitnes indeksa. Niti jedan parametar regresijske krivulje (a, b i c) nije statistički značajan. Primjetno je kako se ni u ovom uzrastu pomoću tjelesne visine ne mogu predvidjeti rezultati fitnes indeksa.

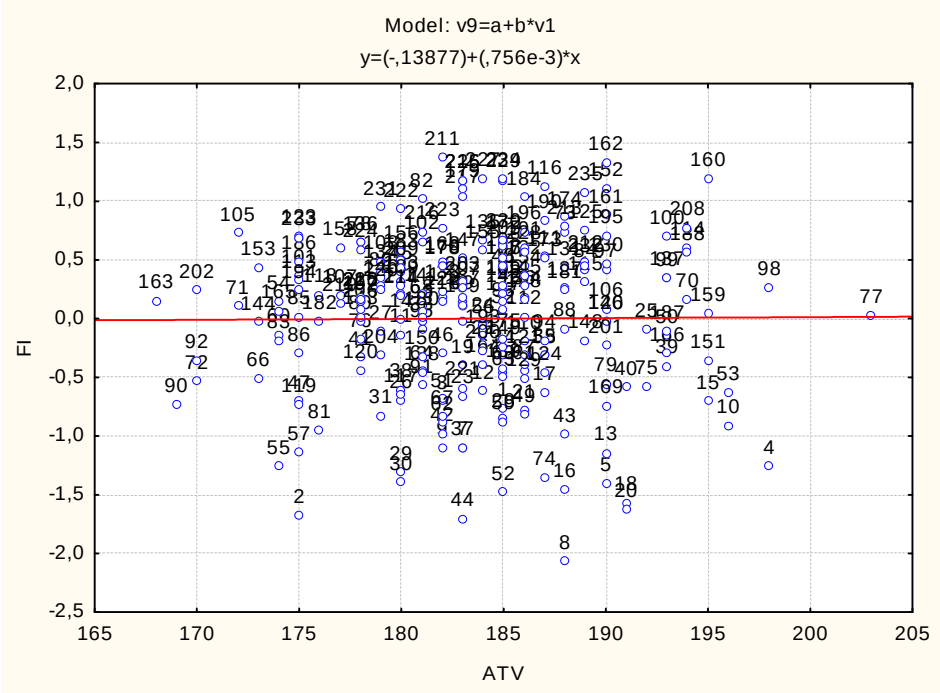
Linearna zavisnost tjelesne težine i fitnes indeksa je statistički značajna uz koeficijent korelacije od 0,173 i nivo značajnosti od 0,007. Linearna jednadžba opisuje 3% zajedničke varijance ovih

varijabli. Koeficijent a, regresijskog pravca koji predstavlja odsječak na os y iznosi 0,864 te je statistički značajan. Koeficijent b, koji predstavlja kut regresijskog pravca iznosi -0,173 te je i on statistički značajan. Nelinearna zavisnost tjelesne težine i fitnes indeksa također je statistički značajna uz koeficijent korelacije od 0,273 Analizom numeričkih podataka vidljivo je da nelinearna regresijska jednadžba opisuje veću količinu zajedničke varijance (7,4% u odnosu na 3%). Svi su parametri regresijske krivulje, uključujući i koeficijent kvadratne funkcije c, statistički značajni.

Linearnom i nelinearnom regresijskom jednadžbom utvrđena je statistički značajna povezanost indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa. Svi parametri linearnog regresijskog pravca su statistički značajni. Nelinearnim modelom, u odnosu na linearni model, se opisuje nešto veća količina zajedničke varijance (0,060 u odnosu na 0,042). Interesantno je za primijetiti kako je jedino koeficijent kvadratne funkcije c, statistički značajan dok ostala dva koeficijenta (a) i (b) nisu statistički značajni. I u ovom uzrastu, ne temelju korelacijskih koeficijenata te na temelju količine opisane zajedničke varijance ostaje za zaključiti kako nelinearna korelacija bolje opisuje odnose između prediktorskih varijabli (tjelesna težina i indeks tjelesne mase) i kriterijske varijable (fitnes indeks).

Slika 17

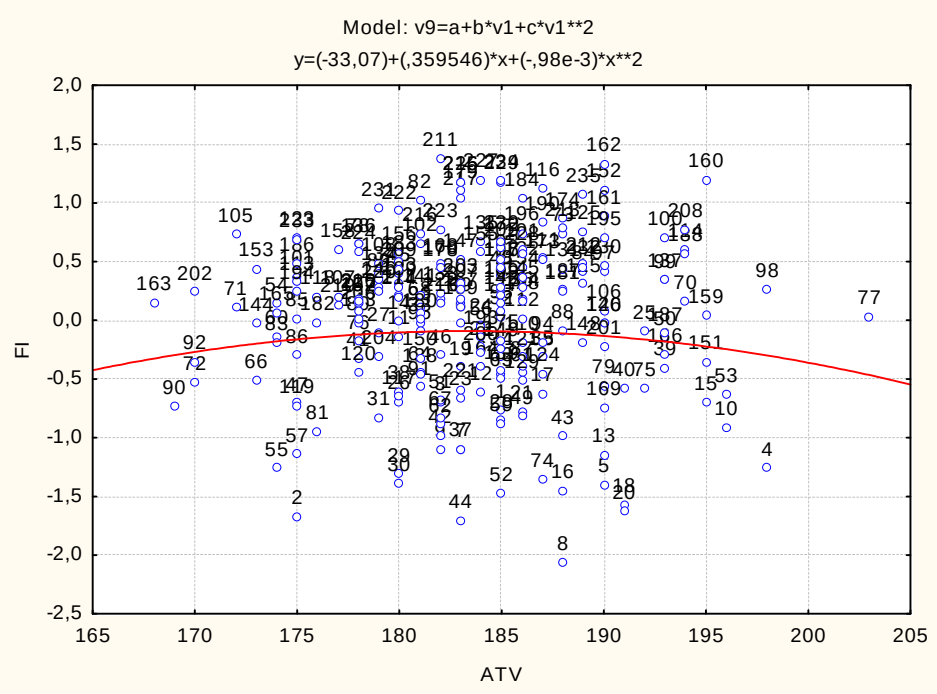
Grafički prikaz linearne zavisnosti tjelesne visine i fitnes indeksa kod 17 godišnjaka



U slici 17 prikazana je linearna zavisnost tjelesne visine i fitnes indeksa kod 17-godišnjaka. Iz grafičkog prikaza, vidljivo je kako oblak ispitanika nije homogen te je nemoguće utvrditi povezanost između tjelesne visine i fitnes indeksa. Tome u prilog idu i numerički pokazatelji prikazani u tablici 11.

Slika 18

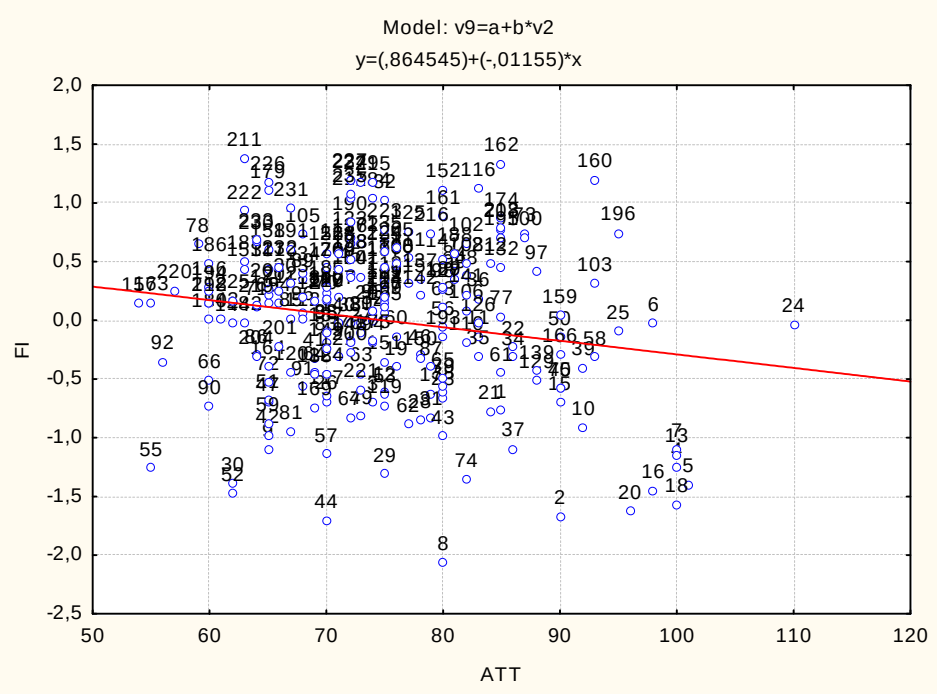
Grafički prikaz nelinearne zavisnosti tjelesne visine i fitnes indeksa kod 17- godišnjaka



Iz slike 18, koja prikazuje nelinearnu zavisnost tjelesne visine i fitnes indeksa, vidljivo je kako se regresijska krivulja nije uspjela formirati na takav način da se pomoću nje može utvrditi zavisnost tjelesne visine i fitnes indeksa. Nelinearna zavisnost opisuje veći postotak zajedničke varijance od linearne, međutim ni ta zavisnost nije statistički značajna. Zaključak je kako ni u ovom uzrastu nije moguće pomoću tjelesne visine predvidjeti rezultate u fitnes indeksu.

Slika 18

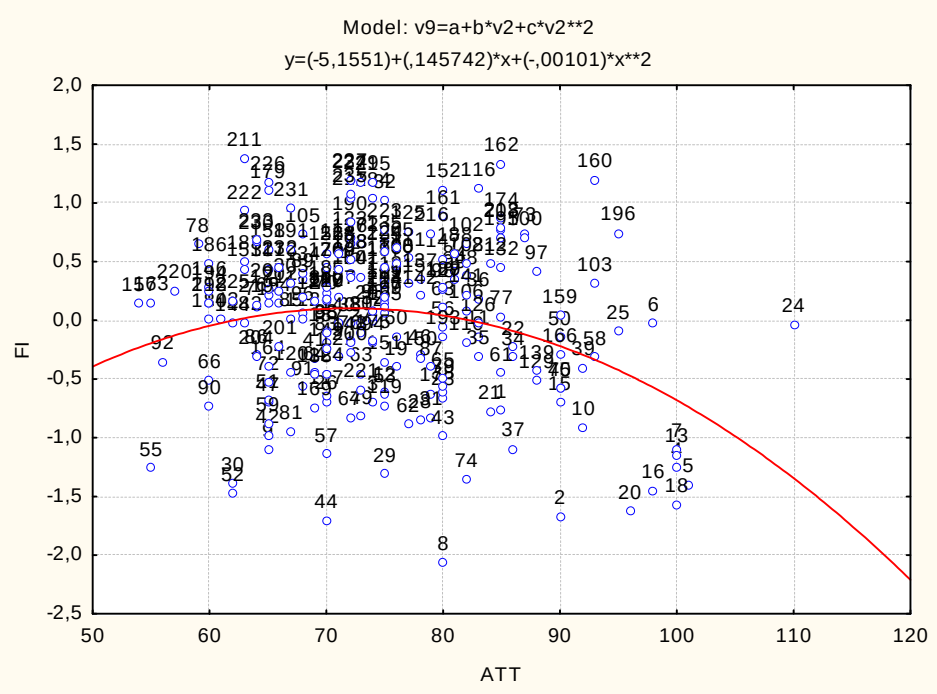
Grafički prikaz linearne zavisnosti tjelesne težine i fitnes indeksa kod 17- godišnjaka



Iz slike 18 vidljivo je kako regresijski pravac ima negativni smjer što upućuje na zaključak da ispitanici koji imaju veću tjelesnu težinu u prosjeku polučuju lošije rezultate u fitnes indeksu. Za donošenje kvalitetnijih zaključak o odnosu tjelesne težine i fitnes indeksa potrebno je interpretirati i nelinearnu zavisnost između ove dvije varijable koja je prikazana u slici 19.

Slika 19

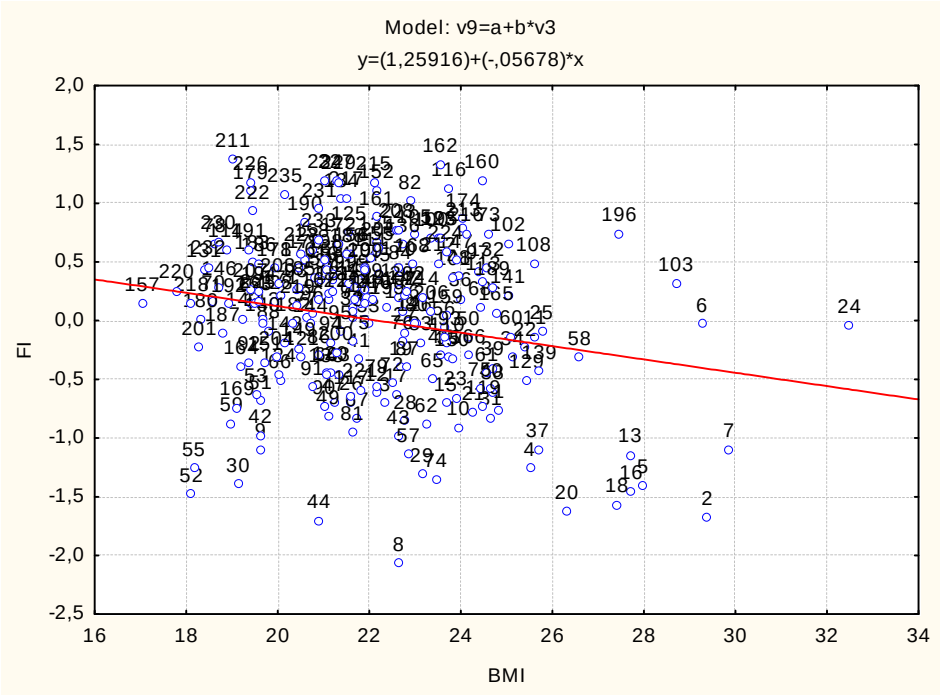
Grafički prikaz nelinearne zavisnosti tjelesne težine i fitnes indeksa kod 17- godišnjaka



U slici 19 je prikazana nelinearna zavisnost između tjelesne visine kao prediktorske varijable i fitnes indeksa kao kriterijske varijable. Uvidom u rezultate koji su prikazani u tablici 11 vidljivo je da nelinearna zavisnost opisuje veći postotak zajedničke varijance između ove dvije varijable (0,74 u odnosu na 0,30). Iz slike je vidljivo kako ispitanici, koji se nalaze na desnom dijelu regresijske krivulje, postižu lošije rezultate u fitnes indeksu. Ispitanici koji u prosjeku imaju 75-80 kg i više postižu lošije rezultate u fitnes indeksu. Sukladno gore navedenim rezultatima i uvidom u sliku 19 može se zaključiti kako nelinearna regresijska krivulja kvalitetnije i realnije opisuje odnose između tjelesne težine i fitnes indeksa.

Slika 20

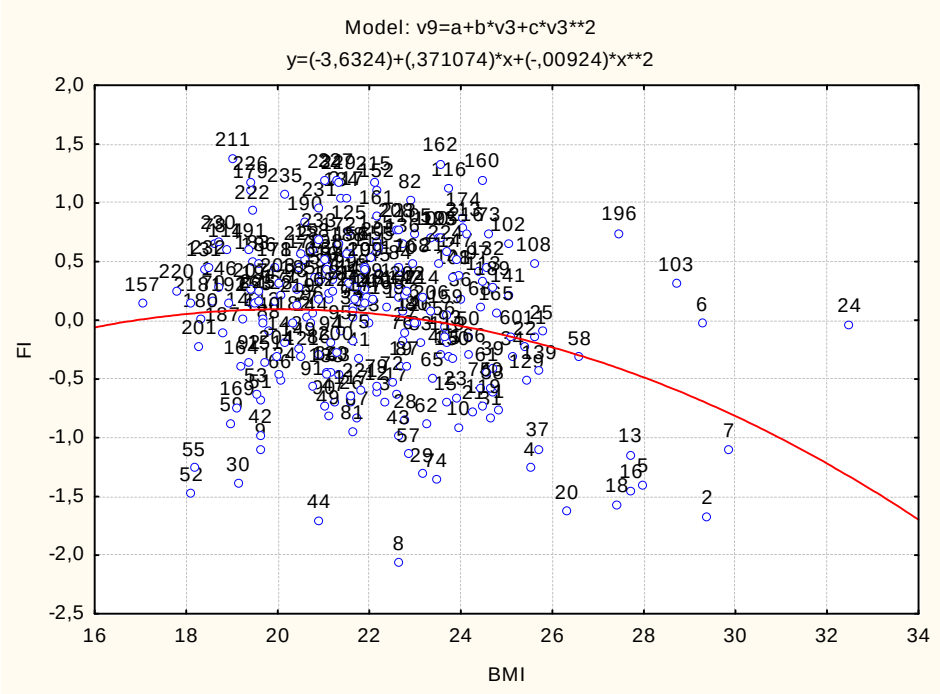
Grafički prikaz linearne zavisnosti indeksa tjelesne mase (BMI) i fitnes indeksa kod 17- godišnjaka



Iz slike 20, koja prikazuje linearnu zavisnost između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa kod dječak 17-godišnjaka, primjećuje se kako regresijski pravac ima negativan smjer. Interpretacijom ove slike nameće se zaključak kako ispitanici koji imaju manje vrijednosti indeksa tjelesne mase u prosjeku postižu bolje rezultate u fitnes indeksu.

Slika 21

Grafički prikaz nelinearne zavisnosti indeksa tjelesne mase (BMI) i fitnes indeksa kod 17- godišnjaka



U slici 21 prikazana je nelinearna zavisnost između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa kod dječaka 17-godišnjaka. Intenzivniji trend negativnog utjecaja indeksa tjelesne mase na fitnes indeks primjetan je tek u desnom dijelu oblaka ispitanika tako da ispitanici koji u prosjeku imaju vrijednost indeksa tjelesne mase 21 i viši postižu lošije rezultate u fitnes indeksu. Iz slike je primjetno kako nelinearna jednadžba bolje opisuje odnos između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa, nego linearna.

Tablica 12

Linearne (LINEARNI) i nelinearne (NELIN) povezanosti jednostavnih morfoloških prediktora i fitnes indeksa kod 18- godišnjaka

(R – koeficijent korelacije; R^2 – koeficijent determinacije; p - razina značajnosti; a – odsječak na ordinati; b – koeficijent nagiba pravca; c – koeficijent zakrivljenosti kvadratne funkcije)

18			R	R ²	p	a	p	b	p	c	p
		LINEARNI	0,013	0,001	0,832	-0,266	0,832	0,013	0,832		
	TV	NELIN	0,059	0,004	0,562	-28,026	0,289	2,849	0,291	-2,836	0,293
		LINEARNI	0,195	0,038	0,002	1,121	0,002	-0,195	0,020		
	TT	NELIN	0,264	0,069	0,001	-5,227	0,020	1,948	0,010	-2,151	0,004
		LINEARNI	0,232	0,053	0,001	1,525	0,001	-0,232	0,001		
FI	BMI	NELIN	0,304	0,092	0,001	-6,471	0,010	2,136	0,004	-2,376	0,001

LEGENDA: FI – fitnes indeks; ATV – tjelesna visina; ATT – tjelesna težina; BMI – indeks tjelesne mase

U tablici 12 prikazane su regresijske analize kojima su definirane linearne i nelinearne povezanosti jednostavnih morfoloških prediktora i fitnes indeksa kod dječaka starosti od 18 godina.

Linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa nije statistički značajna uz koeficijent korelacije od 0,013 i vrlo malu količinu objašnjene zajedničke varijance (R^2=0,001). Naravno, ni koeficijenti regresijskog pravca nisu statistički značajni. Nelinearna povezanost ove dvije varijable također nije statistički značajna. Koeficijent korelacije (R=0,059) te količina objašnjene zajedničke varijance (R^2=0,004) su numerički veći u odnosu na linearnu povezanost, međutim kao što je već spomenuto nisu dosegnuli statističku značajnost. Sukladno tome ni koeficijenti regresijske krivulje nisu statistički značajni.

Linearna zavisnost tjelesne težine kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterija dosegla je statističku značajnost. Koeficijent korelacije od 0,195, uz 3,8% objašnjene zajedničke varijance, statistički je značajan. Svi koeficijenti regresijskog pravca su statistički značajni. Međutim, nelinearna zavisnost tjelesne težine i fitnes indeksa bitno je veća nego linearna zavisnost. Uz koeficijent

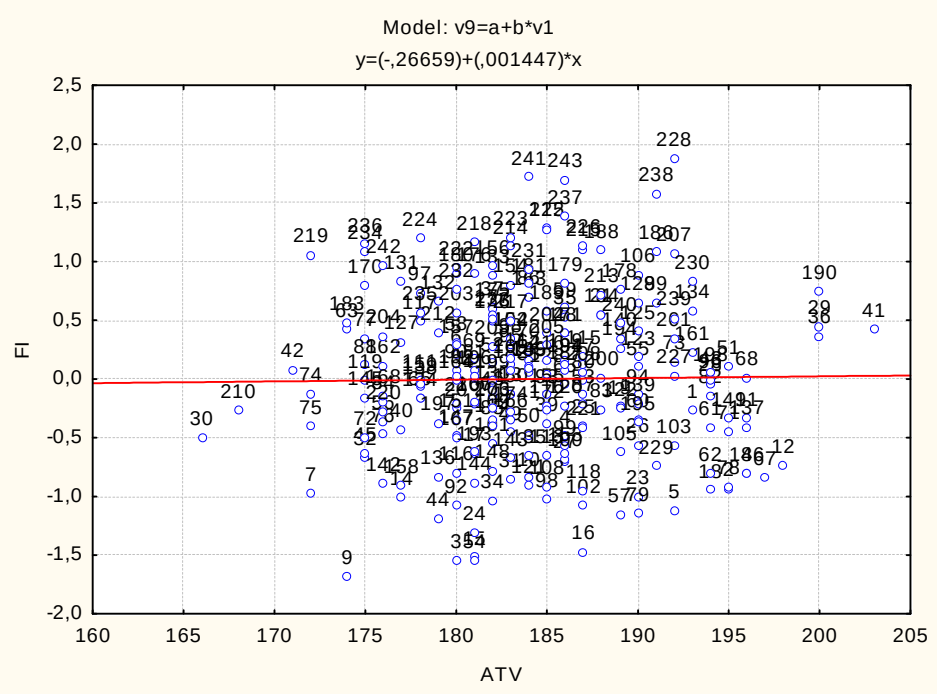
korelacije od 0,264 nelinearna funkcija opisuje puno veću količinu zajedničke varijance (7%). Svi koeficijenti regresijske krivulje su statistički značajni.

Indeks tjelesne mase linearno i nelinearno je značajno povezan s fitnes indeksom. Linearnu zavisnost determinira koeficijent korelacije 0,232 uz 5,3% objašnjene zajedničke varijance. Svi koeficijenti regresijskog pravca su statistički značajni. Nelinearnu zavisnost determinira numerički veći koeficijent korelacije od 0,304 uz veću količinu objašnjene zajedničke varijance (9,2%). I u ovom slučaju, svi koeficijenti regresijske krivulje su statistički značajni.

Generalno, ostaje za zaključiti kako se pomoću tjelesne visine ne mogu predvidjeti rezultati u fitnes indeksu ni za jedan analizirani uzrast (15, 16, 17, 18 godina) linearnom ni nelinearnom kvadratnom funkcijom. Nadalje u svim analiziranim uzrastima nelinearna kvadratna jednadžba bolje opisuje relacije između tjelesne težine i fitnes indeksa te indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa.

Slika 22

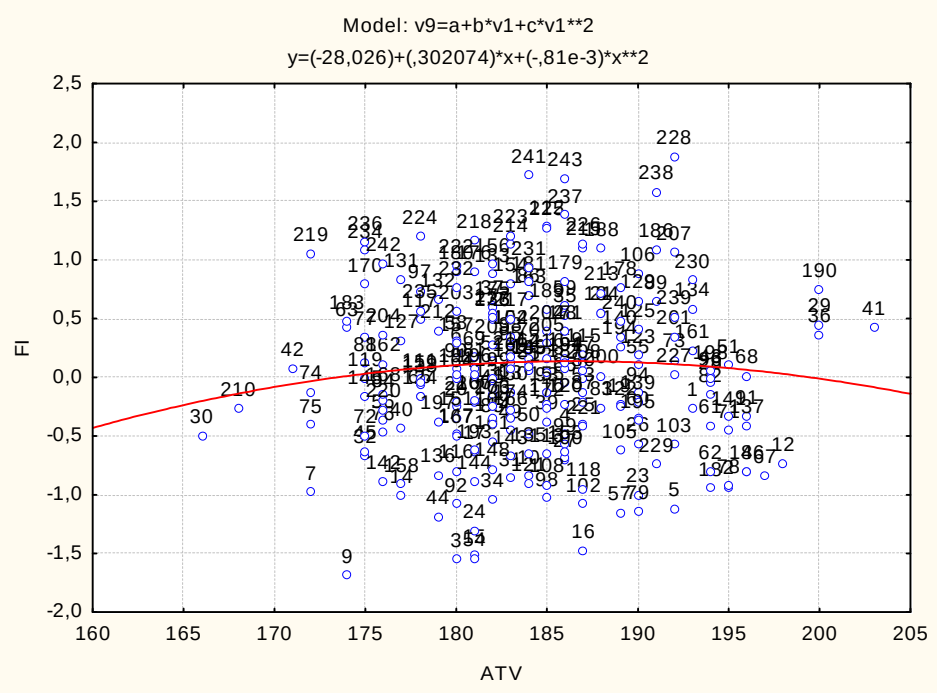
Grafički prikaz linearne zavisnosti tjelesne visine i fitnes indeksa kod 18- godišnjaka



U slici 22 prikazana je linearna zavisnost između tjelesne visine i tjelesne težine kod 18-godišnjaka. Iz slike je vidljivo kako se pomoću linearne zavisnosti ne može utvrditi povezanost između ove dvije varijable. Naime, oblak ispitanika je rasut se te regresijski pravac ne može formirati na način kojim bi se utvrdila međusobna povezanost.

Slika 23

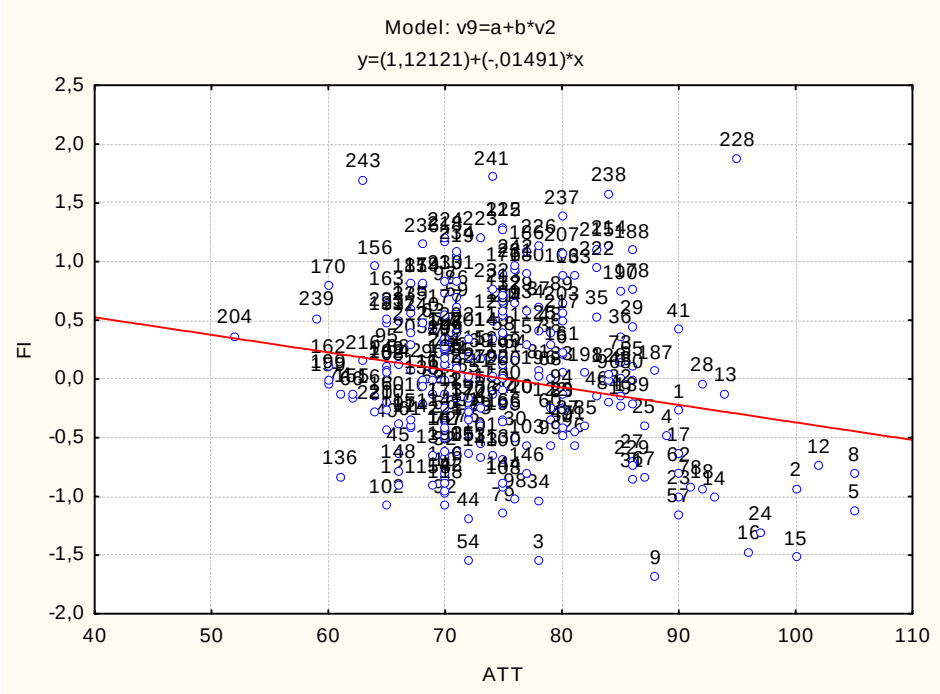
Grafički prikaz nelinearne zavisnosti tjelesne visine i fitnes indeksa kod 18- godišnjaka



Slika 23 prikazuje pokušaj predviđanja fitnes indeksa kroz nelinearnu funkciju tjelesne visine. Regresijska krivulja je neznatno zakrivljena, oblak ispitanika rasut. Sukladno tome, možemo zaključiti kako kroz tjelesnu visinu ni pomoću linearne, a ni pomoću nelinearne (kvadratne) funkcije ne možemo predvidjeti vrijednosti fitnes indeksa ni u ovom uzrastu.

Slika 24

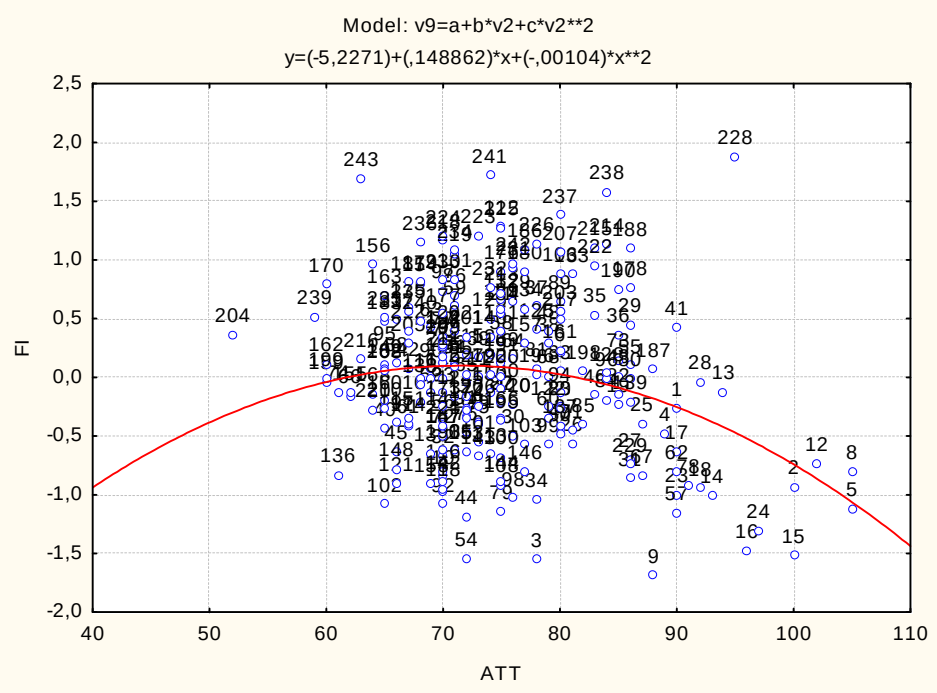
Grafički prikaz linearne zavisnosti tjelesne težine i fitnes indeksa kod 18- godišnjaka



Linearna zavisnost između indeksa tjelesne mase kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterija kod 18-godišnjaka prikazana je u slici 24. Vidljivo je kako regresijski pravac ukazuje na činjenicu da svako povećanje tjelesne mase podrazumijeva lošije vrijednosti fitnes indeksa. Takav trend je i razumljiv, međutim o pravim odnosima između ovih varijabli može se zaključivati tek kada se interpretira graf koji prikazuje nelinearne zavisnosti.

Slika 25

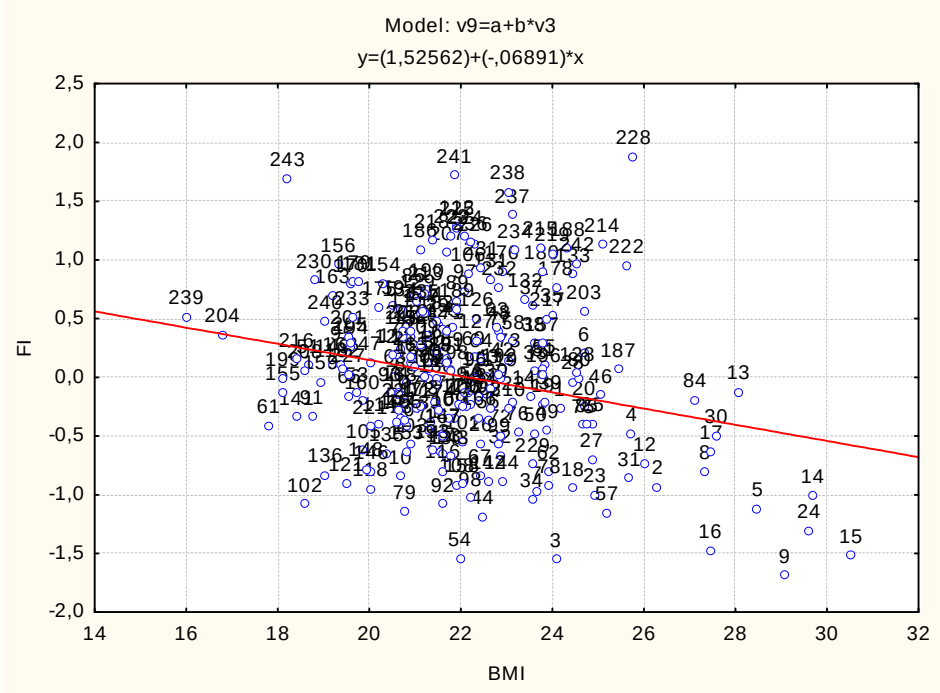
Grafički prikaz nelinearne zavisnosti tjelesne težine i fitnes indeksa kod 18- godišnjaka



U slici 25 prikazana je nelinearna zavisnost fitnes indeksa kroz rezultate u tjelesnoj težini 18-godišnjaka. Nelinearna funkcija vidno je bolje opisala zavisnost između ovih varijabli nego što je to bio slučaj s linearnom funkcijom. Naglašeni trend negativnog utjecaja tjelesne težine na fitnes indeks javlja se tek u desnom dijelu oblaka ispitanika, znači za one ispitanike koji su u prosjeku teži od 70 -75 kilograma. Nelinearna funkcija opisuje znatno veći postotak zajedničke varijance. Iz rezultata koji su prikazani u tablici 12, vidljivo je kako nelinearna kvadratna funkcija opisuje skoro duplo veći postotak zajedničke varijance, nego linearna funkcija.

Slika 26

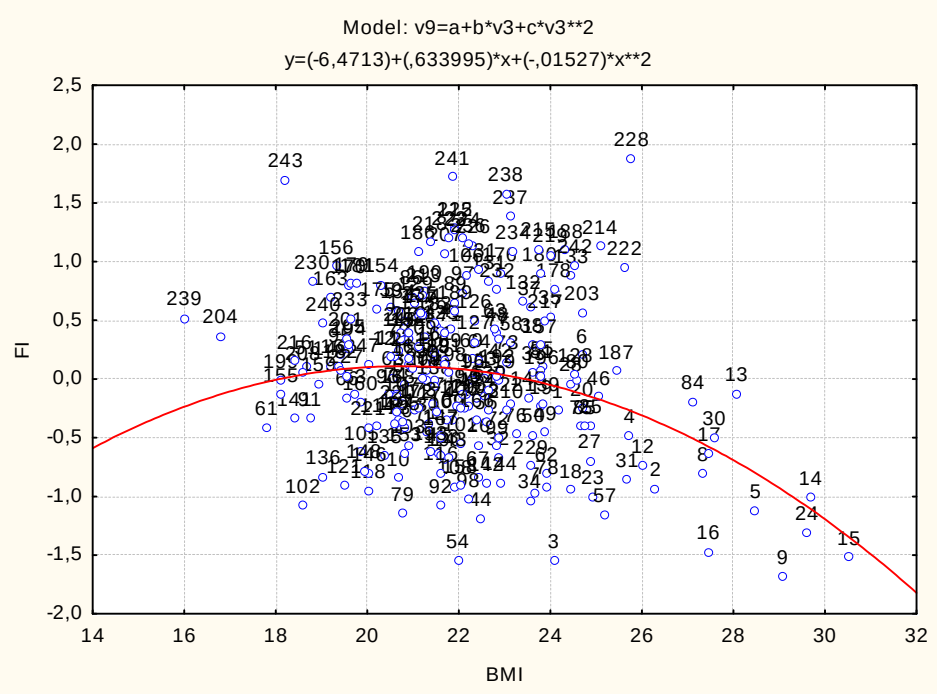
Grafički prikaz linearne zavisnosti indeksa tjelesne mase (BMI) i fitnes indeksa kod 18- godišnjaka



Linearna zavisnost između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa kod 18-godišnjaka prikazana je u slici 26. I u ovom uzrastu, regresijski pravac ima negativan smjer što bi u konačnici moglo rezultirati zaključkom kako svako povećanje indeksa tjelesne mase uvjetuje lošije rezultate u fitnes indeksu.

Slika 27

Grafički prikaz nelinearne zavisnosti indeksa tjelesne mase (BMI) i fitnes indeksa kod 18- godišnjaka



U slici 27 prikazana je nelinearna zavisnost između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa. Za zaključiti je kako ispitanici koji u prosjeku imaju vrijednost indeksa tjelesne mase 21 i više, u prosjeku postižu lošije rezultate u fitnes indeksu. Nadalje, iz grafa je primjetno kako i ispitanici čija vrijednost indeksa tjelesne mase ima vrijednosti 19 i niže, također postižu lošije vrijednosti u fitnes indeksu. Konačno, kada se ovi podaci povežu s rezultatima koji su prethodno interpretirani iz tablice 12, jasno je kako upravo nelinearna funkcija kvadratnog tipa opisuje bitno veći postotak varijance ovih dviju varijabli nego prethodno definirana linearna funkcija. Tako je nelinearna zavisnost ovih varijabli kroz kvadratnu jednadžbu opisala skoro 10 % zajedničke varijance, a linearna koja je prethodno interpretirana samo 4%.

8 Rasprava

Na samom početku rasprave važno je naglasiti činjenicu da se izračunom fitnes indeksa gubi dio varijance pojedinih sastavnica fitnes indeksa. Zasigurno bi se dovođenjem pojedinih morfoloških varijabli, u ovom slučaju tjelesne visine, težine i indeksa tjelesna mase, u relaciju s pojedinom motoričkom sposobnošću dobili ''točniji'' podaci, barem što se tiče količine objašnjene zajedničke varijance. Međutim, u ovom slučaju, uzet je fitnes indeks kao pokazatelj stupnja razvoja motoričko-funkcionalnih sposobnosti djece, zato jer je autor mišljenja kako se primjenom fitnes indeksa, kao pokazatelja stanja ispitanika, nastava TZK i općenito tjelesno vježbanje može provoditi puno kvalitetnije te se može konkretnije utjecati na motorički status djece na satovima tjelesne i zdravstvene kulture. Nastava tjelesne i zdravstvene kulture održava se samo 2 sata tjedno. Preveliki razredi zasigurno su još jedna otežavajuća okolnost, koja je prisutna u nastavi, s aspekta utjecaja na status djeteta. Vrlo često se broj učenika u jednom razredu kreće i do 38 (što je nažalost slučaj i u ovom istraživanju). Nerijetko i loša motorička informiranost učenika negativno utječe na kvalitetu transformacijskih procesa. Sve te činjenice ne idu u prilog ni djeci, ni nastavnicima tjelesne i zdravstvene kulture. Prema mišljenju autora fitnes indeksom se povećava mogućnost ranijeg identificiranja motoričko – funkcionalno inferiorne djece te pravovremenog reagiranja nizom motoričko- funkcionalnih stimulansa u svrhu poboljšanja antropološkog statusa. Naravno, svaki profesor tjelesne i zdravstvene kulture uvidom u vrijednosti pojedinih testova svakog od ispitanika može stvoriti potpuniju sliku o svojim učenicima. Zato treba biti oprezan u generalizaciji rezultata koji su u praksi vrlo vjerojatno primjenjivi.

8.1 Tjelesna visina kao prediktor fitnes indeksa kod dječaka od 15. do 18. godine

Generalno, postoji puno istraživanja koja se bave utjecajem antropometrije na fitnes status, bilo da se radi o pojedinačnim varijablama bilo da se radi o nekakvom ukupnom fizičkom funkcioniranju. Međutim, najveći broj tih istraživanja bavio se ovakvim zavisnostima kod djece kojima je ustanovljen određeni stupanj pretilosti (Colella, Morano, Robazza, & Bortoli, 2009.; Dumith i sur.., 2010.; Malina, Pena Reyes, Tan, & Little, 2011.). Druga grupa istraživanja, koja su izuzetno brojna, tiču se utjecaja antropometrijsko morfoloških varijabli na različite pokazatelje tjelesnog fitnesa kod starijih osoba (Brandt i sur., 2000.; Rolland i sur., 2004.; Zoicoi sur., 2004.), a treća jako velika grupa istraživanja bavi se istraživanjima antropološko morfoloških varijabli na fizičke performanse sportaša u različitim sportovima (Claessens, Lefevre, Beunen, & Malina, 1999.; Gabbett, Jenkins, & Abernethy, 2010.; Young & Pryor, 2007.) .

U ovom radu bavilo se zdravom djecom kod kojih nije ustanovljen ili je ustanovljen kod malog broja ispitanika određeni stupanj pretilosti te je broj takvih istraživanja relativno mali. U takvim slučajevima uglavnom se radi o istraživanjima koja su definirala utjecaje morfološkog statusa u cjelini na izvedbu pojedinih motoričkih manifestacija primjenom multivarijatnih procedura za utvrđivanje stupnja povezanosti između morfologije i motorike. Tako su primjerice, Bartošikova i sur. 2003. proučavali odnos motoričko-funkcionalnih sposobnosti i antropometrijskih karakteristika kod 8-godišnjaka. Autori su zaključili da dječaci postižu bolje rezultate u step testu od djevojčica. Nadalje, uočili su povećanu vrijednost indeksa tjelesne mase bez razlike po spolu kod čak 10,7% ispitanika. Orjan i sur. 2005. godine, na uzorku kod 2118 djece u dobi od 10. do 16. godine,koristili su bateriju testova Eurofit te zaključili kako su provjeravane motoričko funkcionalne sposobnosti na većoj razini kod dječaka nego kod djevojčica. Vrijednost indeksa tjelesne mase također raste s godinama, bez značajnih razlika po spolu.

Visina je definitivno jedan od pokazatelja rasta i razvoja, međutim u periodu puberteta izgleda da visina nije osnovna determinanta fitnesa, a s obzirom da neki drugi morfološki parametri puno više određuju motoričku izvedbu pa tako i fitnes indeks koji je prikazan u ovom radu. Konkretno, povezanost visine i fitnes indeksa u ovom istraživanju kreće se od 0,03 do 0,12; s tim da je najveća povezanost definirana u 15 godišnjaka. S druge strane, dosadašnja istraživanja ukazala su na bitno veću numeričku povezanost visine i pokazatelja motoričkog statusa mlađe djece.

Tako su primjerice Andereasi i sur., u studiji koja je objavljena 2010., detaljno analizirali fizički fitnes i povezanost i povezanost fizičkog fitnesa s antropometrijskim mjerama kod djece iz Brazila u dobi od 7-15 god. Premda se radi o vrlo opsežnoj studiji, jasno je kako vrlo široki raspon ispitanika

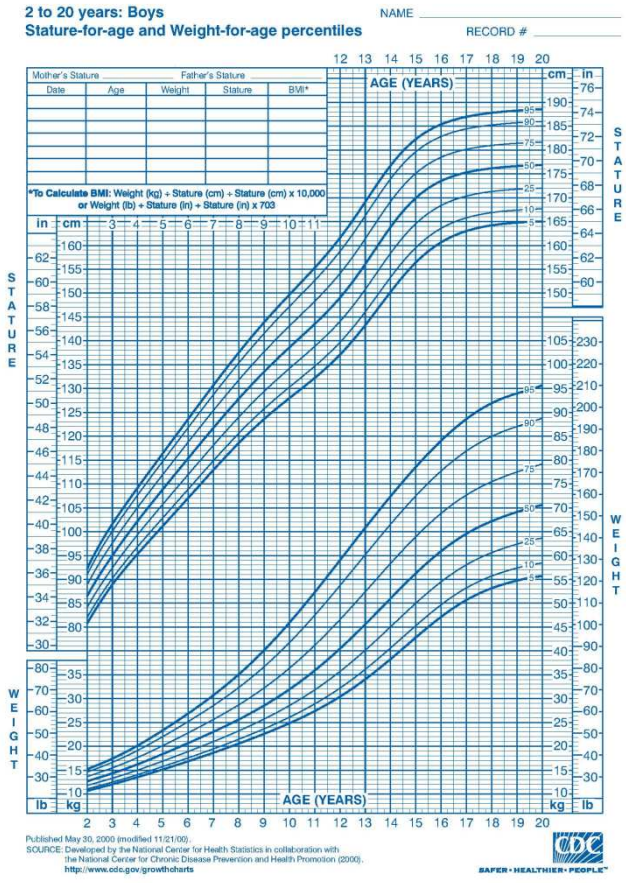
po pitanju godina pa samim tim i po pitanju elementarnih morfoloških antropometrijskih karakteristika omogućava dobivanje velikih koeficijenata koordinacije između pojedinih antropometrijskih varijabli i mjera fizičkog fitnesa. Tako su autori utvrdili kako su sve morfološke varijable značajno povezane s fitnesom, a u prvom redu to se odnosi na povezanost indeksa tjelesne mase koji sa svojim izrazitim porastom smanjuje efikasnost u mjerama fizičkog fitnesa. Ista je situacija s tjelesnom visinom koja je utvrđena kao značajni prediktor mjera fizičkog fitnesa. U ovom slučaju jasno je ja kako se radi o utjecaju rasta i razvoja, stoga se o rezultatima ove studije neće detaljnije diskutirati. Zanimljiva je studija koju su objavili Jurimae i sur. (Jurimae, Hurbo, & Jurimae, 2009.), a u kojoj se analizira povezanost antropometrijskih mjera i sile stiska šake (sile mjerene dinamometrom) kod djece u pred pubertetu. Uzorak ispitanika u ovom slučaju manjeg je varijabiliteta, djeca od 8. do 11. godine, oba spola. Mjeren je veliki broj antropometrijskih varijabli koje bi hipotetski trebale imati povezanost sa snagom stiska šake, sile mjerene dinamometrom, te je utvrđeno kako je tjelesna visina jedan od glavnih, ako ne i najvažniji prediktor stiska šake i kod dječaka i kod djevojčica. Naravno, radi se o visokoj povezanosti svih mjera duljina koje se prvenstveno tiču duljine prstiju, veličine šake i slično. Što samo po sebi nije teško za objasniti. Tjelesna visina sama po sebi i prateće duljine pojedinih tjelesnih segmenata predstavljaju značajan pokazatelj ukupnog rasta i razvoja , a u manifestaciji stiska šake igraju važnu ulogu jer omogućuju efikasniju proizvodnju sile na relativno maloj površini. Koeficijenti korelacije, do kojih su autori u ovom radu došli, su vrlo visoki i radi se o korelacijama od 0,47 do 0,87 za pojedine tjelesne segmente u relaciji sa snagom stiska šake. U istraživanju Raudseepa i Jurimaea (Raudsepp & Jurimae, 1996.) istraživana je povezanost između somatotipa i mjera fizičkog fitnesa kod djece u pred pubertetu. Zanimljivo je da se opet radilo o relativno malom uzorku od 35 dječaka i 41 djevojčice starosti od 9. do 11. godine. U ovom radu konkretno nisu analizirane pojedinačne morfološko antropometrijske mjere, već je utvrđena povezanost između komponenti somatotipa i pojedinih mjera fizičkog fitnesa. Ektomorfna komponenta je bila relativno visoko povezana samo s mjerama agilnosti kod dječaka i mjerama fleksibilnosti kod djevojčica (negativni utjecaj ektomorfne komponente na fleksibilnost i agilnost). Umjerena povezanost vidi se kod korelacije ektomorfne komponente sa skokom u dalj s mjesta i testom aerobne izdržljivosti te fleksibilnosti kod dječaka. U svakom slučaju radi se o korelacijama koje su bitno veće nego što smo ih mi dobili u ovom radu, premda je u radu Raudseppa i Jurimae korišten svojevrstan indeks morfološke građe jer se somatotipske karakteristike mogu smatrati upravo takvim pokazateljem. Svi radovi koji su dosada diskutirani ustvari su potvrda ideja da rast tjelesnih duljina i uopće dimenzija visine puno više utječu na tjelesni fitnes u pred pubertetu i ranom djetinjstvu nego u odmaklom pubertetu kojeg smo imali prilike ovdje pratiti.

U mlađem uzrastu visina definira rast i razvoj koja dobrim dijelom definira i motoričku izvedbu te izdržljivost djece. Međutim, analizom dobivenih rezultata može se zaključiti kako u ovom uzrastu to više nije slučaj (Malina, Bouchard, & Bar-or, 2004.).

Djeca uzrasta 15. Do 18. godine su očigledno dosegnula određenu razinu rasta i razvoja te samim tim visina više nema primarnu ulogu utjecaja na fitnes status. Ovo je u skladu i s relativno dobro definiram trendovima - krivuljama rasta i razvoja kod djece.

Slika 28

Prikaz krivulje rasta i tjelesne težine kod djece od rođenja do 18. godine



Kod predškolske djece visina dosta determinira uspješnost motoričke izvedbe. Ko je viši taj je u pravilu postizao bolje rezultate u motoričkim aktivnostima (Jurimaei sur., 2009.). Jurimae i sur. 2009. godine su istraživali odnose između antropometrijskih karakteristika i stiska šake kod djece dobi od

8. do 11. godine. Autori su zaključili kako je tjelesna visina najbolji prediktor stiska šake (objašnjava se čak 76,1% zajedničke varijance). Kožni nabori, kao mjera potkožnog masnog tkiva, nisu pokazali statistički značajnu povezanost; ni pozitivnu, ni negativnu; s varijablom stisak šake.

Kada dijete dođe u srednju škole utjecaj visine kao takav evidentno prestaje. Primjerice u radu Zenić i sur. (2011.) zaključili su kako u srednjoškolskom uzrastu, kod nekih motoričkih sposobnosti, tjelesna visina ima velik utjecaj dok kod drugih ima mali ili nikakav utjecaj. Tako tjelesna visina ima značajan utjecaj na test skok u dalj i pretklon trupa. Vrlo mali ili nikakav utjecaj tjelesna visina ima na testove F6, poligon natraške i izdržaj u visu zgibom. Dakle, moguće da postoji utjecaj tjelesne visine na neke specifične motoričke manifestacije kao što su primjerice fleksibilnost ili koordinacija (Sekulić D, 2007). Međutim, u ovom radu specifične motoričke manifestacije se ne promatraju same za sebe već zajedno tvore fitnes indeks. Očigledno, izračunom fitnes indeksa utjecaj tjelesne visine na fitnes status se gubi.

Generalno visina se ne može definirati kao značajan prediktor fitnes indeksa jer na neke varijable utječe pozitivno na neke negativno. Samim izračunavanjem, fitnes indeksa se gubi jedan određeni dio varijance svakog pojedinog motoričkog faktora koji se nalazi unutar fitnes indeksa i to onda samo po sebi smanjuje mogućnost da se dokaže bilo pozitivnog bilo negativnog utjecaja visine na ovu izvedenicu ukupnog fitnes statusa.

Uvidom u dosadašnja istraživanja, primjetno je da se zavisnost između morfoloških i motoričkih varijabli ponekad ne može objasniti isključivo linearnim modelom, već se ''prava'' povezanost između varijabli treba provjeriti i nelinearnim statističkim procedurama. U pravilu, kada se linearnim modelom ne dobije značajnost autori rijetko razmatraju mogućnost da su primijenili neadekvatan regresijski model ili pokušavaju značajnu predikciju ostvariti kroz multivarijatne metode. Međutim dosadašnja istraživanja, koja su ispitivala linearne i nelinearne modele, ustvari ukazuju na potrebu drugačijeg pristupa. Primjerice, Sekulić i sur. (Sekulic, Zenic, & Zubcevic, 2007.) pokušali su utvrditi značajnost i karakter linearnih i nelinearnih relacija između antropometrijskih prediktora i plivačkih sposobnosti (kriterij). Utvrdili su, između ostalog, da je nelinearnim statističkim procedurama utvrđena bolja povezanost između tjelesne visine, tjelesne težine, indeksa tjelesne mase(prediktorske varijable) i plivanja na 400 metara (kriterijska varijabla). Linearnom regresijskom analizom nije utvrđena statistički značajna povezanost između indeksa tjelesne mase i plivanja. Statistički značajna povezanost između istih varijabli utvrđena je nelinearnim statističkim procedurama. Analizom dobivenih rezultata autori su zaključili kako nelinearne regresije omogućavaju definiranje prave logike povezanosti između varijabli.

Međutim, u slučaju ovdje prezentiranog istraživanja ni kroz nelinearni model nije se uspio dobiti značajan utjecaj tjelesne visine na fitnes indeks (što je vidljivo iz slika 6, 12, 18 i 23). Slike, odnosno grafički prikaz ustvari pokazuje da je nelinearna korelacija objasnila gotovo istu količinu zajedničke varijance kao i linearna korelacija. Pokazalo se da u ovom slučaju nije prisutna ona greška koja se inače radi kada se upotrebljavaju samo linearni modeli. Iz gore navedenog može se zaključiti da tjelesna visina ne determinira fitnes status te da se ne radi o grešci primjene modela.

Prema Malini (Malinai sur., 2004.) rast djeteta se može podijeliti na nekoliko faza. Faze ubrzanog i usporenog rasta se izmjenjuju tijekom odrastanja tako da rast djeteta karakterizira najveći prirast tjelesne težine (faze ubrzanog rasta) tijekom prvih godina života i u pubertetu. Kronološki to predstavlja razdoblje od 11. do 14. godine za djevojčice, odnosno 13. do 16. godine za dječake. Razdoblje koje je obuhvaćeno ovim istraživanjem predstavlja faza usporenog rasta. Primjetno je da nakon što je prošao ovaj prvi dio ubrzanog rasta i razvoja, u ovom periodu (17 godina) tjelesna visina relativno stagnira u odnosu na neke druge periode – raste, ali ne toliko intenzivno. U ovom periodu se ispitanici bitnije ne difrerenciraju u tjelesnoj visini (ne radi se o periodu u kojem je izražen prirast u visinu) pa samim tim ni tjelesna visina ne utječe u konačnici na sami fitnes indeks. U fazi puberteta,kod kojeg je izraženi prirast tjelesne visine, vrlo vjerojatno bi tjelesna visina mogla imati statistički značajan utjecaj na motoričku izvedbu (Katzmarzyk, Malina, & Beunen, 1997.) . Iz daljnje diskusije vidjet će se kakav utjecaj ima tjelesna težina i indeks tjelesne mase na fitnes indeks.
Najzanimljiviji dio ove diskusije svodi se na usporedbe koeficijenata korelacije kod tjelesne visine i fitnes indeksa kod različitih uzrasta (15g, 16g, 17g, 18g).

Linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa u 15. godini je 0,115. U 16. godini linearni koeficijent korelacije iznosi 0,030. U 17. godini linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa iznosi 0,006 te u 18. godini linearni koeficijent korelacije iznosi 0,013.

Nelinearne zavisnosti, kao takve, nešto su veće te u petnaestoj godini iznose 0.117, u šesnaestoj godini iznosi 0,037, u sedamnaestoj godini iznosi 0,076, te u osamnaestoj godini iznosi 0,059.

Međutim taj trend govori upravo u prilog onoj diskusiji koja je prije ponuđena i koja se tiče utjecaja tjelesne visine na fitnes indeks u pojedinim fazama rasta i razvoja. Ukratko, radi se o tome da će tjelesna visina utjecati na fitnes status motoričke sposobnosti i funkcionalne sposobnosti u periodima u kojima postoje, među ispitanicima iste kronološke dobi, izrazite diferencijacije u pojedinim morfološkim varijablama. Znači gdje postoji velika razlika u morfološkim varijablama postoji mogućnost da kod te djece postoji veći utjecaj te morfološke varijable na fitnes status. Ovdje se potvrdilo kako je faza ubrzanog rasta i razvoja završila sa 15. godinom. U svakom slučaju, u 15. godini možda se očekuju neki minimalni utjecaji te faze i koeficijent korelacije je 0,115. Međutim

u narednoj godini, u dobi od 16 godina, javlja se izraziti pad te korelacija iznosi 0,030. Ovo je faza koja praktički ne odgovara nikakvom ubrzanom rastu i razvoju. Prirast u visinu se ne javlja. Logično je očekivati u slijedećoj godini, kad još uvijek traje faza stagnacije, da će koeficijent korelacije biti još manji. To se upravo potvrdilo, koeficijent korelacije između tjelesne visine i fitnes indeksa kod 17-godišnjaka iznosi 0,006, Takav trend se nastavlja i u 18. godini, kod koje je koeficijent korelacije iznosi 0,013. U ovom uzrastu dolazi do blagog prirasta koeficijenta korelacije između tjelesne visine i fitnes indeksa. Naravno ni u ovom uzrastu taj koeficijent nije statistički značajan, opisuje vrlo malu količinu zajedničke varijance (R^2=0,001), te je i numerički bitno manji nego u uzrastu 15-godišnjaka (R= 0,115) kod kojeg također nije utvrđena statistički značajna povezanost. Ovo je ustvari izravna potvrda diskusije s početka poglavlja u kojem se govorilo da u ovom periodu neće biti utjecaja tjelesne visine u onolikoj mjeri koliko tjelesna visina utječe na rezultat u periodima kad je ona izrazito u prirastu (Katzmarzyki sur., 1997.).

Dakle, ostaje za zaključiti kako je tjelesna visina relativno slab prediktor fitnes indeksa koji je izračunat kao linearna kombinacija varijabli za procjenu motoričko funkcionalnog statusa u ovom radu. Ova zavisnost gotovo se uopće ne mijenja od 15. do 18. godine te nisu utvrđene ni linearne, ni nelinearne povezanosti između tjelesne visine kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterijske varijable. Razlozi za to, vrlo vjerojatno su sljedeći:

Prvo, tjelesna visina u ovom uzrastu relativno stagnira i nije pokazatelj stupnja rasta i razvoja kao što je to slučaj u uzrastima prije 15 godine. Samim tim tjelesna visina nema onakav utjecaj na motoričke i funkcionalne izvedbe kao što ima u prethodnim uzrastima, a što je potvrđeno prethodnim istraživanjima (Malinai sur., 2004.; Jurimae, Hurbo, & Jurimae, 2009.).

U daljnjim istraživanjima bilo bi interesantno pogledati utjecaj tjelesne visine u naredne dvije godine (19. i 20. godina) s obzirom da je poznato kako praktički u tom uzrastu prestaje rast tijela u visinu.

Drugi razlog za izostanak značajne povezanosti tjelesne visine i fitnes indeksa u svim analiziranim dobnim skupinama treba se vjerojatno tražiti u činjenici da je fitnes indeks sam po sebi linearna kombinacija različitih motoričkih manifestacija u kojima, hipotetski, visina može imati pozitivan ili negativan utjecaj. Tako se može očekivati da u nekim motoričkim manifestacijama, koje su analizirane u ovom radu, tjelesna visinama izrazito negativan utjecaj (izdržaj u visu zgibom) s obzirom da duljine tjelesnih segmenata u tom slučaju predstavljaju otežavajući faktor. U nekim drugim motoričkim manifestacijama, primjerice F6, tjelesna visina mogla bi biti pozitivan prediktor, a s obzirom da određuje duljinu koraka pa samim tim i moguće lakše savladavanje udaljenosti. Kao što je već rečeno fitnes indeks je kombinacija svih ovih varijabli i vrlo vjerojatno iz tog razlog tjelesna visina nije značajno korelirani ni u jednom od analiziranih uzrasta. U kombinaciji gore navedenih

razloga treba se vrlo vjerojatno tražiti razlog što se tjelesna visina pokazala kao najlošiji prediktor fitnes indeksa od ovdje analiziranih morfoloških varijabli.

8.2 Tjelesna težina kao prediktor fitnes indeksa kod dječaka od 15. do 18. godine

Težinom se dugo vremena pokušavao predstaviti stupanj razvoja djeteta (Ismail i sur. 1965…) . Tjelesna težina je pratila tjelesnu visinu.Onoliko koliko je osoba bila teška toliko je dijete, adekvatno, bilo i visoko. U povijesti je bilo važnije da je dijete nešto teže od prosjeka nego lakše jer se s viškom tjelesne težine predstavljala mišićna masa, dok se manjkom tjelesne težine predstavljala neuhranjenost. U pravilu kod praćenja tjelesne težine, kao jedne od morfoloških mjera, dobra osobina je bila višak tjelesne težine te se kao takva predstavljala kao mišićna masa. Niža tjelesna težina povlačila je za sobom i manju mišićnu masu te je s aspekta motoričke izvedbe polučivala lošije rezultate. U zadnjih 30-tak godina stanje se drastično mijenja, tako da višak tjelesne mase ne nosi sa sobom nužno i ''dobre'' stvari što se tiče samog utjecaja tjelesne mase na motoričku izvedbu. Prema podatcima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO)broj pretilih osoba se od 1980. godine udvostručio. 65% svjetske populacije živi u zemljama kod kojih pretilost izaziva više smrtnih slučajeva nego pothranjenost.

U svezi sa tim, starija istraživanja pokazala su kako je tjelesna težina prije bila puno bolji prediktor fitnes statusa, nego što je to danas slučaj bez obzira o kojim se motoričko- funkcionalnim sposobnostima radi.

Trend utjecaja tjelesne težine na motoričko – funkcionalni status je manji nego što je to bilo prije.Razlog vjerojatno leži u činjenici da ispitanici, koji su bili lijevo orijentirani na krivulj,i su bile osobe s manjom mišićnom masom, a oni koji su bili desno na krivulji su bili ljudi s većom mišićnom masom ili jednostavnije - uhranjeni i neuhranjeni. Količina potkožnog masnog tkiva nije bila toliko velika da bi predstavljala balastnu masu za razliku koliki bi bio dobitak kroz mišićno tkivo, što danas nije slučaj ((Ghosh, 2010.; Pyrzak, Wisniewska, Popko, Demkow, & Kucharska, 2010.; Stubbs & Achat, 2009.). Utjecaj tjelesne težine na fitnes status danas i prije 40- tak godina je vrlo vjerojatno suprotan. Danas je tjelesna težina vrlo vjerojatno negativni prediktor fitnes indeksa, dok je prije tjelesna težina bila pozitivni prediktor fitnes statusa bez obzira o kojim se varijablama radi. U ovom slučaju se pokazuje ispravnost primjene nelinearnih modela koji su ovdje korišteni, zato što nelinearni model pokazuje pravu zavisnost tjelesne mase na fitnes status.

Kod 15-godišnjaka linearni model je postigao statističku značajnost, ali nelinearnim modelom tjelesne težine kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterija objašnjeno je tri puta više varijanci, nego linearnim modelom. Upravo iz ovog razloga postaje jasno kako je primjena nelinearnog modela u uzrastima, kao što je pubertetski uzrast, jedini ispravni metodološki način definiranja morfološko - motoričkih zavisnosti. Jedna od potvrda ove tvrdnje vidljiva je u grafičkim prikazima koji su prikazani u slikama 7 i 8.

Iz grafičkog prikaza povezanosti između tjelesne težine i fitnes indeksa u slici 7 gdje je prikazan linearni model, odnosno linearna zavisnost, moglo bi se jednoznačno zaključiti kako veća tjelesna težina definira lošiji fitnes status bez obzira što se radi o malom koeficijentu korelacije.Sam smjer i izgled regresijskog pravca ukazuje na to da veća tjelesna težina predstavlja negativan utjecaj na fitnes status. Da se u ovom slučaju dodatno nije radila i nelinearna statistička obrada to bi mogao biti jedini zaključak koji bi mogli iznijeti. Međutim nelinearnom obradom dobivena je jasna slika o pozitivnom utjecaju tjelesne težine na fitnes status kod ispitanika vrlo niske do prosječne tjelesne težine i negativnog utjecaja prirasta tjelesne težine kod ispitanika od prosječne do prekomjerne tjelesne težine. Dakle, tjelesna težina u prvom dijelu utječe pozitivno na fitnes status, dok u drugom dijelu utječe negativno na fitnes status kod 15-godišnjaka. Takav zaključak je u biti i logičan.Prirast tjelesne mase kod ispodprosječnih vrijednosti tjelesne težine predstavlja prirast mišićne mase dok prirast tjelesne težine kod iznad prosječnih rezultata predstavlja prirast masne mase (Chan, Choi, Kong, Sung, & Nelson, 2010.; Kobayashi & Kobayashi, 2006.; Tanofsky-Kraffi sur., 2009.). Takva istraživanja su neizravna potvrda tvrdnji koje su prethodno iznesene.

Dolazi li do promjena utjecaja tjelesne težine na fitnes status kako odmiče rast i razvoj dječaka od 15. do 18. godine života? Prema podacima dobiven ovim istraživanjem , izgleda da dolazi do promjena utjecaja tjelesne težine na fitnes status. U 16. godini zavisnost tjelesne težine i fitnes statusa u osnovi je potpuno nelinearna.Naime linearni model objašnjava 1% varijance, dok nelinearni model objašnjava čak 7 puta više zajedničke varijance, nego linearni model. U ovom slučaju linearni model čak nije niti statistički značajan, iako je to bilo teško za očekivati s obzirom na veliki broj ispitanika, već je isključivo samo nelinearni model dostigao statističku značajnost. Premda je objašnjena relativno mala količina zajedničke varijance od 6,6%, slučaj u kojem linearna zavisnost nije značajna, a nelinearna jest, zaslužuje posebnu pozornost. Iz grafičkog prikaza koji je prikazan u slici 14 vidljivo je kako se radi o izraženo paraboličnoj krivulji koja ukazuje izuzetno izražen negativni utjecaj prekomjerne tjelesne težine na motoričko- funkcionalnu izvedbu, odnosno na fitnes indeks.

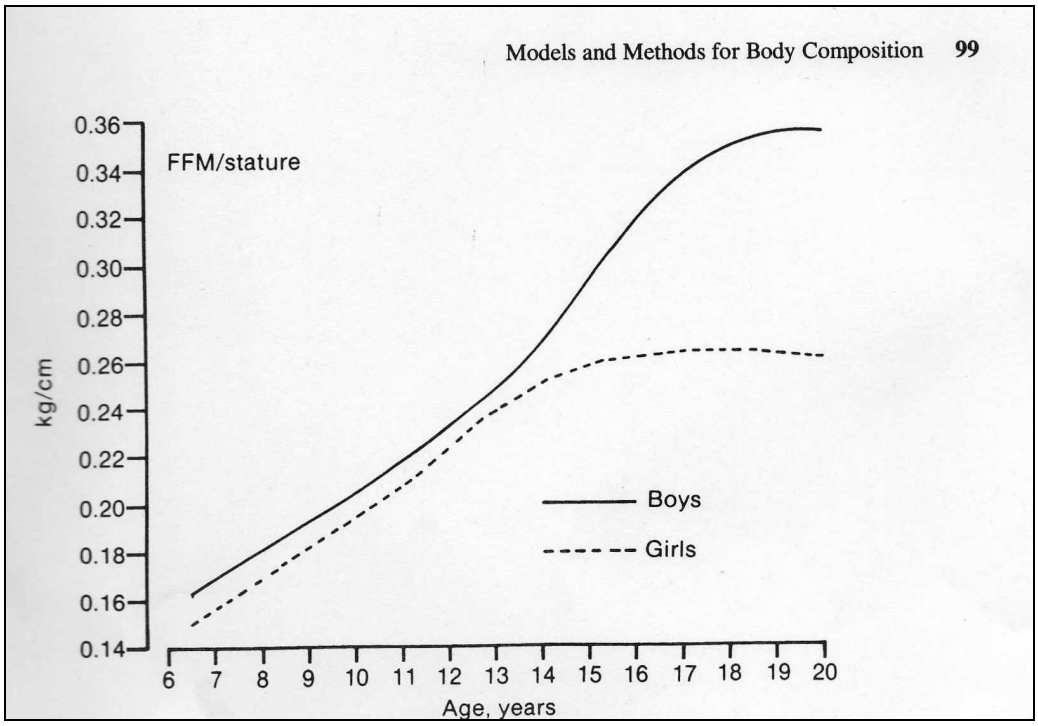
Ovakav slučaj u kojem je morfološki prediktor isključivo nelinearno povezan s kriterijem relativno se rijetko javlja u istraživanjima koja se bave paralelnim provjeravanjem linearnih i nelinearnih modela.

Sekulić i sur. (Sekulic, Viskic-Stalec, & Rausavljevic, 2003.), na uzorku od 69 žena (prosječne dobi 21,4 godine), utvrđivali su odnose, korelacije, između antropoloških i motoričko- funkcionalnih varijabli i varijabli za procjenu psiho- fizičke reakcije na opterećenje koje je uvjetovano vježbanjem hi-lo i step aerobike. Analiza podataka obrađena je linearnim i nelinearnim statističkim procedurama. Zaključeno je da u nekim slučajevima nelinearni statistički korelacijski modeli bolje objašnjavaju odnose između varijabli tako je dobiveno da nelinearne statističke procedure puno

bolje opisuju zavisnosti kod step aerobike između laktata i masnog tkiva, laktata i ritma, laktata i tehničke izvedbe. Kod svih navedenih zavisnosti ustanovljena je statistički značajna nelinearna zavisnost između varijabli, dok linearna zavisnost nije dosegnula statističku značajnost. Nadalje, Sekulić i sur. Sekulic, Zenic, & Markovic, 2005., godine ustanovili su istu prirodu zavisnost kod odnosa između indeksa tjelesne mase i sklekova, indeksa tjelesne mase i pretklona trupa, i tjelesne težine, i skoka u vis. Sve navedene nelinearne relacije karakterizira definirana izrazito parabolična funkcija koja opisuje zavisnosti između kriterijske i prediktorske varijable. Do zanimljivih podataka došlo se i u radu Zenić i sur. 2011. gdje je na uzorku djece srednjoškolskog uzrasta ustanovljena statistički značajna nelinearna zavisnost između tjelesne težine kao kriterijske varijable i skoka u dalj te poligona natraške kao prediktorskih varijabli. iste zavisnosti ustanovljene su i između kožnog nabora nadlaktice (kriterij) i skoka u vis te poligona natraške (prediktori). Kod svih navedenih zavisnosti nije ustanovljena statistički značajna zavisnost između navedenih varijabli. Na osnovu rezultata iz prezentiranih radova može se zaključiti kako se kod zavisnosti između kriterijske i prediktorske varijable kod kojih je samo nelinearna funkcija dosegla statističku značajnost, javlja parabolična krivulja koja ukazuje na situaciju da je opravdano za očekivati da oblaci ispitanika s lijeve i desne strane krivulje postižu jednako dobre ili jednako loše rezultate (obično loše),ali pod uvjetom da su jednako udaljeni od tjemena parabole. Ispitanici su s prosječno razvijenih osobinoa ili karakteristika po pitanju prediktora te se kod ovih ispitanika mogu očekivati dobri rezultati na kriterijskoj varijabli.

Slika 29

Prikaz prirasta bezmasne mase u pojedinim fazama rasta i razvoja (Malinai sur., 2004.)



U slici 29 je prikazan graf iz kojeg se vidi prirast bezmasne mase u kilogramima po centimetru tjelesne visine u pojedinim godinama rasta i razvoja. Kao što je vidljivo i iz grafa djeca u 16. godini života su već trebala dobiti određenu količinu mišićne mase. Djeca koja nisu ostvarila dovoljan prirast mišićne mase vjerojatno se mogu svrstati u grupu astenične populacije, dok se kod djece kod koje je prirast mišićne mase bitno manji od prirasta masne mase, mogu svrstati u grupu pretile populacije. Potvrda zaključka koji je prije iznesen, da će djeca s nedovoljnom ili prekomjernom tjelesnom težinom postizati lošije rezultate u motoričko-funkcionalnom statusu , može se iščitati i iz gore prezentiranog grafa.

U 17. godini se još više povećava utjecaj tjelesne težine na fitnes indeks i djeca se, već izrazito razlikuju po količini mišićne mase. Karakteristika ovog uzrasta je u tome da se djeca mogu podijeliti na djecu čija je tjelesna težina rezultat veće količine mišićnog tkiva i na djecu čija je tjelesna težina rezultat veće količine masnog tkiva. Kod onih ispitanika kod kojih je struktura zasićena mišićnim tkivom mogu se očekivati dobri rezultati na kriterijskoj varijabli u ovom slučaju na fitnes indeksu. U tom smislu treba primijetiti kako koeficijent nelinearne korelacije izrazito raste (R=0,273) i objašnjava se relativno dobro količina zajedničke varijance (7,4%) jer to upravo objašnjava da onaj vrh krivulje postiže dobre rezultate, a da ispitanici koji se nalaze lijevo i desno od vrha ''otpadaju ''

kao takvi. Situacija se ne mijenja bitno između 17. i 18. godine što je i bilo za očekivati ako uzmemo u obzir činjenicu da je proces puberteta u kojem se događaju najveće promjene pri kraju.S druge strane radi se o ispitanicima koji u pravilu nisu aktivni sportaši pa samim tim nije ni moglo doći do prirasta mišićne mase ili redukcije potkožnog masnog tkiva uvjetovanog trenažnim procesom.

Linearni statistički modeli očito nisu dovoljno dobri da bi se objasnila prava priroda zavisnost između morfoloških varijabli i nekih motoričko-funkcionalnih kriterija. U ovom slučaju kod zavisnosti tjelesne mase i fitnes indeksa još jednom se potvrdila ispravnost primjene nelinearnih statističkih procedura za objašnjavanje zavisnosti između morfoloških karakteristika kao prediktora i motoričko – funkcionalnog statusa, kao kriterija, kao što je i zagovarano u ovom radu.

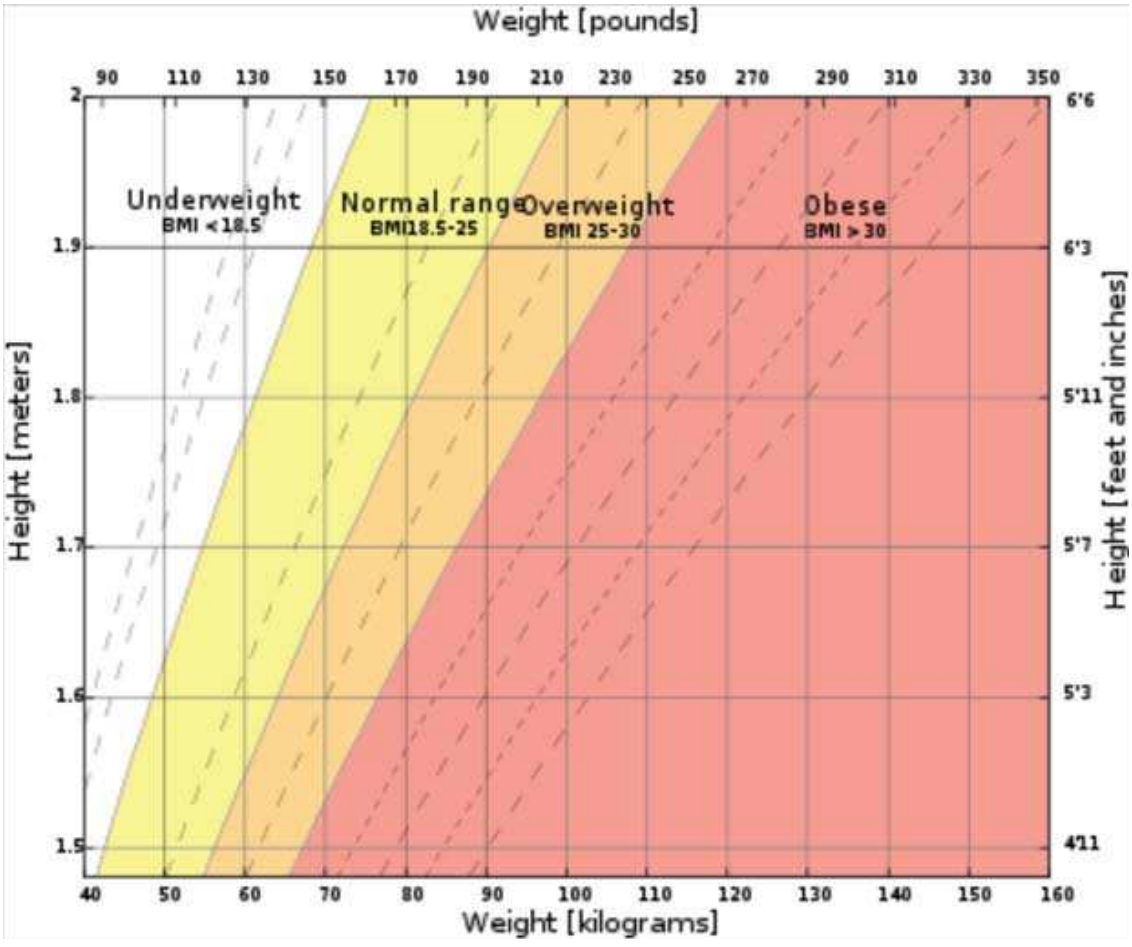
Iz prethodno diskutiranih rezultata može se zaključiti kako tjelesna visina ima određeni utjecaj na fitnes indeks. Međutim, u interpretaciji i donošenju zaključaka po ovom pitanju treba definitivno voditi računa o tome kako je tjelesna težina danas puno češće pokazatelj pretilosti nego neuhranjenosti, a pogotovo ako se uzme u obzir da je analiziran uzorak ispitanika iz urbane sredine, odnosno iz grada Splita. Stoga je jasno kako tjelesna težina u većini slučajeva ima negativni utjecaj na sam fitnes indeks. (Chani sur., 2010.; Kobayashi & Kobayashi, 2006.; Tanofsky-Kraffi sur., 2009.Ipak treba se naglasiti kako tjelesna težina u većem broju slučajeva biva značajno nelinearno povezana s fitnes indeksom te se mora utvrditi kako nelinearna zavisnost opisuje pravu prirodu zavisnosti. Naime, premda u većini slučajeva od 15. do 18. godine tjelesna težina i fitnes indeks imaju i linearnu značajnu povezanost. Nelinearna zavisnost ustvari pokazuje pravu prirodu. Konkretno, postoje naznake da u lijevom dijelu distribucije rezultata tjelesne težine, a to u osnovi znači do prelomnice (15. godina – 65 kg; 16. godina – 70 kg; 17. godina – 75 kg; 18. godina – 75 kg) tjelesna težina ima vrlo mali ili nikakav utjecaj na fitnes indeks. Od navedenih prelomnica započinje izraziti negativni utjecaj prirasta tjelesne težine na fitnes indeks. Upravo u ovim podatcima treba se tražiti i prava logika povezanosti ovih varijabli jer se prelomnice u ovom slučaju trebaju tretirati kao kritične točke u kojima se treba posebno obraćati pozornost na ispitanike po pojedinim dobnim skupinama. Fitnes indeks sa svakim prirastom tjelesne težine počinje izrazito padati što ukazuje na mogućnost da se u perspektivi javlja izražena motorička insuficijencija koju će praktički biti jako teško ili nemoguće ispraviti. Najveća povezanost između tjelesne težine i fitnes indeksa uočena je u 15. godini te se ovaj uzrast treba tretirati kao kritična dob za prevenciju pretilosti. S obzirom na podatke koji su prethodno analizirani o malom utjecaju tjelesne visine na fitnes indeks, puno preciznija slika o utjecaju morfoloških parametara na fitnes indeks dobila se analizom povezanosti tjelesne težine s fitnes indeksom.

8.3 Indeks tjelesne mase (BMI) kao prediktor fitnes indeksa kod dječaka od 15. do 18. godine

Body mass indeks i ovakav način usporedbe težine i visine razradio je belgijski znanstvenik Adolphe Quetelet sredinom 19. stoljeća – zbog čega se BMI često naziva i Queteletov indeks. Prava primjena indeksa tjelesne mase započima u drugoj polovici prošlog stoljeća kada su znanstvenici ustanovili da tjelesna težina nije dobar pokazatelj stanja. Ancel Keys 1972. objavio je rad u časopisu Journal of Chronic Diseases pod nazivom Indices of relative weight and obesity u kojem je po prvi put primijenjen indeks tjelesne mase (Keys, Fidanza, Karvonen, Kimura, & Taylor, 1972.).

Slika 30

Grafički i tabelarni prikaz odnosa indeksa tjelesne mase i stupnja ''uhranjenosti'' (preuzeto s www. Wikipedia.org – prema WHO)



BMI	Klasifikacija
<20	Pothranjenost
20 - 25	Idealna težina
25 - 30	Prekomjerna tjelesna masa
>30	Pretilost

Iz slike 30 se mogu iščitati vrijednosti indeksa tjelesne mase te pomoću tih vrijednosti klasificirati ispitanike s obzirom na stupanj uhranjenosti. Prema ovim kvalifikacijama, koje je odredila svjetska zdravstvena organizacija, primjetno je da se prekomjerna težina i pretilost određuje s vrijednošću indeksa tjelesne mase većim od 25.

Indeks tjelesne mase , generalno, se pokazao kao najbolji prediktor fitnes indeksa od svih ovdje analiziranih morfoloških mjera. Tako linearna povezanost indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa kreće se od 0,14 do 2,71 što determinira od 2% do 7,4% zajedničke varijance. U pravilu, interesantno je da je indeks tjelesne mase u svim uzrastima i linearno i nelinearno redovito najbolji prediktor i što je najvažnije da nelinearna predikcija gotovo uvijek podrazumijeva puno veći postotak objašnjene varijance nego linearna. Tako primjerice, nelinearni model u 15. godini objašnjava 2,5 puta više zajedničke varijance (7,4% naprema 18,9%), u 16. godini nelinearna kombinacija objašnjava 3 puta više zajedničke varijance (1,9% naprema 6,5%), u 17. godini nelinearni model objašnjava 1,5 puta više zajedničke varijance (4,2% naprema 6%) i u konačnici u 18.godini nelinearne statističke procedure objašnjavaju skoro 2 puta više zajedničke varijance (5,3% naprema 9,2%). Indeks tjelesna mase se i u dosadašnjim istraživanjima pokazao kao dobar prediktor. Konkretno, autori Huang. V., i Malina. M., u svom radu iz 2007. godine, na uzorku od 102765 (50940 ž i 51825 m) ispitanika i ispitanica u dobi od 9. do 18. godine utvrđivali su povezanosti između body mass indeksa (BMI) i physical fitness indeksa (PFI). Kod obrade podataka ispitanici su bili podijeljeni po spolu i uzrastu. Podatci su obrađivani linearnim i nelinearnim statističkim procedurama. Autori su zaključili da su odnosi između BMI i PFI nelinearni. Nelinearnim pristupom se bolje objašnjava odnos između varijabli i mijenjaju se s godinama od djetinjstva do adolescencije.

Isti autori, Huang. V., i Malina. M. (2010.) utvrđivali su odnose između body mass indeksa i četiri varijable za procjenu motoričko-funkcionalnih sposobnosti. Dobivene podatke su obradili nelinearnim statističkim procedurama (non linear quadratic model) za svaku motoričko-

funkcionalnu varijablu u odnosu na BMI. Kod obrade podataka ispitanici su bili podijeljeni po spolu i uzrastu. Na osnovi tako obrađenih podataka autori su zaključili da odnos između BMI i testova za procjenu motoričko-funkcionalnih sposobnosti variraju ovisno o pojedinim testovima. Također, zaključili su da ispitanici s povišenim BMI postižu lošije rezultate u 3 testa za procjenu motoričko-funkcionalnih sposobnosti, izuzev testa za procjenu fleksibilnosti, u svim starosnim skupinama i kod oba spola.

Indeks tjelesne mase uključuje istovremeno i visinu i težinu. U samom motoričkom funkcioniranju taj odnos je izuzetno bitan. Nije dobro, primjerice, da je osoba visoka, a da ima manjak tjelesne težine (takav omjer upućuje na insuficijenciju mišićne mase). Također nije poželjno ni da je osoba relativno niska, a da je karakterizira višak tjelesne mase (takav omjer upućuje na pretilost – višak balastne mase). I jedan i drugi slučaj karakterizira limitirano motoričko-funkcionalno funkcioniranje. Indeks tjelesne mase (BMI) načinjen je s namjerom kako bi odredio standarde u omjerima između tjelesne visine i tjelesne težine. U nekim slučajevima je indeks tjelesne mase bio bolji prediktor nego što je to ovdje slučaj, a za takvo nešto postoje dva razloga.Takve studije su koristile čiste motoričke mjere, a ne fitnes indeks.Drugi razlog je što je ovo ipak uzrast koji je još uvijek u razvoju te se sa sigurnošću još uvijek ne može znati konačni odnos tjelesne težine i visine (podložan promjenama uvjetovanim rastom i razvojem). U istraživanju koje su proveli Lopes i sur. (Lopes, Stodden, Bianchi, Maia, & Rodrigues, 2011.) utvrđivali su povezanosti između indeksa tjelesne mase i koordinacije kod djece uzrasta od 6.do 14. godine. Iz dobivenih rezultata je primjetno kako je prisutan veliki raspon rezultata kojima se utvrđuje povezanost između indeksa tjelesne mase i koordinacije. Tako se raspon rezultata povezanosti kod djevojčica kreće od 0,16 do 0,44. Kod dječaka ta povezanost se kreće od 0,05 do 0,49. Najveća povezanost između indeksa tjelesne mase i koordinacije, kod oba spola, je u 11. godini. Zašto je došlo do toliko velikog raspona u rezultatima? Jedan od razloga se može tražiti u činjenici da je koordinacija najkompleksnija motorička sposobnost te kao takva u svojoj sastavnici sadrži veći broj elemenata koji utječu na samu izvedbu. U biti i fitnes indeks se ponaša slično kao koordinacija. Narušavanjem samo jedne od sastavnica i koordinacije i fitnes indeksa narušava se funkcioniranje cijelog sustava. U istraživanju Lopesa i suradnika podaci su obrađeni ''samo linearnim'' statističkim procedurama. S obzirom na sve već prodiskutirane rezultate, dobivene u ovoj doktorskoj disertaciji, za očekivati je da bi nelinearne statističke procedure utvrdile kvalitetnije povezanosti između indeksa tjelesne mase i koordinacije. Još jedan od razloga lošijih povezanost može se tražiti u činjenici da, s obzirom na veličinu uzorka (N=7175), podatke je vjerojatno prikupljalo više mjerilaca. U već navedenom istraživanju, Huian i Malina (2010.) na također velikom uzorku (N=102765) utvrđivali su povezanosti

između indeksa tjelesne mase i pojedinačnih motoričkih varijabli. Povezanost između navedenih varijabli ni u ovom slučaju bitno ne odstupa od povezanosti koje su se utvrdile ovim našim istraživanjem, iako su autori koristili pojedinačne motoričke sposobnosti u izračunima. Tako primjerice, u uzrastu od 16.do 18. godine, povezanost između indeksa tjelesne mase i pretklona trupa iznosi 0,15 (kod Huang i Malina). Povezanost između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa u istom godištu, u doktorskoj disertaciji, iznosi od 0,246 do 0,304, ovisno o godinama ispitanika. Jedan od razloga zašto su autori (Huang i Malina), dobili manje povezanosti zasigurno leži u činjenici da je greška mjerenja, s obzirom na veličinu uzorka i broj mjeritelja, utjecala na konačne rezultate. Iako se kondenzacijom rezultata u fitnesu gubi dio varijance, očito je da se puno veće greške javljaju kada podatke prikuplja više mjeritelja neovisno koliko dobro oni bili uvježbani i usklađeni. Konačno, jedino dostupno istraživanje s kojim se mogu raditi preciznije usporedbe je istraživanje Zenić i sur. 2011. U tom istraživanju podatke je prikupio jedan mjeritelj. Uzrast ispitanika je od 14. do 16. godine te su podtaci obrađeni linearnim i nelinearnim statističkim procedurama. Povezanosti koje su utvrđene (Kod Zenić i sur.) u pravilu su nešto veće nego u našem istraživanju. S obzirom da se u doktorskoj disertaciji utvrđivala povezanost s fitnes indeksom, koji predstavlja linearnu kombinaciju nekoliko motoričko funkcionalnih varijabli , za očekivat je bilo da će te povezanosti biti nešto slabijeg intenziteta. Naime, kao što je već nekoliko puta spomenuto izračunom fitnes indeksa se gubi određeni dio varijance, tako da se na takav način gubi dio informacija o pojedinim sposobnostima. Kako testovi ni u jednom od ovih istraživanja nisu provedeni u laboratorijskim uvjetima, zasigurno se javlja greška mjerenja. Kada mjerenje vrši samo jedan mjeritelj greška mjerenja bi trebala biti bitno manja nego kada je u postupak mjerenja uključen veći broj mjeritelja. Ako se kod jedinog ispitivača i pojavi greška prilikom mjerenja, pretpostavka je da će se takva greška javljati kod svih ispitanika tako da ona ne bi trebala bitno utjecati na same rezultate.

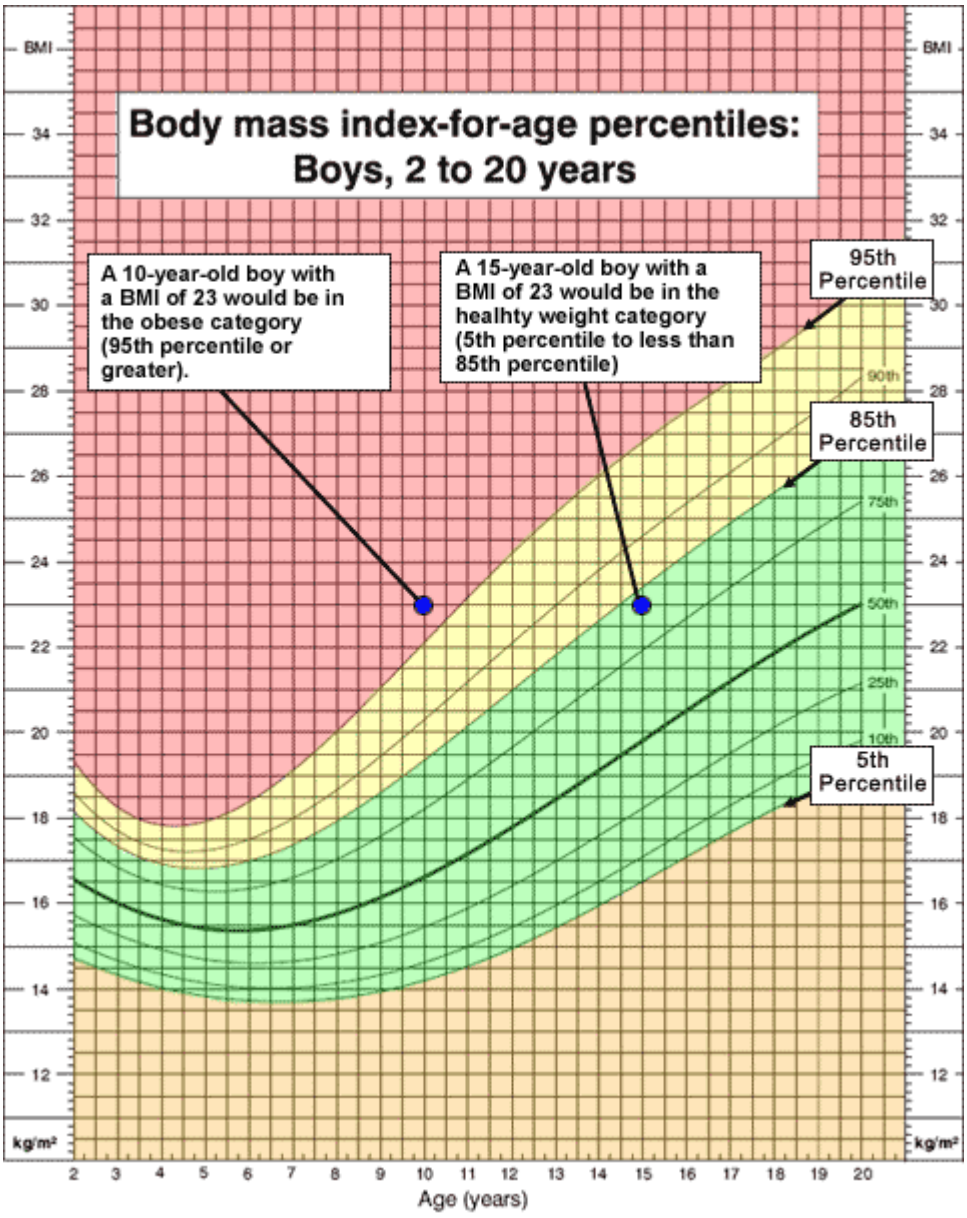
U ovakvim uzrastima indeks tjelesne mase (''čista'' brojčana vrijednost) se ne uzima kao prava mjera odnosa tjelesne težine i visine, već se izračunava kao odstupanje od idealne vrijednosti (percentili) zasebno za svaki uzrast. Međutim ,kako je trend ranijeg sazrijevanja djece sve više prisutan tako se indeks tjelesne mase kao mjera vjerojatno može i ranije primjenjivati. Najveća povezanost je u 15. godini.U 16. i 17. godini se ona smanjuje,a u 18. godini ponovno dolazi do povećanja povezanosti te se može očekivati da će se u 19. godini, na kraju srednjoškolskog obrazovanja, ta povezanost nadalje povećavati i vjerojatno poprimiti maksimalne – realne vrijednosti. Razlozi zbog kojih se najveća povezanost javlja u 15. godine vjerojatno leže u činjenici da se u 15. godini javlja najhomogeniziranija struktura motoričkog status, pa je samim tim i povezanost najveća.U 16. godini ta struktura motoričkog prostora se jako rasipa. Dokaz ovoj tvrdnji su i grafički

prikazi koji su prikazani u slikama 1 i 2 te faktorska struktura fitnes indeksa kod koje je primjetno da u 16. godini struktura promatranih varijabli nije homogena, a što je vidljivo u tablici 8. U 17. i 18. godini ta povezanost unutar promatranog prostora ponovno jača. Zbog svega gore navedenog, ako se relativizira sami problem može se zaključiti da je fitnes indeks najbolji pokazatelj motoričko-funkcionalnog statusa u 15. godini. Razlog zašto motorička struktura u 16. godini nije tako homogena mogao bi se tražiti u zakonitostima rasta i razvoja, odnosno vjerojatno najvećoj razlici između kronološke i biološke dobi samih ispitanika ili još bolje rečeno prelomnici između ''djeteta'' i ''odraslog muškarca'' koja se može iščitati iz slike 28 koja predstavlja krivulju rasta i tjelesne težine kod djece i iz slike 29 kod koje je prikazan prirast bezmasne mase u pojedinim godinama života. Evidentno je da su u navedenoj godini te razlike najveće.

Slika 31

Prikaz krivulje indeksa tjelesne mase u različitim uzrastima

(preuzeto s http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm, National Health and Nutrition Examination Survey – prema WHO)



U slici 31 prikazan je grafički prikaz indeksa tjelesne mase za uzrast od 2. do 20. godine. Pomoću ovih krivulja se određuje status djeteta s aspekta pretilosti ili neuhranjenosti. Naime kako je rast i razvoj još uvijek u tijeku, pravo stanje, sa zdravstvenog aspekta, se određuje iščitavajući graf pomoću percentila. Tako primjerice; za djecu koja se nalaze ispod 5 percentila, može se dijagnosticirati da su pothranjeni, dok za djecu čije se vrijednosti indeksa tjelesne mase nalaze između 85 i 95 percentila; može ustanoviti da su pretili. U našem slučaju, iako se radi o djeci između 15. i 18. godine, neće se

upotrebljavati ove krivulje jer cilj rada nije ni bio utvrditi stupanj pretilosti ili neuhranjenosti kod djece. Nadalje, istraživanja se dokazala da indeks tjelesne mase nije dobar pokazatelj stupnja pretilosti kod sportaša (Jonnalagadda i sur. 2004., Witt i sur. 2005., te Odde i sur. 2007., Mazić i sur. 2009.). U našem slučaju radi se o slučajnom uzorku ispitanika, učenika srednje tehničke četverogodišnje škole, tako da se gore navedeni zaključak dobiven u navedenim znanstvenim radovima, ne može primjenjivati.

Kod 15-godišnjaka linearna zavisnost između indeksa tjelesne težine i fitnes indeksa izgleda vrlo jasna i jednoznačno je određena. Iz slike 9 se može iščitat kako veća vrijednost indeksa tjelesne težine implicira manji fitnes indeks. I u ovom slučaju nelinearna povezanost puno bolje objašnjava zavisnosti između ove dvije varijable. Nelinearnim načinom objašnjena je puno veća količina zajedničke varijance (18,9% naprema 7,4%). Ne radi se o problemu malog indeksa tjelesne težine, već se radi o problemu velikog indeksa tjelesne težine. Kritična točka vrijednosti indeksa tjelesne težine za ovu dob ispitanika, koja je vidljiva u slici 10, iznosi 23 . Ispitanici čija vrijednost indeksa tjelesne mase iznosi 23 i više postižu lošije rezultate u fitnes indeksu. Ovaj podatak odstupa od podatka svjetske zdravstvene organizacije (WHO) koja kaže da kritična vrijednost indeksa tjelesne težine iznosi 25. Doduše, WHO ovaj podakat povezuje sa zdravstvenim stanjem ispitanika. Međutim mišljenje autora ovog rada je da je „zdravstveno stanje“ određeno „fitnes stanjem“ te da bi u kineziologiji trebalo pratiti ovo drugo stanje ukoliko se želi djelovati na zdravstvenu prevenciju. Moguće je da je ovo jedan od važnijih zaključaka cijele ove studije, ako se ovakvi rezultati determiniraju i u narednim uzrastima tada ćemo doći do novih spoznaja važnih za funkcioniranje ljudskog organizma. Naime sa zdravstvenog gledišta, vrlo važno je uočiti kritičnu točku u kojoj dolazi do opadanja motoričko – funkcionalnih sposobnosti uvjetovanih prekomjernom težinom. Jasno je da s vrijednošću indeksa tjelesne mase od 23 započinje negativna povezanost s fitnes indeksom. Iz slike 10 je primjetno kada bismo tražili ispitanike čija je vrijednost indeksa tjelesne mase 25 i viša, te tek tada dijagnosticirali prekomjernu težinu koja uvjetuje lošije rezultate u motoričko –funkcionalnom statusu napravili bismo veliku pogrešku.

Linearna zavisnost između indeksa tjelesne težine i fitnes indeksa kod 16-godišnjaka je minimalno značajna uz 1.9% objašnjene zajedničke varijance. Nelinearna zavisnost ponovno pokazuje pravu zavisnost između ovih varijabli uz 6,5% objašnjene zajedničke varijance. Iz slike 16 vidljivo je kako kritična točka vrijednosti indeksa tjelesne težine, točka nakon koje dolazi do rapidnog opadanja motoričko – funkcionalnih sposobnosti uvjetovanih prekomjernom težinom, iznosi 22. U ovom uzrastu opadanje sposobnosti, uvjetovanih balansnom masom, se događa ranije, nego što je to bio slučaj s 15-godišnjacima.

Kod 17-godišnjaka i 18-godišnjaka i linearna, i nelinearna zavisnost je dosegla statističku značajnost. Nelinearna zavisnost i u ovom slučaju bolje opisuje odnose između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa. Primjetno je da kritična točka opadanja sposobnosti uvjetovanog indeksom tjelesne mase, u ovim uzrastima, se pomiče još više ulijevo te u ovom slučaju kritična vrijednost indeksa tjelesne mase iznosi nešto manje od 22. Iz grafova nelinearne povezanosti (slika 21 i slika 27) evidentno je kako ispitanici čija vrijednost indeksa tjelesne mase iznosi 24- 25 postižu ispod prosječne rezultate. Zasigurno ti loši rezultati u motoričko – funkcionalnom statusu uvjetovani su prekomjernom težinom. Vrlo važan i po svemu sudeći primarni cilj tjelesne i zdravstvene kulture u trećem i četvrtom razredu srednje škole, za djecu s povećanim indeksom tjelesne mase (22 i više), trebao bi biti redukcija potkožnog masnog tkiva. Motoričko – funkcionalna inferiornost, u tim uzrastima, u velikoj mjeri je uvjetovana prekomjernom tjelesnom težinom. Pravovremenim dijagnosticiranjem pravog stanja (utvrditi povišenu vrijednost BMI – 22 i više) te adekvatnim djelovanjem na rješavanje problema (redukcija tjelesne težine) zasigurno će doći i do boljih rezultata na fitnes indeksu.

Indeks tjelesne težine zasigurno je morfološka mjera (morfološki indeks) koji najbolje ukazuje fizičke performanse kod ispitanika koji su ovdje analizirani. Ovo je jednim dijelom bilo i očekivano s obzirom na prethode studije koje su vrlo slične povezanosti utvrdile u sličnim uzrastima ispitanika (Huang i Malina. 2010., Zenić i sur. 2011., Lopes i sur. 2011.) Tako utjecaj indeksa tjelesne mase na fitnes indeks se kreće od 0,25 do 0,43, odnosno u 15. godini – 0,43, u 16. godini – 0,25, u 17. godini – 0,24 i u 18. godini 0,30. Nelinearne povezanosti uvijek su bitno veće nego što su linearne povezanosti. Ovo se jednim dijelom može objasniti i nelinearnom prirodom samo indeksa tjelesne mase (izračunava se kao omjer težine i kvadrirane visine). Puno se više treba obratiti pozornost na prirodu povezanosti između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa, a koje su u većem broju dosadašnjih studija i opisivane. Radi se u osnovi o pojavi da ispitanici prosječnog indeksa tjelesne mase postižu najbolje rezultate u bilo kojem fitnes testiranju jer prosječan indeks tjelesne mase ukazuje na kvalitetan (optimalan) odnos mišićne mase u odnosu na tjelesnu visinu. Ipak najvažniji zaključci ove studije vežu se za podatke o parametrima indeksa tjelesne mase kod kojih se može uočiti početak izrazito negativnog utjecaja prirasta indeksa tjelesne mase na fitnes indeks. Tako je kritična točka indeksa tjelesne mase u svim uzrastima prepoznata kao 21. Jasno je kako ovi podatci potpuno odstupaju od dosada proklamirane vrijednosti indeksa tjelesne mase od 25 kg/m², kao početka prekomjerne tjelesne težine. Naime ukoliko bi se temeljem ovakvih relativno egzaktnih kriterija pokušala definirati vrijednost indeksa tjelesne mase, koji se može determinirati kao prekomjerna tjelesna težina.To bi zasigurno bile već gore definirane prelomnice, odnosno vrijednosti

od 21 kg/m². Ukoliko se ovaj zaključak može smatrati i prestrogim za uzrast od 15,16 i 17 godina, u 18. godini više nema nikakve sumnje kako definirana vrijednost indeksa tjelesne mase od 25 kg/m² ni u kojem slučaju više ne može biti smatrana kao referentna vrijednost za prekomjernu tjelesnu težinu. Naime, egzaktno se dokazalo kako ispitanici sa indeksom tjelesne mase od 25 kg/m² u 18. godine više ne postižu niti prosječne rezultate u fitnes indeksu. U ovoj činjenici treba se vjerojatno tražiti i najvrjedniji zaključak ovog istraživanja, a s obzirom da je, koliko je autoru poznato, ovo prvo istraživanje koje je u egzaktnoj studiji dokazalo kritičnu vrijednost indeksa tjelesne mase za uzrast dječaka od 15. do 18. godine. Ovi podatci, ustvari ukazuju na potrebu daljnjeg detaljnog istraživanja utjecaja indeksa tjelesne mase na pojedine motoričko-funkcionalne manifestacije. Takvim analizama bi se vrlo vjerojatno dobila detaljnija slika o povezanost ovih antropoloških varijabli. u svakom slučaju jasno je kako indeks tjelesne mase predstavlja vrijednu varijablu morfološkog statusa koja se može efikasno upotrijebiti u determiniranju prekomjerne tjelesne težine, ali je još jednom potrebno naglasiti kako je referentne vrijednosti potrebno revalidirati i detaljnije ispitati.

8.4 Ograničenja rada i smjernice daljnjih istraživanja

Jedno od pitanja koja se postavljaju u ovom istraživanju, a nakon što su analizirani svi dobiveni rezultati, jest i pitanje realnosti primjene i izračunavanja te zaključivana temeljem nelinearnih regresijskih modela, a u usporedbi s linearnim modelima koji su uobičajeno u primjeni u kineziološkoj praksi. Nelinearni regresijski modeli, koji su u ovom slučaju istraživani primjenom nelinearnog kvadratnog regresijskog modela, relativno rijetko se primjenjuju u kineziološkim istraživanjima. Razloge za ovu pojavu neće se ponovno objašnjavati s obzirom da se o njima više puta diskutiralo kroz ovaj rad. Inspekcijom svih rezultata koji su dobiveni u ovom radu moglo se primijetiti kako nelinearnost modela u većini slučajeva biva određena činjenicom da ekstremi, a u ovom istraživanju se radi o ekstremima veće tjelesne mase i većeg indeksa tjelesne mase, definiranju nelinearnost krivulja kojima se opisuje zavisnost između morfoloških prediktora i fitnes indeksa kao kriterija. Logično se postavlja pitanje što bi se dogodilo kada bi se ovi ispitanici (ekstremi) izostavili iz izračunavanja regresijskih jednadžbi te bi li se u tom slučaju potvrdila opravdanost nelinearnog pristupa odnosno definiranje nelinearne zavisnosti među varijablama. Ovaj problem nije nepoznat. Njime su se primjerice bavili Sekulić i sur. (2005.) te ga precizno diskutirali u samom članku. Konkretno radilo se o nekoliko ekstrema (10 % ukupnog uzorka ispitanika), a koji su pretpostavljeno pridonijeli nelinearnosti odnosa među varijablama. Autori su u tom radu napravili čak i dodatni metodološki eksperiment pa su ponovno izračunali sve zavisnosti uz izbacivanje ekstremnih rezultata koje su ti ispitanici postigli. U tom slučaju; ponovimo, radi se o 10 % ispitanika u ukupnom uzorku; nelinearnost krivulje se izgubila. Sukladno tome postalo je jasno kako su upravo ti ispitanici doprinijeli nelinearizaciji odnosa između ovih analiziranih varijabli (radilo se o utjecaju voluminoznosti na vrijednosti frekvencije srca koja je predstavljala fiziološku reakciju na opterećenje).

Primjetno je kako i u ovdje prezentiranom istraživanju ima takvih slučajeva, tj. kako neki ispitanici doista mogu biti smatrani outlierima, odnosno kako bi njihovo izbacivanje vrlo vjerojatno moglo utjecati na promjenu zavisnosti među varijablama.

U tom smislu, važno je naglasiti nekoliko značajki: prvo, gotovo uvijek se radi o najviše 10 ispitanika što u ukupnom uzorku čini jedva 2 do 2,5% po pojedinom uzrastu; dakle bitno manje nego što su imali u svom uzorku Sekulić i sur. u prethodno citiranom radu. Drugo, a što je još važnije potrebno je primijetiti kako se radi o doista realnom stanju. Ovi ispitanici nisu i ne trebaju biti smatrani outlierima u smislu greške mjerenja. Naime, ti ispitanici realno imaju toliki indeks tjelesne mase koliki im je utvrđen, odnosno imaju toliku tjelesnu masu koja im je utvrđena u provedenim mjerenjima te ih se treba smatrati pripadnicima uzorka, tj. populacije koja je ovdje istraživana. Nadalje, ovi ispitanici, odnosno ovakvi slučajevi ponavljaju se iz generacije u generaciju te se njihov

broj ustvari sve više povećava kako se analizira stariji uzrast ispitanika. To je izravna potvrda da ti ispitanici doista i stvarno postoje te da je prisutan trend povećanja njihovog broja uz činjenicu da se ne radi o grešci mjerenja. Treće i možda najvažnije, osnovna svrha i cilj ovog rada bio je utvrditi logiku povezanosti između jednostavnih morfoloških prediktora i fitnes indeksa kao kriterija. Činjenica jest da su ispitanici o kojima se ovdje govori doista primjeri izvučeni iz populacije koja je istraživana, dakle oni kao takvi egzistiraju u navedenom uzorku. Upravo se ovakvim istraživanjima dobije prava slika o stanju povezanosti između varijabli koje su analizirane. Konkretno, gotovo je sasvim sigurno da bi se smanjivanjem uzorka ispitanika po principu, ''izbacivanja ekstrema'', izgubila nelinearnost gotovo svih ovdje analiziranih regresijskih zavisnosti. Međutim autor je sklon razmišljanju da bi taj gubitak nelinearnosti ustvari predstavljao grešku jer bi se iz interpretacije izgubili ovi ispitanici o kojima je do sada bila riječ. Činjenica je da oni, kao takvi, postoje i činjenica je da ti ispitanici u određenoj mjeri definiraju nelinearnost regresijskih krivulja, ali puno veća greška učinila bi se ukoliko bi se izbacivanjem takvih ispitanika definirala linearna povezanost među varijablama jer ona u stvarnost ne postoji.

9 Zaključak

Rezultati koji su prikazani i diskutirani mogu se sažeti u velikom broju zaključaka, ali će se autor u daljnjem tekstu osvrnuti samo na najvažnije segmente istraživanja koji se tiču linearnog odnosno nelinearnog utjecaja tjelesne visine, tjelesne težine, indeksa tjelesne mase na fitnes indeks. Isto tako ponudit će se i moguće smjernice za daljnja istraživanja ove problematike. Osvrt na hipoteze ostavljen je za sami kraj zaključka .

Dakle, ostaje za zaključiti kako je tjelesna težina relativno slab prediktor fitnes indeksa koji je izračunat kao linearna kombinacija varijabli za procjenu motoričko-funkcionalnog statusa u ovom radu . Ova zavisnost gotovo se uopće ne mijenja od 15. do 18. godine te nisu utvrđene ni linearne, ni nelinearne povezanosti između tjelesne visine kao prediktora i fitnes indeksa kao kriterijske varijable. Razlozi za to vrlo vjerojatno su sljedeći: Prvo, tjelesna visina u ovom uzrastu relativno stagnira i nije pokazatelj stupnja rasta i razvoja kao što je to slučaj u uzrastima prije 15. godine. Samim tim tjelesna visina nema onakav utjecaj na motoričke i funkcionalne izvedbe kao što ima u prethodnim uzrastima, a što je potvrđeno prethodnim istraživanjima. U daljnjim istraživanjima bilo bi interesantno promatrati utjecaj tjelesne visine u naredne dvije godine (19. i 20. godina) s obzirom da je poznato kako praktički u tom uzrastu prestaje rast tijela u visinu. Drugi razlog za izostanak značajne povezanosti tjelesne visine i fitnes indeksa, u svim analiziranim dobnim skupinama, treba se vjerojatno tražiti u činjenici da je fitnes indeks sam po sebi linearna kombinacija različitih motoričkih manifestacija u kojima hipotetski visina može imati pozitivan ili negativan utjecaj. Tako se može očekivati da u nekim motoričkim manifestacijama, koje su analizirane u ovom radu, tjelesna visina ima izrazito negativan utjecaj (izdržaj u visu zgibom) s obzirom da duljine tjelesnih segmenata u tom slučaju predstavljaju otežavajući faktor. U nekim drugim motoričkim manifestacijama, primjerice F6, tjelesna visina mogla bi biti pozitivan prediktor, a s obzirom da određuje duljinu koraka pa samim tim i moguće lakše savladavanje udaljenosti. Kao što je već rečeno fitnes indeks je kombinacija svih ovih varijabli i vrlo vjerojatno iz tog razlog tjelesna visina nije značajno korelirana ni u jednom od analiziranih uzrasta.

U kombinaciji gore navedenih razloga treba se vrlo vjerojatno tražiti razlog zašto se tjelesna visina pokazala kao najlošiji prediktor fitnes indeksa od ovdje analiziranih morfoloških varijabli.

Iz prethodno diskutiranih rezultata može se zaključiti kako tjelesna visina ima određeni utjecaj na fitnes indeks. Međutim, u interpretaciji i donošenju zaključaka po ovom pitanju treba zasigurno voditi računa o tome kako je tjelesna težina danas puno više pokazatelj pretilosti, nego

neuhranjenost, a pogotovo kada se uzme u obzir da je analiziran uzorak ispitanika iz urbane sredine, odnosno iz grada Splita. Stoga je jasno kako tjelesna težina u većini slučajeva ima negativan utjecaj na sam fitnes indeks. Ipak, treba se naglasiti kako tjelesna težina u većem broju slučajeva biva značajno nelinearno povezana s fitnes indeksom te se mora utvrditi kako nelinearna zavisnost opisuje pravu prirodu zavisnosti. Naime, premda u većini slučajeva od 15. do 18. godine tjelesna težina i fitnes indeks imaju i linearnu značajnu povezanost. Nelinearna zavisnost, ustvari, pokazuje pravu prirodu. Konkretno, postoje naznake da u lijevom dijelu distribucije rezultata tjelesne težine, a to u osnovi znači do prelomnice (15 godina – 65 kg; 16 godina – 70 kg; 17 godina – 75 kg; 18 godina – 75 kg) tjelesna težina ima vrlo mali ili nikakav utjecaj na fitnes indeks. Od navedenih prelomnica započinje izrazito negativni utjecaj prirasta tjelesne težine na fitnes indeks. Upravo u ovim podatcima treba se tražiti i prava logika povezanosti ovih varijabli jer se prelomnice u ovom slučaju trebaju tretirati kao kritične točke u kojima se treba posebno obraćati pozornost na ispitanike po pojedinim dobnim skupinama. Fitnes indeks sa svakim prirastom tjelesne težine počinje izrazito opadati što ukazuje na mogućnost da se u perspektivi javlja izražena motorička insuficijencija koju će praktički biti jako teško ili nemoguće ispraviti. Najveća povezanost između tjelesne težine i fitnes indeksa uočena je u 15. godini te se ovaj uzrast treba tretirati kao kritična dob za prevenciju tjelesne težine.

S obzirom na podatke koji su prethodno analizirani , o nedostatku tjelesne visine na fitnes indeks, puno preciznija slika o utjecaju morfoloških parametara na fitnes indeks dobit će se analizom povezanosti tjelesne težine s fitnes indeksom.

Od analiziranih mjera, indeks tjelesne težine zasigurno je morfološka mjera (morfološki indeks) koji najbolje ukazuje na fizičke performanse kod ispitanika koji su ovdje analizirani. Ovo je jednim dijelom bilo i očekivano s obzirom na prethode studije koje su vrlo slične povezanosti utvrdile u sličnim uzrastima ispitanika. Tako se utjecaj indeksa tjelesne mase na fitnes indeks kreće od 0,25 do 0,43, odnosno u 15. godini – 0,43, u 16. godini – 0,25, u 17. godini – 0,24 i u 18. godini 0,30. Nelinearne povezanosti uvijek su bitno veće nego što su linearne povezanosti. Ovo se jednim dijelom može objasniti i nelinearnom prirodom, samo indeksa tjelesne mase (izračunava se kao omjer težine i kvadrirane visine). Više bi trebalo obratiti pozornost na prirodu povezanosti između indeksa tjelesne mase i fitnes indeksa, a koje su u većem broju dosadašnjih studija i opisivane. Radi se, u osnovi, o pojavi da ispitanici prosječnog indeksa tjelesne mase postižu najbolje rezultate u bilo kojem fitnes testiranju jer prosječan indeks tjelesne mase ukazuje na kvalitetan,optimalan, odnos mišićne mase u odnosu na tjelesnu visinu. Ipak najvažniji zaključci ove studije vežu se za podatke o parametrima indeksa tjelesne mase kod kojih se može uočiti početak izrazito negativnog utjecaja

prirasta indeksa tjelesne mase na fitnes indeks. Tako je kritična točka indeksa tjelesne mase u svim uzrastima prepoznata kao 21.

Jasno je kako ovi podtaci potpuno odstupaju od do sada proklamirane vrijednosti indeksa tjelesne mase od 25 kg/m², kao početka prekomjerne tjelesne težine. Naime, ukoliko bi se temeljem ovakvih relativno egzaktnih kriterija pokušala definirati vrijednost indeks tjelesne mase; koji se može determinirati kao prekomjerna tjelesna težina, to bi zasigurno bile već gore definirane prelomnice; odnosno vrijednosti od 21 kg/m². Ukoliko se ovaj zaključak može smatrati i prestrogim za uzrast od 15,16 i 17 godina, u 18. godini više nema nikakve sumnje kako definirana vrijednost indeksa tjelesne mase od 25 kg/m² ni u kojem slučaju više ne može biti prihvaćena kao referentna vrijednost za prekomjernu tjelesnu težinu. Naime, egzaktno se dokazalo kako ispitanici s indeksom tjelesne mase od 25 kg/m² u 18. godine više ne postižu niti prosječne rezultate u fitnes indeksu.

U ovoj činjenici treba se vjerojatno tražiti i najvrjedniji zaključak ovog istraživanja, da je koliko je autoru poznato, ovo prvo istraživanje koje je u egzaktnoj studiji dokazalo kritičnu vrijednost indeksa tjelesne mase za uzrast dječaka od 15. do 18. godine.

Na temelju gore donesenih zaključaka mogu se odrediti i postavljene hipoteze:

H1: Statističke procedure omogućit će izračunavanje fitnes indeksa temeljem primijenjenog sustava varijabli – PRIHVAĆA SE

H2: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka – NE PRIHVAĆA SE

H2b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka – NE PRIHVAĆA SE

H3a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod petnaestgodišnjaka – NE PRIHVAĆA SE

H3b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H4a: Postoji statistički značajna linearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka - PRIHVAĆA SE

H4b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H5a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka – NE PRIHVAĆA SE

H5b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka – NE PRIHVAĆA SE

H6a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka – NE PRIHVAĆA SE

H6b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H7a: Postoji statistički značajna linearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H7b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod šesnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H8a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka – NE PRIHVAĆA SE

H8b: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka – NE PRIHVAĆA SE

H9a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H9b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H10a: Postoji statistički značajna linearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H10b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod sedamnaestogodišnjaka

H11a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka – NE PRIHVAĆA SE

H11b: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne visine i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka – NE PRIHVAĆA SE

H12a: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H12b: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H13a: Postoji statistički značajna linearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H13b: Postoji statistički značajna linearna povezanost indeksa tjelesna mase i fitnes indeksa kod osamnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H4: Postoji statistički značajna linearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka – PRIHVAĆA SE

H5: Postoji statistički značajna nelinearna povezanost tjelesne težine i fitnes indeksa kod petnaestogodišnjaka– PRIHVAĆA SE

10 Literatura

1. Ambrožič. F. (1996.) Linearni in nelinearni modeli povezav morfoloških in motoričnih spremenljivk. Disertacija. Univerza u Ljubljani.
2. Ambrožič. F. (1999.). Modeli linearnih i nelinearnih korelacija morfoloških varijabli. Kineziologija. 31(1) 70-77.
3. Babić, V., Harasin, D., Dizdar, D. (2007.). Relations of the variables of power and morphological characteristics to the kinematic indicator of maximal speed runing. Kineziologija. Zagreb. 39 (1) 28-39.
4. Bala, G. (1977.) Struktura antropometrijskih dimenzija kod osoba ženskog spola. Kineziologija. 7(1-2) 15-22.
5. Benedittini. M. M., Corsi. M. (2007) The role of the sports physician in detecting the rate of overweight and obesity in young athletes. Medicina dello sport. 60(1) 65-70
6. Bini. V., Celi. F., Berioli. M. G., Bacosi. M. L., Stella. P., Giglio. P., Tosci. L., Falorni. A. (2000.) Body mass indeks in children and adolescents according to age and pubertal stage. European Journal of Clinical Nutrition, 54(3) 214 – 218.
7. Blašković, M. (1977.). Relacije između antropometrijskih i motoričkih dimenzija. Doktorska disertacija. FFK. Zagreb.
8. Blašković, M. (1979.): Relacije morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti. Kineziologija, 9 (1-2): 51 - 65.
9. Brandt, K. D., Heilman, D. K., Slemenda, C., Katz, B. P., Mazzuca, S., Braunstein, E. M.i sur. (2000.). A comparison of lower extremity muscle strength, obesity, and depression scores in elderly subjects with knee pain with and without radiographic evidence of knee osteoarthritis. J Rheumatol, 27(8), 1937.-1946.
10. Burdukiewicz, A., Pietraszewska, J., Andrzejewska, J., Witkowski, K., Stachon, A., Chromik,K.,Maslinski,J. (2010.). Morphological differentoin and body composition in female judokas and female weightlifters in relation to the performed sport discipline. Archives of budo. 6 (2): 111-115.
11. Calo.M., Sanna. S., Piras. I. S., Pavan. P., Vona. G. (2009.). Body composition of italian female hockey players.Biology of sport. 26 (1). 29-31.
12. Campbell, B., Gray, P. B., & Leslie, P. (2005.). Age-related changes in body composition among Turkana males of Kenya. Am J Hum Biol, 17(5) 601-610.

13. Caput-Jogunica, R. (2000.). Obilježja jednog modela mjerenja relativne snage prije i nakon parcijalizacije morfoloških karakteristika. Doktorska disertacija. FFK Zagreb.
14. Chan, N. P. T., Choi, K. C., Kong, A. P. S., Sung, R. Y. T., & Nelson, E. A. S. (2010.). Accuracy of self-reported body weight and height for screening overweight/obesity in Hong Kong Chinese children? European Heart Journal Supplements, 12(A) S25-S25.
15. Claessens, A. L., Lefevre, J., Beunen, G., & Malina, R. M. (1999.). The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts. J Sports Med Phys Fitness, 39(4) 355-360.
16. Colella, D., Morano, M., Robazza, C., & Bortoli, L. (2009.). Body image, perceived physical ability, and motor performance in nonoverweight and overweight Italian children. Perceptual and motor skills, 108(1) 209-218.
17. Čular, D., Miletić, Đ., Miletić, A. (2010.). Influence of dominant and non-dominant body side on specific performance in taekwondo. Kinesiology. 42 (2) 184-193.
18. Dumith, S. C., Ramires, V. V., Souza, M. A., Moraes, D. S., Petry, F. G., Oliveira, E. S.i sur. (2010.). Overweight/obesity and physical fitness among children and adolescents. J Phys Act Health, 7(5) 641-648.
19. Fagard, R., Bielen, E., & Amery, A. (1991.). Heritability of aerobic power and anaerobic energy generation during exercise. J Appl Physiol, 70(1) 357-362.
20. Findak, V., Metikoš, D., Mraković, B., Neljak, B. (1996.). Primjenjena kineziologija u školstvu – NORME. Hrvatski pedagoški-književni zbor i Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu
21. Fleishman, F. A. (1964.). The structure and measrement of physical fitness. Prentice-Hall.
22. Gabbett, T. J., Jenkins, D. G., & Abernethy, B. (2010.). Physiological and anthropometric correlates of tackling ability in junior elite and subelite rugby league players. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 24(11), 2989-2995.
23. Geliebter, A., Maher, M.M., Gerace, L., Gutin, B., Heymsfield, S.B., Hashim, S.A. (1997.) Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. American Journal of Clinical Nutrition, 66 (3), 557-563.
24. Ghosh, A. (2010.). Association of anthropometric, body composition and physiological measures with physical activity level among the children and adolescents of Asian Indian origin: the Calcutta obesity study. J Nutr Health Aging, 14(9) 731-735.
25. Guillot, A., Tolleron, C., Collet, C. (2010.). Does motor imagery enhance stretching and flexibility. Journal of sports science. 28 (3) 291-298.

26. Guo, X., Matousek, M., Sundh, V., & Steen, B. (2002.). Motor performance in relation to age, anthropometric characteristics, and serum lipids in women. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 57(1), M37-44.
27. Heimer. S., Mišigoj-Duraković. M., Ružić. L., Matković. B., Prskalo. I., Beri. S., Tonković-Lojović. M. (2004.) Fitness level of adult economically active population in the Republic of Croatia estimated by EUROFIT System. Collegium antropologicum. 28 (1) 223–233.
28. Hošek, A. (1976.). Struktura koordinacije. Magistarski rad na FFK Zagreb.
29. Hošek, A., Horga, S., Viskić, N., Metikoš, D., Gredelj, M., Marčelj, D. (1973.) Metrijske karakteristike testova za procjenu faktora koordinacije u ritmu. Kineziologija. 3 (2): 39-44.
30. Huang. V., i Malina. M. (2010.) Body mass indeks and individual physical fitness tests in Taiwanese youth aged 9-18 years. International journal of pediatric obesity. 5. 404-411
31. Huang. V., i Malina. M.. (2007.). BMI and health physical fitness in Taiwanese youth 9-18 years. Med. Sci. sports. Exerc. 39(4) 701-708..
32. Jonnalagadda. S. S., Skinnert. R., Moore. L., (2004.) Overweight athlete: facts of fiction? Current sports medicine reports. 4(4) 198 – 205.
33. Jurimae, T., Hurbo, T., & Jurimae, J. (2009.). Relationship of handgrip strength with anthropometric and body composition variables in prepubertal children. Homo, 60(3), 225-238.
34. Katzmarzyk, P. T., Malina, R. M., & Beunen, G. P. (1997.). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. Annals of Human Biology, 24(6), 493-505.
35. Keys, A., Fidanza, F., Karvonen, M. J., Kimura, N., & Taylor, H. L. (1972.). Indices of relative weight and obesity. J Chronic Dis, 25(6), 329-343.
36. Kobayashi, M., & Kobayashi, M. (2006.). The relationship between obesity and seasonal variation in body weight among elementary school children in Tokyo. Economics & Human Biology, 4(2), 253-261.
37. Kraska, J.M., Ramsey, W., Haff, G.G., Fethke, N., Sands, W.A., Stone, M.H., Stone, M.E. (2009.) Relationship between strenght characteristics and unweighted and weighted vertical jump height. International Journal of Sports Physiology and Performance. 4(4)
38. Krstulović, S., Maleš, B., Žuvela, F., Erceg, M., Miletić, Đ. (2010.). Judo, soccer,and track.and.field diferential effects on some anthropological characteristics in seven-year old-boya. Kinesiology. 42 (1). 56-64.
39. Kurelić, N., Momirović, K, Mraković, M Šturm, J. (1979.). Struktura motoričkih sposobnosti i njihove relacije sa ostalim dimenzijama ličnosti. Kineziologija. 9 (1-2): 5-25.

40. Kurelić, N., Momirović, K., Stojanović, M., Šturm, J., Radojević, Đ., Viskić-Štalec, N. (1975.). Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine. Institut za naučna istraživanja Fakulteta za fizičko vaspitanje. Beograd
41. Lammle, L., Tittbach, S., Oberger, J., Worth, A., Bos, K. (2010.) a two level model of motor performance ability. Journal of exercise science & fitness. 8 (1). 41-49.
42. Lidor, R., E. Argov, S. Daniel (1998.). An exploratory study of perceptural motor abilities of women-novice and skilled players of team handball. Percept Mot Skills. 86(1): 279-288.
43. Lopes, V. P., Stodden, D. F., Bianchi, M. M., Maia, J. A., & Rodrigues, L. P. (2011.). Correlation between BMI and motor coordination in children. J Sci Med Sport.
44. Ma, Y., Lee, K., Li, L., & Kwon, J. (2011.). Nonlinear regression equations for segmental mass-inertial characteristics of Korean adults estimated using three-dimensional range scan data. Appl Ergon, 42(2), 297-308.
45. Maleš, B. (2002.). Utjecaj programiranih kineziooloških tretmana na kvalitativne i kvantitativne promjene nekih antropoloških obilježja ročnih vojnika hrvatske vojske. Doktorska disertacija. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
46. Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-or, O. (Eds.). (2004.). Growth, Maturation and Physical Activity. Champaign: Human Kinetics.
47. Malina, R. M., Pena Reyes, M. E., Tan, S. K., & Little, B. B. (2011.). Physical fitness of normal, stunted and overweight children 6-13 years in Oaxaca, Mexico. Eur J Clin Nutr, 65(7), 826-834.
48. Marković. G., Mišigoj-Duraković.M., Trninić. S., (2005.). Fitness profile of elite croatian female taekwondo athletes. Collegium antropologicum. 29 (1): 93–99.
49. Mazić. S., Djelić. M., suzič. J., Dekleva. M., Radovanović. D., Sčepanović.L., Starčević. V., (2009.). Overweight in trained subjests – Are we looking at wrong numbers? Body mass indeks compared with body fat percentage in estimating overweight in athletes. General Physiology and Biophysics. 28(S) 200 – 204.
50. Metikoš, D. i sur. (1979.). Struktura motoričkih sposobnosti, Kineziologija. 9 (1 i 2): 25–51.
51. Metikoš, D., Hošek, A. (1972.). Faktorska struktura nekih testova koordinacije. Kineziologija, 2 (1): 44-50.
52. Metikoš, D., Mišigoj-Duraković, M., Hofman, E. (1989.). Kanoničke relacije između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti žena. Kineziologija. 22 (2):123-131.
53. Metikoš, D., Prot, F.,Hofman, E., Pintar, Ž., Oreb, G. (1989.). Mjerenje bazičnih motoričkih dimenzija sportaša. Zagreb.

54. Mikulić, P. (2008.). Anthropometric and physiological profiles of rowers ovarying ages and ranks. Kinesiology, 40 (1). 80-88.
55. Miletić, Đ., Sekulić, D., Wolf-Cvitak, J. (2004.). The leaping performance of 7-years old novice rhythmic gymnasts is highly influenced by the condition of their motor abilities. Kinesiology. 36 (1). 35-43.
56. Mišigoj-Duraković, M. i sur. (1995.). Morfološka antropometrija u športu. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
57. Mišigoj-Duraković, M., Heimer, S. (1992.). Characteristics of the morphological and functional status of kayakers and canoeists. J Sports Med Phys Fitness. 32(1): 45-50.
58. Mohamed. H., Vaeyens. R., Matthys. S., Multael. M., Lefevre. J. (2009). Anthropometric and pergormance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. Journal of sports science. 27 (3) 257-266.
59. Momirović K., A. Hošek, Z. Đamonja, M. Gredelj (1989.) Utjecaj morfoloških karakteristika na rezultate u testovima fizičkih sposobnosti. Kineziologija 22 (2) 141-146.
60. Nevill. A. M, Winter. E. M., Ingham. S., Watts. A., Metsios. G. S., Stewart. (2010.). Adjusting athletes body mass indeks to better reflect adiposity in epidemiological research. Journal of Sports Sciences. 28(9) 1009-1016.
61. Ode. J. J., Pivarnik. J. M., Reeves. M. J., Knous. J. L., 2007. Body mass indeks as predictor of percent fat in college athletes and nonathletes. Medicine and Science in Sports and Exercise. 39(3) 403 – 409
62. Pyrzak, B., Wisniewska, A., Popko, K., Demkow, U., & Kucharska, A. M. (2010.). Association between anthropometric measures of obesity, metabolic disturbances and polymorphism G-308A of the tumor necrosis factor-alpha gene in children. Eur J Med Res, 15(2) 141-146.
63. Raudsepp, L., & Jurimae, T. (1996.). Somatotype and physical fitness of prepubertal children. Collegium Antropologicum, 20(1), 53-59.
64. Ridge. B. R., Broad. E., Kerr. D. A., Ackland. (2007.). Morphological characteristics of Olimpic slslom canoe and kayak paddlers. Europian journal of sports science. 7(2) 107 – 113.
65. Rolland, Y., Lauwers-Cances, V., Pahor, M., Fillaux, J., Grandjean, H., & Vellas, B. (2004). Muscle strength in obese elderly women: effect of recreational physical activity in a cross-sectional study. Am J Clin Nutr, 79(4), 552-557.
66. Sartorio, A., Lafortuna, C. L., Pogliaghi, S., & Trecate, L. (2002.). The impact of gender, body dimension and body composition on hand-grip strength in healthy children. J Endocrinol Invest, 25(5), 431-435.

67. Sekulic, D., Viskic-Stalec, N., & Rausavljevic, N. (2003.). Non-linear relations between selected anthropological predictors and psycho-physiological exercise-responses. Coll Antropol, 27(2), 587-598.
68. Sekulic, D., Zenic, N., & Markovic, G. (2005.). Non linear relationships between anthropometric and motor-endurance variables. Coll Antropol, 29(2), 723-730.
69. Sekulic, D., Zenic, N., & Zubcevic, N. G. (2007.). Non linear anthropometric predictors in swimming. Coll Antropol, 31(3), 803-809.
70. Sekulić D, M. D. (Ed.). (2007). Osnove tranformacijskih postupaka u kineziologiji. Split: Fakultet PMZK.
71. Sekulić. D., Viskić-Štalec. N., Rausavljević. N. (2003.) Non-Linear relations between selected anthropological predictors and psycho-physiological exercise-responses. Collegium Antropologicum.. 27(2) 587-598.
72. Sekulić. D., Zenić. N., Grčić Zubčević. N. (2007). Non linear anthropometric predictors in swimming. Collegium Antropologicum. 23(3) 803-809.
73. Sekulić. D., Zenić. N., Marković. G. (2005). Non linear relationships between anthropometric and motor- endurance variables. Collegium Antropologicum. 29(2) 723-730
74. Sekulic, D., Rausavljevic, N., Zenic, N. (2006) Students'-instructors' physiological responses during step aerobic exercise. Biology of Sport, 23 (2) 171-183.
75. Sporis, G., Jukić, I., Ostojić, S. M., Milanović, D. (2009). Fitness profiling in soccer: physical and physiological characteristics of elite player. Journal of strenght and conditioninig research. 23 (7). 1947.-1953.
76. Sporiš, G, Vuleta, D., Vuleta , D.,Milanović, D. (2010.). Fitness profiling in handball: Physical and physiological characteristic of elite players. Collegium antroplogicum. 34 (3): 1009-1014.
77. Stojanović, M., Momirović, K., Vukosavljević, R., Solarić, S. (1975.) Struktura antropometrijskih dimenzija. Kineziologija. Zagreb. 5 (1-2).
78. Stubbs, J. M., & Achat, H. M. (2009.). Individual rights over public good? The future of anthropometric monitoring of school children in the fight against obesity. Med J Aust, 190(3), 140-142.
79. Suzuki, S., Urata, G., Ishida, Y., Kanehisa, H., Yamamura, M. (1998.) Influences of low intensity exercise on body composition, food intake and aerobic power of sedentary young females. Applied human science : journal of physiological anthropology, 17 (6): 259-266.
80. Tanofsky-Kraff, M., Yanovski, S. Z., Schvey, N. A., Olsen, C. H., Gustafson, J., & Yanovski, J. A. (2009.). A Prospective Study of Loss of Control Eating for Body Weight Gain in Children at High Risk for Adult Obesity. International Journal of Eating Disorders, 42(1), 26-30.

81. Viskić, N. (1972.) Faktorska struktura tjelesne težine. Kineziologija. Zagreb. 2 (2): 47-51.
82. Viskić-Štalec, N., Štalec, J. Katić, R., Podvorac, D., Katović, D. (2007.). The impact of dance-aerobics training on the morpho-motor status in female high-schoolers. Colegium Antrpologicum. 31(1): 259-266.
83. Weinbrenner, T., Zittermann, A., Gouni-Berthold, I., Stehle, P., & Berthold, H. K. (2003.). Body mass index and disease duration are predictors of disturbed bone turnover in anorexia nervosa. A case-control study. Eur J Clin Nutr, 57(10), 1262-1267.
84. Wilmore, J.H., D.L. Costill (1998.) Physiology of sports and exercise, Human Kinetics, Ill.
85. Witt. K. A., Busch. E. A. (2005.). College athletes with an elevated body mass indeks often have a high upper arm muscule area, but not elevated triceps and subscapular skinfolds. Journal of the american dietetic association. 105(4) 599-602.
86. Zenić, N., Foretić. N., Blažević. M. (2011.) Nonlinear relathionships between anthropometric and physical fitness variables in untrained pubescent boys. Collegium Antropologicum.. – u proceduri objave.
87. Young, W. B., & Pryor, L. (2007.). Relationship between pre-season anthropometric and fitness measures and indicators of playing performance in elite junior Australian Rules football. Journal of Science and Medicine in Sport, 10(2), 110-118.
88. Zoico, E., Di Francesco, V., Guralnik, J. M., Mazzali, G., Bortolani, A., Guariento, S.i sur. (2004.). Physical disability and muscular strength in relation to obesity and different body composition indexes in a sample of healthy elderly women. Int J Obes Relat Metab Disord, 28(2), 234-241.
89. http://www.who.int/en/
90. http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm