

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT

Športno treniranje  
Atletika

VPLIV IZBRANIH DEJAVNIKOV NA USPEH V TEKU NA  
SREDNJE PROGE PRI MLADIH TEKAČICAH

THE INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON THE YOUNG  
FEMALE ATHLETES' SUCCESS IN MIDDLE DISTANCE  
RUNNING

DIPLOMSKA NALOGA

MENTOR

izr. prof. dr. Branko Škof

RECENZENT

prof. dr. Milan Čoh

KONZULTANT

asist. dr. Aleš Dolenc

AVTOR

Kristijan Kralj

Ljubljana, 2008

**Zahvala**

Za strokovno vodenje in pomoč se zahvaljujem izr. prof. dr. Branku Škofu.

Zahvaljujem se svojim staršem, ki so mi omogočili študij.

Posebna zahvala za potrpežljivost, vzpodbudo in pomoč gre tudi moji ženi Saši Kralj, mag. farm.

Ključne besede: atletika, srednje proge, dekleta, morfološki dejavniki, fiziološki dejavniki, tehnika teka, regresijska analiza, korelacijska analiza

## VPLIV IZBRANIH DEJAVNIKOV NA USPEH V TEKU NA SREDNJE PROGE PRI MLADIH TEKAČICAH

Kristijan Kralj

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2008

Športno treniranje, Atletika

Str. 73, pregl. 25, graf. 22, sliki 2, lit. 28

### POVZETEK

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, kako na tekmovalni rezultat v tekih na srednje proge pri mladih tekmovalkah vplivajo nekateri morfološki, fiziološki in motorični parametri. V ta namen smo uporabili korelacijske matrike in regresijske analize.

Vzorec je sestavljalo 40 najbolj nadarjenih slovenskih tekačic na srednje proge. Tekačice so bile v času testiranja stare od 15 do 19 let, v povprečju 16,6 let. Vzorec spremenljivk (skupno 22) pa so sestavljali trije sklopi: morfološki, funkcionalni in motorični.

Na podlagi korelacijske analize, primerjave mnogih spremenljivk z uspešnostjo teka na srednje proge, ki smo jih spremljali, so najbolj izstopale hitrost teka pri  $VO_2$  max, medtem ko se je sama vrednost  $VO_2$  max izkazala za nepomembno. Maksimalna hitrost teka, čas leta in dolžina koraka so pomembno povezani z uspešnostjo. Kronološka starost merjenk je prav tako pomembno povezana z uspešnostjo teka na srednje proge. Spremenljivke, ki smo jih dobili s testi na tenziometrični plošči, so se v nasprotju s pričakovanji izkazale za nepomembne.

Na osnovi regresijske analize smo ugotovili, da prostor hitre moči nog pokriva 14,3 %, funkcionalni prostor 18,5 %, morfološki prostor 26,8 % in prostor hitrosti in tehnike 30,8 % variance uspešnosti teka na srednje proge. S pomočjo te naloge lahko potrdimo velik pomen tehnike in hitrosti, pa tudi pomen morfologije, na tekmovalni rezultat v tekih na srednje proge pri 15 do 19 let starih dekletih.

Key words: track and field, middle distance, girls, morphological factors, physiological factors, running technique, regression analysis, correlation analysis

## THE INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON THE YOUNG FEMALE ATHLETES' SUCCESS IN MIDDLE DISTANCE RUNNING

Kristijan Kralj

Page 73, Tables 25, Graph. 22, Pictures 2, Ref. 28

### ABSTRACT

The purpose of my diploma thesis was to find out how some morphological, physiological and motorical parameters influenced the result (in competition) of young middle distance runners. In order to do the research the correlation matrices and regression analyses were used.

The sample was represented by 40 most talented Slovenian female middle distance runners. During this testing the runners were 15 to 19 years old. Their average age was 16,6. The pattern (22 variables altogether) combined the three sets of variables: morphological, functional and motorical.

Based on the correlation analysis, comparisons of many variables with the success of middle distance running, which were monitored, what stood out was the running speed at VO<sub>2</sub> max, whereas the value VO<sub>2</sub> max itself proved irrelevant. The maximum running speed, the time of flight and the length of the step are closely connected with the success in middle distance running. The chronological age of the tested runners is also linked to the middle distance running success. The variables, which we got with the tests on the tensiometric plate, showed as irrelevant in accordance with our expectations.

On the basis of the regression analysis we found out that the space of leg power covered 14,3 %, the functional space 18,5 %, the morphological space 26,8 % and the space of speed and technique 30,8 % of the middle distance running success variance. This paper shows the importance of technique and speed as well as morphology on the competition result in middle distance running of 15 to 19-year-old female athletes.

## VSEBINA

<b>1. UVOD</b>	<b>7</b>
<b>2. PREDMET IN PROBLEM DELA</b>	<b>10</b>
2.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI TEKOV KOT ATLETSKIH DISCIPLIN	10
2.2 POJAVNE OBLIKE TEKOV	11
2.3 KLASIFIKACIJA ATLETSKIH DISCIPLIN	13
2.4 TEK NA SREDNJE PROGE	14
2.4.1 SVETOVNI IN SLOVENSKI REKORDI V TEKIH NA SREDNJE PROGE	15
2.5 DEJAVNIKI USPEHA V TEKIH NA SREDNJE PROGE	16
2.5.1 FIZIOLOŠKE OSNOVE TEKOV	16
2.5.2 KRITERIJI FIZIOLOŠKE UČINKOVITOSTI	23
2.5.3 MORFOLOŠKI DEJAVNIKI USPEHA	25
2.5.4 TEHNIKA IN RACIONALNOST TEKA	27
2.5.5 TAKTIKA	28
2.5.6 PSIHOLOŠKA PRIPRAVA	28
2.5.7 OKOLJE	28
2.6 ŠPORTNA USPEŠNOST PRI MLADIH JE ODVISNA TUDI OD STOPNJE BIOLOŠKEGA RAZVOJA	29
<b>3. PROBLEM</b>	<b>35</b>
<b>4. CILJI</b>	<b>36</b>
<b>5. DELOVNE HIPOTEZE</b>	<b>37</b>
<b>6. METODE DELA</b>	<b>38</b>
6.1 VZOREC MERJENCEV	38
6.2 VZOREC SPREMENLJIVK	38
6.2.1 MORFOLOŠKE SPREMENLJIVKE	38
6.2.2 FUNKCIONALNE SPREMENLJIVKE	40
6.2.3 MOTORIČNE SPREMENLJIVKE	40
6.2.4 KRITERIJSKA SPREMENLJIVKA	41
6.3 POTEK MERITEV	42
6.3.1 TESTIRANJE NA TENZIOMETRIČNI PLOŠČI	42
6.3.2 TEST NA TEKOČI PREPROGI	43
6.4 METODE OBDELAVE PODATKOV	43

6.4.1 OSNOVNA STATISTIKA _____	44
6.4.2 REGRESIJSKA ANALIZA _____	45
<b>7. REZULTATI IN INTERPRETACIJA _____</b>	<b>46</b>
7.1 OSNOVNA STATISTIKA _____	46
7.2 KORELACIJSKA ANALIZA _____	53
7.3 REGRESIJSKA ANALIZA _____	60
7.4 ANALIZA REZULTATOV IN HIPOTEZ _____	66
<b>8. SKLEP _____</b>	<b>67</b>
<b>9. LITERATURA _____</b>	<b>71</b>

## 1. UVOD

Uspeh v posamezni športni disciplini je odvisen od mnogih dejavnikov, zunanjih in notranjih, prirojenih in naučenih, hkrati pa se ta množica dejavnikov med seboj povezuje v nek odvisen, kompliciran in kompleksen sistem. Na nekatere dejavnike lahko, na druge pa ne moremo vplivati, vsi pa kompleksno vplivajo na lastnosti posameznega športnika in tako tudi na njegovo zmožnost doseganja rezultatov.

*Če si predstavljamo uspešnost športnika na modelu čebra, kjer izoblikovanost lastnosti predstavlja dolžino posameznih lamel, iz katerih je čeber sestavljen, ugotovimo, da lahko vanj natočimo le toliko vode ali vina, kolikor je dolg najkrajši del, preden se tekočina izlije čez rob. Da pa bi lahko sod napolnili do konca, moramo vsako posamezno lamelo narediti dovolj dolgo. Seveda ne gre pozabiti osnove oz. dna čebra. Tem večjo površino bo imelo dno, večji volumen tekočine bo lahko držal končni izdelek. Vendar pa naš čeber ne bi držal vode brez močnih jeklenih obročev. To pa so psihološko-socialni dejavniki, kot je podpora družbe, v kateri športnik živi, in razni drugi socialni vplivi, motivacija za premagovanje napornih treningov, volja soočiti se z lastnimi omejitvami in neizmerna želja postati najboljši pri, tem kar delaš.*

Problem nastane zaradi medsebojne povezanosti in odvisnosti dejavnikov, zgodi se, da se pri poskusu izboljšanja ene lastnosti poslabša druga in obratno. Le hkratno oz. vzporedno izboljšanje lastnosti posameznika pripelje do višje ravni pripravljenosti. Če želimo minimizirati vpliv naključja, je prvi korak prepoznavanje in definiranje dejavnikov, ki vplivajo na uspeh oz. vsaj tistih, ki jih je moč spreminjati skozi trenajni proces. Druga stvar, ki jo je potrebno vedeti, pa je, v kolikšni meri nek dejavnik vpliva oz. v kolikšni meri je pomemben za disciplino. Nenazadnje pa je potrebno poznati medsebojne interakcije najpomembnejših dejavnikov.

Določanje enačbe specifikacije, ali vsaj nekaterih njenih delov, ima izjemen pomen ne le za teorijo posameznih športnih disciplin, temveč predvsem za prakso izbiranja kandidatov za vključevanje v treniranje in vodenje njihovega športnega izpopolnjevanja in razvoja (Šturm in Ušaj, 1985).

Resnici, ki jo skrivajo neugotovljene enačbe specifikacije posameznih športnih disciplin, se je mogoče približevati le postopoma. Ena od strategij v tej postopnosti je pojasnjevanje nekaterih njenih delov oziroma določanje vpliva le nekaterih dimenzij psihosomatskega statusa tekmovalcev na variabilnost njihovih športnih rezultatov (Šturm in Ušaj, 1985).

Že iz etičnega in moralnega vidika je pomembno, da vsak trener, ki se želi resno ukvarjati s svojim delom, pozna temeljne karakteristike posamezne discipline. To pa tudi pomeni, da je seznanjen z razmerjem psihomotoričnih dejavnikov, ki vplivajo na uspešnost. Brez tega temeljnega znanja že prva stopnja v procesu športne vadbe (načrtovanje trenažnega procesa) ne bo uspešna. Če ne prej se napačno zarisane smernice, še posebej pri mladih atletih, pokažejo čez nekaj sezon, ko rezultati začnejo stagnirati ali celo nazadovati.

Izhajamo iz predpostavke, da trenerji poznajo temeljne fiziološke in motorične značilnosti posameznih tekaških disciplin, s katerimi se ukvarjajo. Se pravi poznajo cilj oz. imajo predstavo o tem, kakšen nivo sposobnosti mora tekmovalec imeti, če se želi nadejati dobrih rezultatov v izbrani disciplini. Problem nastane pri programiranju trenažnega procesa, kjer je potrebno določiti količine in intenzivnosti vadbenih vsebin. Vadbene vsebine trenerji določajo na podlagi lastnega znanja in izkušenj, prav tako pa, eni bolj drugi manj uspešno, uporabljajo tuje izkušnje. Te izkušnje se pridobivajo s prebiranjem raziskav, člankov in monografskih publikacij različnih avtorjev. Ravno pri pridobivanju tujih izkušenj se pri nekritični obravnavi pojavi težava. Prehitro namreč prihaja do posploševanja rezultatov in do »preslikav«, uporabe določenih modelov treninga na neizkušene, premlade ali manj kakovostne tekmovalce. Večina takšnih raziskav je narejenih ali na premalem številu merjencev, da bi dopuščale posploševanje, ali pa na vzorcu vrhunskih atletov, ki ne dopuščajo prenosov ugotovitev na nižje kategorije.

Moramo se zavedati, da je človek odprt sistem, na katerega v vsakem trenutku delujejo najrazličnejši vplivi, ki se pri vsakem posamezniku različno manifestirajo. Če upoštevamo še vpliv dednosti, lahko upravičeno predvidevamo, da bodo ista vadbena sredstva imela različen učinek na vsakega posameznika. Šele s poznavanjem in nenehnim spremljanjem individualnih značilnosti posameznika je moč izpopolniti strukturo vadbenega procesa do te mere, da kar najbolj učinkovito spreminja psihomotorične sposobnosti, ki učinkujejo na tekmovalno zmogljivost (Ušaj, 1997).



Vprašanje, ki se rodi iz vsakega raziskovalnega dela, je, ali bodo dobljeni rezultati kakorkoli v pomoč pri praktičnem delu. V ta namen je smiselno uporabiti v raziskavi takšna sredstva in izbirati takšne teste, ki so najbolj dostopni, nezahtevni in v praksi ponovljivi, hkrati pa ne predragi. Seveda pa morajo biti tako izbrani, da kar najbolj reprezentirajo izbrano dimenzijo psihosomatičnega statusa.

Ta naloga bo poskusila razjasniti vsaj nekaj dejavnikov, ki pomembno vplivajo na uspešnost teka na srednje proge, in ponuditi razlage, ki bi lahko bile koristno uporabljene s strani stroke predvsem za praktično uporabo.

## 2. PREDMET IN PROBLEM DELA

Kot je že nakazano v uvodu se bo naloga ukvarjala s problemom interakcije dejavnikov, ter z pomembnostjo oz. deležem, ki definira končno uspešnost v tekih na srednje proge pri mladih tekmovalcih. Če želimo globlje prodreti v vsebino problema je potrebno poznati nekatere fiziološke osnove, nekatere morfološke in konstitucijske značilnosti tekačev, značilnosti obravnavanih disciplin in nekatera dognanja različnih avtorjev, da osvetlimo problematiko z vseh možnih kotov.

### 2.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI TEKOV KOT ATLETSKIH DISCIPLIN

Atletika (iz grške besede *athlos* - tekmovanje) je skupek športov, ki jih v osnovi sestavljajo teki, meti ali skoki. Atletika je bila osnovna športna zvrst na prvih olimpijskih igrah leta 776 pr.n.š. Najstarejša disciplina je najverjetneje bil tek na en "stadion" (stadij), ki je bil določen kot dolžina 600 stopal, kar danes večinoma opredeljujemo kot dolžino približno 192 m. Vendar je bil en stadij v Olimpiji dolg 197 m, v Atenah pa približno 177 m.

Tek na en stadij najverjetneje izvira iz teka svečnikov Zevsovega svetišča v Olimpiji, ki so med obredi pretekli 600 stopal, da so prižgali ogenj na žrtvenem oltarju. Tekmovališče (stadion) v Olimpiji je bilo dolgo 213 m in široko 29 m. Imelo je 20 vzporednih tekaških stez, širokih 1,4 m. Na cilju, ki je bil 197 m oddaljen od štarta, je na vsaki stezi stal drog, okoli katerega so tekmovalci obračali, če so tekli na dva ali več stadijev.

Običajni teki so bili sprint na en stadij, *diaulos* na dva stadija, *hipios* na štiri stadije in *dolihos*, dolgi tek na največ 24 stadijev. To je bil tudi najdaljši tek, ki so ga stari Grki poznali. Maratonski tek je izum našega časa. Skok v daljino je bil izključno z mesta, pri tem pa so uporabljali do 5-kilske uteži, s katerimi so si pri zamahu z rokami pomagali do daljšega skoka. Od metov so poznali met diska, ki je bil okrogla plošča iz kamna, lesa ali kakšne kovine in je bil težak tudi več kot 5 kg, ter met kopja, ki so ga metali v daljino in v tarčo.

V moderni atletiki obstajata dve sezoni, zimska in poletna. Za zimsko sezono je značilno, da se tekmovanja izvajajo v 200-metrskih pokritih dvoranah. Za 200-metrške proge imajo zelo ostre zavoje, zato so ti dvignjeni. Tekmovanja v poletni sezoni se odvijajo na prostem, na bolj primerni 400-metrski progi.

## **2.2 POJAVNE OBLIKE TEKOV**

V današnjem času se poleg tradicionalnih tekov na tekaški stezi pojavlja vse več novih tekaških oblik:

- ulični tek
- kros
- gorski tek

Prav tako pa se tek, kot oblika sprostitve, uveljavlja kot alternativa vse bolj stresnemu življenju. Vse več zdravnikov, strokovnjakov s področja zdravstva in ljudi, ki so preizkusili to obliko vadbe, priznava njegove pozitivne učinke ne samo za telesno, ampak tudi za psihično počutje tekačev.

**Ulični tek.** Ulični tek je tek, ki se za razliko od klasičnih tekov na progi in krosa odvija na cestah in ulicah krajev in mest. Ponavadi se tekmuje na razdaljah od 5 kilometrov do polmaratonov in maratonov. Udeležuje se ga navadno veliko število tekačev zelo raznolikih kvalitet, prav tako pa športniki invalidi.

Ulični tek od udeležencev zahteva, da so pripravljeni na različne lastnosti proge, kot so razni vzponi in spusti, ostri zavoji, raznovrstna podlaga, izpostavljenost vremenskim dejavnikom ter tek v veliki skupini. Slaba stran uličnih tekov je, da se ob teku na betonskih in asfaltiranih površinah povečujejo sile ob kontaktu noge s tlemi. Zaradi tega so sklepi spodnjih okončin ter hrbtenica veliko bolj izpostavljeni poškodbam kot pri teku po travi in zemlji.

V skupino uličnih tekov prištevamo tudi etapne teke, ki so zelo podobni kolesarskim etapnim tekmovanjem. Tekmovalec mora preteči določeno dnevno razdaljo - etapo. Tekmovanja te vrste ponavadi trajajo od 3 do 10 dni. Od tekmovalcev pa tak tek zahteva

popolno predanost in konstantni nadzor nad prehrano, počitkom, energijskim in psihološkim stanjem.

**Kros.** Kros (ang. Cross-country) je šport, pri katerem tekmuje ekipa tekačev. Proga je postavljena v naravnem okolju, zato se tudi podlaga spreminja od trave, blata, peska, zemlje in tudi vode. Ekipe so ponavadi sestavljene iz štirih do dvanajstih tekmovalcev. Je popularna oblika teka v naravi, ki se odvija predvsem v jesenskem in zimskem času, ko se podlaga zmehta.

Kros se prvič kot organizirana oblika športa pojavi na osnovnih šolah v Angliji v začetku devetnajstega stoletja. Leta 1883 je bila ustanovljena tudi Angleška kros unija (English Cross Country Union), ki je istega leta priredila državno prvenstvo. Leta 1887 je kros postal tudi formalni šport v Združenih državah Amerike, kjer se je ta oblika teka na začetku uporabljala izključno za trening. Kljub popularnosti športa je bil kros po letu 1924 izključen iz programa olimpijskih iger, ker naj bi bil neprimeren za poletne razmere.

Razdalje, ki jih tečejo pri tekmovanjih v krosu, so za ženske od dva do osem kilometrov, pri moških pa od pet do petnajst kilometrov.

**Gorski tek.** Gorski teki so se pojavili kot tekmovalna zvrst, kakršno poznamo danes, v osemdesetih letih v alpskih deželah in Angliji. Najstarejši zapis o tej sicer mladi športni zvrsti izvira iz leta 1068, ko je škotski kralj Malcom na tak način izbiral svojega osebnega kurirja. Skupaj z ostalimi ekstremnimi športi, kot so gorsko kolesarjenje, jadralno padalstvo, prosto plezanje in še nekateri, predstavljajo gorski teki nekakšen beg športnikov iz utesnenih stadionov in igrišč ter zasmrajenih cest v najčistejši del narave, to je neokrnjen hribovit svet.

Vprašanje, ki se pojavlja, je, ali sodi gorski tek v atletiko ali planinstvo. Filozofija planinstva temelji na stiku človeka z gorami, na osvajanju vrhov in premagovanju tehnično zahtevnih poti, ki vodijo na te vrhove, pri tem pa časovni faktor ni v ospredju. Filozofija atletike temelji na časovnem faktorju: kako po točno določeni poti kar najhitreje doseči cilj in hkrati biti čim hitrejši med tekmujočimi. In pri gorskih tekih gre prav za to: kako kar najhitreje premagati določeno progo. Proge za gorske teke so vedno dobro označene in povsem varne. Cilj je lahko na vrhu hriba, ni pa nujno.

## 2.3 KLASIFIKACIJA ATLETSKIH DISCIPLIN

V atletski stroki se pojavljajo različne klasifikacije atletskih disciplin. Najbolj splošna je delitev na teke, mete, skoke in atletsko hojo. Sam tek pa se naprej deli še po različnih kriterijih.

1. Najbolj poznana in največkrat uporabljena klasifikacija atletskih tekaških disciplin je glede na dolžino tekmovalne proge:
  - **šprint in podaljšan šprint:** razdalje do vključno 400 m. Najpogostejše so tek na 60 m (večinoma v dvorani), 100 m, 200 m in 400 m;
  - **tek čez ovire:** 110 m ovire (100 m ov. za ženske), 400 m ov;
  - **tek na srednje proge:** razdalje med 800 m in 3000 m. Najpogostejše so 800 m, 1500 m, 1 milja, 3000 m. Sem spada tudi tek čez zapreke (navadno 3000 m);
  - **tek na dolge proge:** teki, daljši od 5000 m, ponavadi 5000 in 10000 m; teki, daljši od 10000 m, potekajo na cestah, na največjih tekmovanjih se pogosto zaključijo na stadionu; najpogostejša sta polmaraton (21 km) in maraton (42 km);
  - **tek na ultra dolge proge:** sem spadajo teki, daljši od 42 km.
2. Klasifikacija tekaških disciplin z vidika hitrosti teka:

Preglednica 1: Klasifikacija tekaških disciplin z vidika hitrosti teka

<i>Disciplina</i>	<i>SR (čas)</i>	<i>V<sub>SR</sub> (m/s)</i>	<i>Klasifikacija</i>
100 m 200 m	9,79 19,32	10.21 10.35	Kratka anaerobna – šprint
400 m	43,19	9.26	Srednja anaerobna – podaljšan šprint
800 m	1:41,11	7.92	Dolga anaerobna – podaljšan šprint
1500 m 3000 m	3:26,00 7:20,67	7.28 6.82	Kratka aerobna – kratke srednje p.
5000 m 10000 m	12:37,35 26:20,31	6.61 6.33	Srednja aerobna – dolge srednje p.
21 km Maraton	59:17 2:04,55	5:93 5.63	Dolga aerobna – dolge proge

Legenda: SR = svetovni rekord,  $V_{SR}$  = hitrost teka ob svetovnem rekordu

3. Klasifikacija disciplin glede na stopnjo intenzivnosti fizioloških procesov (F. Dick, 1995):

- kratkotrajna anaerobna obr. (do 20") | alaktatni anaerobni en. vir
- srednja anaerobna obr. (do 60") | laktatni anaerobni en. vir
- dolgotrajna anaerobna obr. (90–120") | laktatni anaerobni + aerobni en. vir
  
- kratkotrajna aerobna obr. (2–8 min.) | laktatni anaerobni + aerobni en. vir
- srednja aerobna obr. (8 do 30 min.) | pretežno aerobni en. vir
- dolgotrajna aerobna (več kot 30 min.) | aerobni en. vir

## 2.4 TEK NA SREDNJE PROGE

Teki na srednje proge so discipline, ki so daljše od šprintov in krajše od tekov na dolge proge. Sem spadajo vse razdalje daljše od 400 m pa do 5000 m. Tek na 800 m je najkrajši izmed vseh tekov na srednje proge in je že od začetka olimpijska disciplina. Vključen je bil že v prvi atletski program leta 1928, vendar je bila disciplina izključena iz ženskega dela programa do leta 1960 zaradi prevelike izčrpanosti tekmovalk po tekmi.

**800 m.** Ker je tek na 800 metrov na meji med šprinterskimi disciplinami, zahteva poleg vzdržljivosti tudi šprintersko hitrost. Tako združuje dva najbolj zahtevna vidika šprint in vzdržljivost v eno samo tekaško disciplino.

Tek na 800 m je sigurno najbolj neizprosen izmed vseh disciplin v atletiki. Zahteva kombinacijo moči, čiste hitrosti in anaerobne vzdržljivosti. Anaerobne in aerobne zahteve za uspeh v teku na 800 m so zelo velike. V prvem krogu je predvideno razmerje med aerobnimi in anaerobnimi energijskimi zahtevami nekje 60 % proti 40 %, v drugem krogu se že pojavi merljiv delež kisikovega dolga, vendar disciplina ne dopušča popuščanja, zato se drugi krog teče na vse ali nič, predvideno razmerje med aerobnimi in anaerobnimi energijskimi zahtevami je sedaj obrnjeno 40 % proti 60 % ali pa še višje (Martin in Coe, 1995).

**1500 m.** Taktično in mentalno pa je tek na 1500 m najzahtevnejša srednjeprogaška disciplina. Tekme na 1500 metrov so telesno zelo naporne, zato je še posebno pomembna mentalna trdnost in sposobnost tekačev, da ohranjajo pozicijo na progi med tekmo in uresničujejo svoje taktične zamisli.

#### 2.4.1 SVETOVNI IN SLOVENSKI REKORDI V TEKIH NA SREDNJE PROGE

Preglednica 2: Svetovni rekordi v tekih na srednje proge, stanje 7. 2. 2008 - moški

800 m	1:41.11	Wilson Kipketer, Danska	1997
1000 m	2:11.96	Noah Ngeny, Kenija	1999
1500 m	3:26.00	Hicham El Guerrouj, Maroko	1998
milja	3:43:13	Hicham El Guerrouj, Maroko	1999
2000 m	4:44.79	Hicham El Guerrouj, Maroko	1999
3000 m	7:20.67	Daniel Komen, Kenija	1996

Preglednica 3: Svetovni rekordi v tekih na srednje proge, stanje 7. 2. 2008 - ženske

800 m	1:53.28	Jarmila Kratochvílová, Čehoslovaška	1983
1000 m	2:28.98	Svetlana Masterkova, Rusija	1996
1500 m	3:50.46	Qu Yunxia, Kitajska	1993
milja	4:12.56	Svetlana Masterkova, Rusija	1996
2000 m	5:25.36	Sonia O'Sullivan, Irska	1994
3000 m	8:06.11	Wang Junxia, Kitajska	1993

Preglednica 4: Slovenski rekordi v tekih na srednje proge, stanje 19. 11. 2007 - moški

800 m	1:46.84	Rafko Marinič	1992
1000 m	2:20.36	Rafko Marinič	1992
1500 m	3:39.29	Aleš Tomič	2002
milja	3:58.89	Bekim Bahtiri	1993
2000 m	5:08.4	Stane Miklavžina	1981
3000 m	7:51.35	Stanko Lisec	1978

Preglednica 5: Slovenski rekordi v tekih na srednje proge, stanje 19. 11. 2007 - ženske

800 m	1:55.19	Jolanda Čeplak	2002
1000 m	2:31.66	Jolanda Čeplak	2002
1500 m	4:02.44	Jolanda Čeplak	2003
milja	4:29.58	Jolanda Čeplak	2006
2000 m	6:00.64	Helena Javornik	1997
3000 m	8:50.71	Helena Javornik	2000

## 2.5 DEJAVNIKI USPEHA V TEKIH NA SREDNJE PROGE

Dejavnikov, ki vplivajo na uspešnost športnika v vzdržljivostnih disciplinah, je zelo veliko, povezave med njimi pa so zelo komplicirane in kompleksne. Na nekatere dejavnike, ki izvirajo iz tekmovalca, je moč vplivati, na druge, zunanje dejavnike, pa nimamo vpliva. Dejavniki, ki v veliki meri definirajo uspeh posameznika v disciplini, so hkrati tisti, ki jih s pravilno športno vadbo lahko spreminjamo.

Po Škofu (2007) je vzdržljivost odvisna od naslednjih dejavnikov:

- funkcionalnih sposobnosti organizma
- racionalnosti tehnike oz. ekonomičnosti trošenja ustvarjene energije
- morfoloških dejavnikov
- psiholoških dejavnikov
- dejavnikov okolja

### 2.5.1 FIZIOLOŠKE OSNOVE TEKOV

Med biološkimi dejavniki, ki v največji meri vplivajo na uspešnost na srednje proge, so najpomembnejši razpoložljivost in zaloge goriv za energetske procese, sposobnost ohranjanja fiziološkega ravnovesja v organizmu, sposobnost prenašanja in odpravljanja stranskih produktov presnovnih procesov (učinkovitost termoregulacijskih procesov pri odpravljanju ustvarjene toplote pri teku, puferskih mehanizmov pri nevtraliziranju



nekaterih produktov anaerobnega metabolizma), energetske procesi in delovanje živčno mišičnega sistema (Ušaj, 1990).

Pri vseh tekih, predvsem pa tekih na srednje proge, so še posebej zanimivi fiziološki dejavniki. Brez dvoma imajo energijski procesi zelo pomembno vlogo med dejavniki uspešnosti. ATP (adenozintrifosfat) je edino gorivo, ki ga človeško telo lahko uporabi za pretvorbo kemične energije v mehansko energijo. Ta pretvorba se dogaja v mišicah. ATP se hitro porablja, ker so njegove zaloge v telesu majhne. Zato je potrebna nenehna obnova zalog. Od intenzivnosti krčenja mišic oz. od intenzivnosti dejavnosti, s katero se človek ukvarja, pa je odvisno, katero pot obnove bo telo izbralo. Poznamo tri poti presnove goriv, s katerimi se resintetizira ATP:

- **Anaerobna alaktatna metabolična pot**

Omogoča najhitrejšo obnovo ATP s pomočjo kreatin fosfata. Obnova po tej poti se izkorišča le v prvih sekundah intenzivne aktivnosti, ko drugi viri zaradi počasnejšega zagona še niso funkcionalni. Učinkovitost anaerobne alaktatne energijske obnove je mogoče ocenjevati na podlagi testov šprinta in različnih skokov. Vendar pa so ti testi bolj kot od učinkovitosti alaktatne energijske obnove odvisni od učinkovitosti delovanja živčno-mišičnega sistema in tetivnega aparata.

- **Anaerobna laktatna metabolična pot**

Omogoča počasnejšo obnovo ATP s pomočjo glikogenolize. Reakcija poteka na osnovi pretvorbe ogljikovih hidratov v mlečno kislino. Izvor ogljikovih hidratov za to reakcijo predstavlja glikogen, skladiščen v mišici. Čeprav je količina ATP, ki ga proizvede ta energijska pot v določenem času velika, pa zaradi akumulacije mlečne kisline in izčrpanja zalog glikogena v mišicah ta proces ne more teči dolgo časa pri visoki intenzivnosti.

- **Aerobna metabolična pot**

Omogoča najpočasnejšo obnovo ATP. Prva faza tega procesa lahko poteka po dveh poteh, odvisno od goriva, ki se uporablja. To gorivo je lahko prosta glukoza iz krvi ali pa proste maščobne kisline, ki se sproščajo iz maščobnih depojev ravno tako v kri. Druga faza se odvija v biokemijskih reakcijah Krebsovega ciklusa, tretja faza pa v procesih respiratorne verige. Kisik, potreben za to reakcijo, se v

pljučih črpa iz atmosferskega zraka. Od sposobnosti pljuč in učinkovitosti krvožilja je odvisno, koliko tega kisika se bo preneslo v mišico. Aerobna učinkovitost tekača se meri po tem, koliko kisika lahko njegov organizem prenese in nato uporabi v mišicah za produkcijo energije.

Tekom aktivnosti so prisotni vsi trije procesi obnove ATP, vendar pa je njihovo razmerje oziroma njihov prispevek odvisen od intenzivnosti in trajanja aktivnosti. V stroki se uporabljajo termini, kot so pretežno alaktatna, pretežno laktatna in pretežno aerobna obremenitev.

Ni dvoma, da obstajajo med posameznimi disciplinami tekov na srednje in dolge proge pomembne razlike v strukturi udeležbe osnovnih energijskih mehanizmov v končnem rezultatu. Večji delež aerobnih procesov pri daljših razdaljah in večji delež anaerobnih procesov pri krajših razdaljah je očitna strukturna tendenca, ki izhaja iz temeljnih fizioloških dejstev (Šturm in Ušaj, 1985). Pri različnih hitrostih in dolžini teka se energijske potrebe pokrivajo iz različnih energijskih virov. Delež posameznega vira v pokrivanju energijskih potreb pri določeni tekaški razdalji je odvisen od njene intenzivnosti in trajanja.

Uspeh v teku na srednje proge je le-ta odvisen od hkratnega prispevka aerobnih in anaerobnih spremenljivk, ki dopuščajo atletu, da ohranja visoko hitrost skozi celotno razdaljo.

Relativni prispevek dveh metabolnih energijskih sistemov je funkcija dolžine tekmovalne razdalje, intenzivnosti in fizioloških zmogljivosti tekača. Tekači na srednje proge so lahko uspešni s fiziološkimi profili, ki vključujejo paleto aerobnih in anaerobnih zmogljivosti in te karakteristike jih ločujejo od tekačev na dolge proge (Brandon, 1995).

Brandon in Boileau (1992) sta pri določanju omejitvenih dejavnikov pri tekih na srednje in dolge proge prišla do naslednjega zaključka. Spremenljivke, ki najbolj omejujejo uspešnost teka na 1500 in 3000 m, so bile identične. Maksimalna poraba kisika je bila najpomembnejša, vendar pa sta pomembno vplivala tudi dolžina koraka in anaerobna kapaciteta. Uspešnost teka na 800 m pa so določale povsem druge spremenljivke. Največja hitrost je bila najpomembnejša, vendar pa so pomembno vplivali še  $VO_2$  max, delež maščobe in dolžina stegna. Ti podatki nakazujejo, da so tekači na 1500 in 3000 m lahko

uspešni v katerikoli od teh disciplin, medtem ko imajo tekači na 800 m drugačen profil in bi imeli težave pri tekmovanjih na 1500-metrski in 3000-metrski razdalji.

Še ena študija se je soočila s povezavo anaerobnih sposobnosti in tekom na srednje proge. Pri tej ameriški raziskavi so primerjali tri teste z največjo porabo kisika ( $VO_2$  max), vertikalni skok in Margita power run s tekmovalnim rezultatom teka na 5000 m. Regresijska analiza je pokazala, da sta na čas do odpovedi vplivali obe, in sicer anaerobna sposobnost (vertikalni skok) kot tudi aerobna kapaciteta ( $VO_2$  max). Ti rezultati nakazujejo, da anaerobni sistemi vplivajo na tekmovalne sposobnosti tekačev na srednje proge (Houmard, Costill, Mitchell, Park, Chenier, 1991).

Za tek na 800 m lahko rečemo, da pri tej vrsti napora, ki traja okoli dve minuti, prevladujejo anaerobni energijski procesi. Velika hitrost, ki jo dopušča razmeroma kratka tekmovalna proga, zahteva tolikšno hitrost produkcije energije, da je ni moč zadovoljiti z aerobnimi energijskimi procesi; relativno kratek čas trajanja napora pa ne dopušča, da bi se aerobni energijski procesi razvili do maksimalne ravni.

Tek na 1500 metrov traja že tako dolgo, da imajo aerobni metabolični procesi dovolj časa, da razvijejo svoj maksimalni potencial. Hitrost teka je le nekoliko manjša kot pri teku na 800 m, vendar pa vseeno močno presega zmožnosti aerobnega sistema, zato imajo anaerobni procesi še vedno dosti velik vpliv. Ravno tako doseže maksimalni nivo tudi pljučna ventilacija; pa tudi srčno-žilni sistem je v zadnjem delu proge maksimalno obremenjen (Šturm in Ušaj, 1985).

Viri si niso povsem enotni v tem, kolikšno je razmerje energijskih virov pri pokrivanju potreb za določene razdalje tekov (npr. pri navajaju anaerobnega deleža za tek na 800 m imajo zelo velik razpon, in sicer od 19 do 65 %) (Škof in Milić, 2002). Šturm in Ušaj (1985) sta se sklicevala na različne avtorje in navajata, da delež anaerobnega energijskega vira na 800 m znaša od 65 do 77 %, delež anaerobnega energijskega vira na 1500 m pa od 48 do 51 %. Martin in Coe (1997) pa se sklicujeta na druge vire in sta deleže energijskih virov po disciplinah strnila v naslednji tabeli.

Preglednica 6: Celotna energija in deleži posameznih virov pri teku na 600 m in 2400 m pri 10- in 14-letnih otrocih (arit. sredina  $\pm$  SD) (Škof in Milić, 2002)

Disciplina	Rez. (s)	v (m/s)	$\Delta$ LA (m-M/l)	VO <sub>2TOT</sub> (ml/kg)	$\Delta$ VO <sub>2EXE</sub> (ml/kg)	$\Delta$ VO <sub>2LA</sub> (ml/kg)	VO <sub>2LA</sub> (ml/kg)	VO <sub>2STOR</sub> (ml/kg)	% Aer. vira	% Anaer. vira
600 m		*	*	*		*	*		*	*
10 let (n = 12)	150.5 $\pm$ 14.9	4.02 $\pm$ 0.4	6.8 $\pm$ 1.4	124.6 $\pm$ 9.4	85.7 $\pm$ 12.5	20.6 $\pm$ 4.5	17 $\pm$ 1	2.3 $\pm$ 0.3	70.4 $\pm$ 5.6	29.6 $\pm$ 4.7
14 let (n = 16)	130.6 $\pm$ 11.1	4.60 $\pm$ 0.4	8.4 $\pm$ 1.6	117.8 $\pm$ 13.4	73.9 $\pm$ 9.7	25.4 $\pm$ 5	16.4 $\pm$ 4	2.3 $\pm$ 0.3	64.7 $\pm$ 5.1	35.3 $\pm$ 5.1
2400 m										
10 let (n = 11)	766.2 $\pm$ 97.7	3.18 $\pm$ 0.4	5.6 $\pm$ 1.8	549.7 $\pm$ 43	513.6 $\pm$ 49	16.7 $\pm$ 5.5	17 $\pm$ 1	2.3 $\pm$ 0.3	94 $\pm$ 1	6 $\pm$ 0.4
14 let (n = 12)	704.0 $\pm$ 85.7	3.45 $\pm$ 0.4	7.1 $\pm$ 3.5	560.8 $\pm$ 38	519 $\pm$ 40	21.3 $\pm$ 10.7	16.4 $\pm$ 4	2.3 $\pm$ 0.3	93 $\pm$ 0.8	7 $\pm$ 0.2

Legenda:  $\Delta$ LA 5 min: razlika v vsebnosti laktata po in pred obremenitvijo; VO<sub>2TOT</sub>: celotna energijska poraba med tekom; VO<sub>2EXE</sub>: količina kisika iz transportne verige; VO<sub>2STOR</sub>: kisikove zaloge v mišici;  $\Delta$ VO<sub>2LA</sub>: ekvivalent kisika iz glikolize; VO<sub>2LA</sub>: ekvivalent kisika iz kreatinfosfatnih zalog; \* statistično pomembna razlika med vrednostjo parametra pri 10- in 14-letnih otrocih pri posameznem testu.

Preglednica 7: Razmerje energijskih deležev, ki vplivajo na tekmovalno uspešnost (Martin in Coe 1997)

Disciplina	Svetovni rekord		Pribl. % VO <sub>2</sub> max	Karakteristika napora	Delež energijskih zahtev (%)		
	moški	ženske			KP	LA	AER
100 m	9.85	10.49	NU	Max. naprežanje;	70	22	8
200 m	19.73	21.34	NU	Max. naprežanje;	40	46	14
400 m	43.29	47.60	NU	99 % max. nap.; podaljšana hitrost	10	60	30
800 m	1:41.73	1:53.28	135	98 % max. nap.; vzdržljivost v hitrosti	5	38	57
1500 m	3:27.37	3:50.46	112	95 % max. nap.; hitrost v vzdržljivosti	2	22	76
3000 m	7:20.67	8:06.11	102	90 % max. nap.; vzdržljivost s hitrostjo	<1	12	88
5000 m	12:44.39	14:36.45	97	85 % max. nap.; podaljšana vzdržljivost s hitrostjo	<1	7	93
10000 m	26:43.53	29:31.78	92	podaljšana vzdržljivost z nekaj hitrosti	<1	3	97
maraton	2:06:50	2:21:06	82	Zmerna aerobna obr.; podalj. vzdr.; nekaj hitrosti	<1	<1	99

Legenda: NU = ni uporabno, KP = kreatin fosfatni vir, LA = laktatni vir, AER = aerobni vir

Intenzivnost teka na srednje proge je pri 100–135 % hitrosti pri VO<sub>2</sub> max. Pri teku na 800 m je razmerje med aerobnim in anaerobnim prispevkom 57/38, pri teku na 1500 m je to razmerje 76/22, pri teku na 3000 m pa 88/12.

Hitrost, s katero aerobna metabolična pot lahko zagotavlja energijo v zadostni meri, je odvisna od dveh faktorjev: sposobnosti tkiv za uporabo kisika pri razgradnji goriv in od

sposobnosti pljuč, srca, krvi, žil in celic za transport kisika do mitohondrijev v mišičnih celicah. Čeprav bi se teoretično v laboratoriju dalo ta dva faktorja izmeriti, se temu izognemo z merjenjem aerobne moči, kjer transport in utilizacijo obravnavamo kot enoten dejavnik.

Kisik, ki ga vdihnemo, nadaljuje pot prek pljuč oziroma pljučnih mešičkov do pljučnih kapilar. Vmes preide difuzijsko membrano, ki se med naporom stanjša in poveča ter mu tako olajša prehod. Koliko kisika bo prešlo v kri, je odvisno od hitrosti kroženja krvi v telesu ter njene nasičenosti s preostankom kisika, ki se vrača iz mišice. Večji kot je napor, manj bo kisika v venski krvi in kisik iz pljuč bo hitreje prehajal skozi membrano v arterijsko kri. Srce je tista mišica, ki kri pošilja po telesu. Med naporom se srce poveča in tako poleg hitrejšega bitja prečrpa več krvi. Med naporom ob enem utripu srce netreniranega posameznika prečrpa od 100 do 130 mililitrov krvi, srce treniranega celo do 200 mililitrov.

Volumen krvi, ki predstavlja približno 7 odstotkov telesne mase, je pomemben dejavnik pri porabi kisika. Več kot je krvi v telesu, več kisika lahko prenese. V sami krvi ves čas poteka izmenjava snovi in vode med krvno plazmo ter celicami, prisotnimi v krvi. Izmenjava snovi je odvisna od velikosti krvnega tlaka. Med naporom se zaradi pronicanja vode skozi steno kapilar kri zgosti. To je deloma pozitivno, saj se tako poveča tudi njena sposobnost za prenos kisika s hemoglobinom, ki prvega veže nase in ga nosi po krvi. Več kot je hemoglobina, več kisika bo prišlo po krvi. Največja količina, ki jo lahko sprejme liter krvi, je 200 mililitrov. Toliko kisika je v arterijski (dovodni) krvi, ki jo srce pošilja predvsem do glavnih mišic med naporom. V mišice, ki med naporom opravljajo glavno delo, tako pride kar 80 do 90 odstotkov celotne količine, ki jo potisne srce. Ko se vrača kot venska kri, je kisika v njej le še za 25 odstotkov prvotne vrednosti.

Ko pride do mišičnih celic, je od tipa celice odvisno, kakšen bo končni izkoristek kisika. Počasne mišične celice, kjer potekajo oksidacijski procesi, imajo, po sestavi encimov, energijskih in drugih snovi v njej, najučinkovitejšo izrabo kisika z vidika vzdržljivosti. V povprečnem telesu je od 50 do 55 odstotkov tega tipa celic glede na vse mišične celice. Vzdržljivostni športniki imajo večji odstotek počasnih mišičnih vlaken, tudi do 80 odstotkov, športniki, pri katerih prevladuje eksplozivnost, pa samo 30 odstotkov.

Vendar pa uspešnost pri vzdržljivostnem teku ni odvisna le od učinkovitosti presnovnih poti pri ustvarjanju kemične energije za delo. Ob ustvarjanju energije, ne glede na to, ali gre za aerobne ali anaerobne presnovne poti, poleg ATP v vsakem energijskem sistemu nastajajo stranski produkti, ki rušijo notranje ravnovesje (homeostazo) v organizmu. Stranski produkti, v končni fazi, povzročajo živčno-mišično utrujenost. Ovirajo nadaljnji potek presnovnih procesov, znižujejo aktivnost centralnega živčnega sistema in vplivajo na nižjo kontraktilno funkcijo skeletnih mišic. Zato jih je potrebno iz organizma odstraniti, z odpravo toplote, ki jo zagotavljajo termoregulacijski mehanizmi, in z odpravo H<sup>+</sup> ionov, prostih radikalov itd., kjer imajo glavno vlogo puferski sistemi, antioksidanti itd. (Škof, 2007).

**Ohranjanje stalne telesne temperature.** Ohranjanje stalne telesne temperature je življenjskega pomena. Brez termoregulacijskih mehanizmov za odvajanje odvečne toplote v okolje bi v vročini ali ob športni dejavnosti prišlo do povečanja telesne temperature in pregrevanja organizma, kar bi pomenilo veliko nevarnost okvar notranjih organov, v skrajnem primeru celo smrt (Škof, 2007). Hipotalamus je središčno mesto termoregulacije, kjer se nahajajo termoreceptorji, ki reagirajo na vsako povečanje temperature jedra telesa. Prav tako hipotalamus sprejema dodatne informacije tudi iz termoreceptorjev v koži in hrbtenjači. Na podlagi vseh informacij se oblikujejo termoregulacijski odzivi. Če temperatura jedra naraste preko normalne vrednosti ( $37\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ ), se poveča prekrvavitev kože, kar posledično pomeni tudi transport toplote od jedra proti periferiji, s tem temperatura jedra pade. Nadalje se organizem odzove s povečanim izločanjem znoja. S hlapenjem znoja telo ohlaja kožo in s tem oddaja ostalo odvečno toploto v okolje (Despopoulos in Silbernagl, 1991).

**Ohranjanje acido-baznega ravnovesja.** Zaradi medsebojne povezanosti opisanih treh energijskih procesov pa prihaja pri povečani intenzivnosti teka do vključevanja anaerobnih glikolitičnih procesov. Povečana intenzivnost teka povzroči, da se hitrost glikogenolize toliko poveča, da organizem ni več zmožen odstraniti piruvične kisline po aerobni metabolični poti, zato se povečuje produkcija mlečne kisline. Disociirani vodikovi in laktatni ioni difundirajo iz mišične celice v medceličnino in v plazmo. Poveča se kislost organizma oz. zniža pH. Vodikovi ioni reagirajo v krvi predvsem z bikarbonatnimi pufri (HCO<sub>3</sub>), ki igrajo najpomembnejšo vlogo pri ohranjanju acido-baznega ravnovesja. Ker pa se laktat lahko uporabi za produkcijo energije v nekaterih drugih tkivih in organih, pa

naraščanje laktata v krvi ni linearno povezano s produkcijo laktata v mišicah. Zato gre pri količini laktata v krvi za razliko, ki nastane med laktatom iz mišic in laktatom, porabljenim v drugih tkivih in organih.

## **2.5.2 KRITERIJI FIZIOLOŠKE UČINKOVITOSTI**

### **Maksimalna aerobna moč**

Aerobno pripravljenost športnika najbolj objektivno izmerimo z največjo porabo kisika, skrajšano  $VO_2 \max$ .

Maksimalna aerobna moč je enaka maksimalni količini kisika, ki ga je organizem sposoben prenesti iz atmosfere do tkiv. Maksimalna aerobna moč je kvantitativni ekvivalent maksimalne porabe kisika na časovno enoto, ki se izraža pri posamezniku med aktivnostjo, katere intenzivnost se stopnjuje do izčrpanosti (MacDougall idr., 1990). Izraža se v absolutni meri v litrih na minuto (l/min), ta mera se uporablja pri športih, kjer je telo športnika nošeno z zunanjimi sredstvi in mu ni potrebno premagovati sile gravitacije (kolesarstvo, veslanje, plavanje). Kot relativna mera v mililitrih kisika na kilogram telesne teže na minuto (ml/kg/min) se uporablja za primerjavo zmogljivosti v vzdržljivostnih športih, kjer je potrebno premagovati težo lastnega telesa (tek, tek na smučeh, ...).

### **Merjenje $VO_2 \max$**

Natančno merjenje  $VO_2 \max$  vključuje fizični napor, zadosten po trajanju in intenzivnosti, da v zadostni meri obremeni aerobni energijski sistem. Na splošno, klinična in atletska testiranja vključujejo stopenjski obremenilni test, ki se lahko izvaja na tekoči preprogi ali pa na cikloergometru. Testiranje poteka tako, da se med obremenitvijo intenzivnost progresivno povečuje, medtem ko se merijo ventilacija in koncentracija kisika in ogljikovega dioksida v izdihanem zraku.  $VO_2 \max$  je dosežen, ko poraba kisika doseže plato kljub povečanju intenzivnosti vadbe.

$VO_2 \max$  je dobro definiran s Fickovo enačbo:

$$VO_2 \max = Q (CaO_2 - CvO_2)$$

Kjer je Q srčno delo (produkt utripnega volumna srca in frekvence utripov),  $CaO_2$  je vsebnost kisika v arterijski krvi in  $CvO_2$  je vsebnost kisika v venski krvi (arterio-venska razlika).

VO<sub>2</sub> max zelo variira znotraj določene populacije. Vrednost VO<sub>2</sub> max pri povprečnem mladem netreniranem moškem je približno 3,5 litrov/min oz. 45 ml/min/kg. Vrednost VO<sub>2</sub> max pri povprečni mladi netrenirani ženski je približno 2,0 litrov/min oz. 38 ml/min/kg.

V športih, kjer igra vzdržljivost pomembno vlogo, kot so kolesarjenje, veslanje, nordijsko smučanje in tek, imajo atleti svetovnega merila značilno visok največji volumen kisika. Najboljši svetovni atleti, kolesarji in nordijski tekači imajo VO<sub>2</sub> max višji od 80 ml/kg/min, le peščica teh prekorači celo 90 ml/kg/min (moški) in 70 ml/kg/min (ženske). Po drugi strani pa veslači, ki so konstitucijsko zelo veliki vzdržljivostni športniki, ne dosegajo dobrih relativnih rezultatov, ampak zelo visoke absolutne vrednosti VO<sub>2</sub> max. Moški veslači dosegajo absolutne rezultate tudi preko 6 litrov/min, nekateri celo preko 8 litrov/min.

### **Laktatni prag**

Progresivno naraščanje intenzivnosti nenazadnje pripelje do stopnje, kjer se izenači ta produkcija in poraba laktata. V tej fazi je organizem še sposoben kompenzirati za povečano produkcijo laktata. Vsako nadaljnjo povečevanje intenzivnosti nad to točko pomeni povečano aktivnost anaerobnih metaboličnih procesov. Ta kritična intenzivnost, nad katero se pojavi povečano kopičenje laktata, se imenuje laktatni prag.

Za tekmovalce na dolge proge je zelo pomemben čim višji laktatni prag. Višji kot je laktatni prag, kasneje se pojavi kopičenje laktata in z njim utrujenost. Dokazano je bilo, da je laktatni prag pomembno povezan s teki nad 5000 m, da pa ni v povezavi s tekom na 800 m. Zato je laktatni prag bolj pomemben za teke na dolge kot za teke na srednje proge (Brandon, 1995).

Postopki za diagnostiko vzdržljivosti temeljijo na merjenju metaboličnih in kardiovaskularnih odzivov organizma. Testiranja te vrste se najpogosteje izvajajo v laboratorijih. Pod kontroliranimi pogoji se na tekaški preprogi ali cikloergometru postopno povečuje intenzivnost do točke popolne izčrpanosti, hkrati pa se merijo odzivi organizma. Meri se poraba kisika, produkcija ogljikovega dioksida in vsebnost laktata v krvi. Tak testni protokol omogoča prepoznavanje treh pokazateljev vzdržljivosti: največjo tekmovalno zmogljivost, največjo aerobno moč (VO<sub>2</sub> max) in mejo laktatnega praga (anaerobnega praga) (Škof, 2003; Wilmore, Costill, 2005).



### 2.5.3 MORFOLOŠKI DEJAVNIKI USPEHA

Antropometrične značilnosti so pri nekaterih športih ali disciplinah tako pomembne, da se že na podlagi le-teh selekcioniira perspektivne mlade tekmovalce. Pri vzdržljivostnih tekih in nasploh v športih, kjer je potrebno premagovati silo gravitacije, je za uspeh pomembno pravo razmerje med mišično maso in ostalo maso telesa (kosti, organi, maščobna masa). Pri tekih na srednje proge, ki trajajo relativno kratek čas, je opaziti tendenco za povečevanje mišične mase.

Antropometrične značilnosti, predvsem dolžina segmentov, vplivajo neposredno na tehniko teka. Tehnika teka določa racionalnost trošenja ustvarjene energije. Posledice slabe tehnike teka je neposredna izguba energije. Zaradi dolžine nog se neposredno poveča dolžina koraka pri teku. Daljše noge imajo za posledico spremembo vzvodov in zaradi tega večjo silo.

Tanaka in Matsuura (1982) sta v eni izmed svojih študij prišla do zaključka, da antropometrične značilnosti tekačev na srednje in dolge proge v enaki meri pogojujejo tako uspešnost kot fiziološke značilnosti. Ugotovila sta, da so tri antropometrične spremenljivke (obseg prsi, dolžina noge in obseg stegna) v največji povezavi s teki na 800, 1500 in 5000 m ter obrazložijo približno 20 do 40 % variance.

Že na prvi pogled vidimo, če primerjamo atlete različnih disciplin, da med njimi obstaja opazna konstitucijska razlika. Po konstituciji lahko atlete dokaj hitro razvrstimo v tri skupine. V prvi skupini so metalci, za katere je poleg že tako velike višine in teže telesa značilna velika mišična in kostna masa ter relativno visok odstotek maščobnega tkiva. V drugo skupino spadajo tisti, ki imajo veliko mišično maso in nizek odstotek maščobne mase - »atletska postava«. Sem sodijo vsi šprinterji ter nekateri skakalci v daljino in nekateri metalci kopja. V tretjo skupino pa sodijo atleti z relativno nizkim odstotkom mišične mase in zelo nizkim odstotkom maščobne mase, to so skakalci v višino, nekateri skakalci v daljino ter srednje- in dolgo progaši.

V športni praksi se velikokrat uporabljajo tri komponente morfološke zgradbe ali somatotipa za definicijo tipa postave: ektomorfna, mezomorfna in endomorfna

komponenta. Vse komponente se ocenjujejo na skali od 1 do 7, odvisno od prevladujočih parametrov.

**Endomorfni telesni tip.** Zanj je značilna povečana količina maščobnega tkiva zaradi večjega števila maščobnih celic, kot jih ima povprečen človek, kot tudi večji delež mase notranjih organov. Za endomorfe je značilen širok pas, globok prsni koš, relativno kratke noge in roke ter masivna zgradba kosti.

**Mezomorfni telesni tip.** Zanj je značilna visoka stopnja mišične rasti in velik delež mišičnega tkiva. Za mezomorfe je značilno, da imajo močne in lepo oblikovane ude s poudarjenimi mišicami, široka močna ramena in močan trup, ozek pas in medenico, hkrati pa imajo nizek odstotek maščobnega tkiva.

**Ektomorfni telesni tip.** Zanj so značilne dolge noge in roke ter kratek trup in po nekaterih trditvah večji delež živčnega tkiva. Ektomorfi imajo dolge in tanke mišice, ponavadi imajo zelo nizke zaloge maščobnega tkiva.

**Telesna teža.** Ker na tek sila gravitacije negativno vpliva, je, predvsem za discipline, ki temeljijo na vzdržljivosti, pomembna čim nižja telesna teža. Teoretično bi to držalo, vendar je potrebno upoštevati, da ima mišična masa poleg negativnega gravitacijskega učinka tudi ključni pozitiven učinek. Mišice so tiste, ki razvijajo silo in tako omogočajo gibanje in tek. Zato je za učinkovitost v tekaških disciplinah potrebno predvsem optimalno razmerje med mišično maso na eni strani ter maso okostja, maso notranjih organov in maso maščobnega tkiva na drugi strani. Pri ustvarjanju tega razmerja pa je potrebno upoštevati tudi dejstvo, da čim krajša kot je tekaška razdalja, večja je hitrost teka in s tem potrebna mišična sila.

Za tekmovalce na srednje proge velja, da imajo prednost tisti, ki ob enakih funkcionalnih energijskih sposobnostih zmorejo razviti večjo silo v mišicah. Zato se srednje progaši ponavadi odločijo za tak režim treninga, ki bo povečal mišično maso in s tem absolutno mišično silo, ki jo lahko razvijejo. Večja absolutna moč mišic zagotavlja pri nižji obremenitvi, ki jo tekmovalni nastop predstavlja, da bodo mišice učinkovito delovale dalj časa. Zato so predvsem na kratke srednje tekmovalne razdalje primernejši tekači s poudarjeno mezomorfno komponento.

**Telesna višina.** Ravno tako imajo na srednjih progah višji tekači prednost pred nižjimi. Z večjo telesno višino je sicer povezana tudi višja telesna teža in večja površina telesa, vendar pa tudi večja dolžina udov. Večja dolžina noge pogojuje večjo dolžino njenih segmentov (stopala, golenice, stegenice) in s tem daljše vzvode. Zaradi daljših vzvodov prihaja v sklepih do večjih navorov in s tem do večje manifestacije mišične sile.

Predvsem za tekače na daljše proge je primernejša manjša telesna masa, zato ker se te discipline tečejo v nižjem tempu in je zanje potrebna relativno nizka mišična moč. Za tekače na dolge proge sta značilni lahka telesna konstitucija in zelo nizek odstotek maščobne mase. Maščobna masa namreč predstavlja neefektivno maso oz. je samo balast. Tekači na dolge proge so ektomorfni tipi.

#### **2.5.4 TEHNIKA IN RACIONALNOST TEKA**

Med dejavnike, ki vplivajo na uspeh v teku na srednje proge, ne gre zanemariti racionalne tehnike teka. Optimalna tehnika teka je tista, pri kateri tekač pri določeni hitrosti teka porabi čim manj energije.

Značilnosti dobre tehnike teka na srednje proge so:

- Aktivno postavljanje noge na sprednji zunanji del stopala
- Hiter in močan odziv – oporna faza je krajša od letne faze
- Sproščeno gibanje rok, ki je usklajeno z gibanjem nog
- Med tekom glava ostaja mirna
- Visok položaj bokov
- Čim bolj premočrten tek, brez odvečnih rotacij

Med psihomotoričnimi dejavniki sta poleg vzdržljivosti za tek na srednje proge pomembna še moč in hitrost. Razvoj moči je pomemben zaradi vpliva na izkoriščanje elastične energije in njene pretvorbe v mehansko. Visoka raven največje hitrosti pa je pomembna zaradi relativno kratke dolžine teka, ki je po svojih značilnostih podobna podaljšanemu šprintu.

### **2.5.5 TAKTIKA**

Pri modernem teku na 800 m tekmovalci štartajo z visokim štartom vsak v svoji stezi. Po prvi krivini, po približno 115 metrih, se tekmovalci združijo in tečejo po notranji stezi. Teči pri maksimalni hitrosti tekom celotne razdalje je nemogoče, zato igra taktika teka pomembno vlogo pri končnem uspehu tekmovalca. Tek v ospredju se velikokrat smatra za neprimerne, kajti zasledovalci so tisti, ki lahko odločajo o času za napad na vodečega. Prav tako občutijo vodeči večji zračni upor kot zasledovalci. Prednost takega teka pa je, da tekmovalec ni izpostavljen gneči, ki lahko privede do padcev in raznih udarcev s komolci. Druga dobra stran teka na čelu pa je kontrola tempa. Tekmovalci z bolj izraženimi šprinterskimi sposobnostmi imajo raje počasne teke, tako lahko prihranijo svoje moči za zaključni šprint. Tisti z bolj razvito vzdržljivostno komponento pa imajo raje enakomerno hitre teke.

### **2.5.6 PSIHOLOŠKA PRIPRAVA**

Potencialnega vrhunškega tekača na srednje proge odlikujejo predvsem tri lastnosti: tekmovalnost, perfekcionizem in samo kontrola. Vse tri lastnosti pomagajo atletu prenašati specifične značilnosti treninga in teka na srednje proge.

Tudi izražene psihološke sposobnosti posameznika lahko pomenijo razliko med prvakom in poražencem. Zagotovo pa lahko trdimo, da so tekmovalci z močno voljo, vztrajnostjo, pravim sistemom vrednot in visokim pragom bolečine bolj uspešni od tistih, ki teh sposobnosti nimajo ali pa niso tako močno razvite.

### **2.5.7 OKOLJE**

Na trenutni tekmovalni rezultat vplivajo tudi številni dejavniki okolja: kraj in čas tekmovanja, temperatura, vlažnost in onesnaženost zraka, nadmorska višina, gladalci, konkurenca, primernost športnih rekvizitov, osebna oprema tekmovalca, tekmovalni sistem itd.

## 2.6 ŠPORTNA USPEŠNOST PRI MLADIH JE ODVISNA TUDI OD STOPNJE BIOLOŠKEGA RAZVOJA

Razvoj posameznih sposobnosti človeka ni premočrten, pač pa imajo v obdobju adolescence (zlasti v predpubertetnem in pubertetnem obdobju) različni funkcionalni, endokrini in drugi sistemi svoj specifičen razvoj. Tudi procesi socialnega zorenja in oblikovanja osebnostnih potez so prav v tem obdobju najbolj burni. Zato ločimo trening mladih (trening začetnikov in oblikovalni trening) in vrhunski trening. Proces treninga mladih predstavlja tiste vsebine in metode dela, ki ustvarijo čvrste temelje višji storilnosti v nadaljevanju športne poti (Auersperger, 2007).

Biološki razvoj je proces spreminjanja organskih sistemov, histokemijskih, fizioloških, biokemijskih in drugih sprememb v organizmu, ki se zgodijo v času od rojstva (spočetja) do stopnje polnega razvoja (odraslosti) (Škof, PP predstavitev).

R. M. Malina je razdelil biološki razvoj otrok na več obdobj:

- **Obdobje dojenčka** (do 1. rojstnega dne)
- **Zgodnje otroško obdobje** (predšolsko obdobje)
- **Srednje otroško obdobje** (6–10/12 let)
- **Adolescenca** (pri ženskah 10–18 let; pri moških 12–20/22 let)

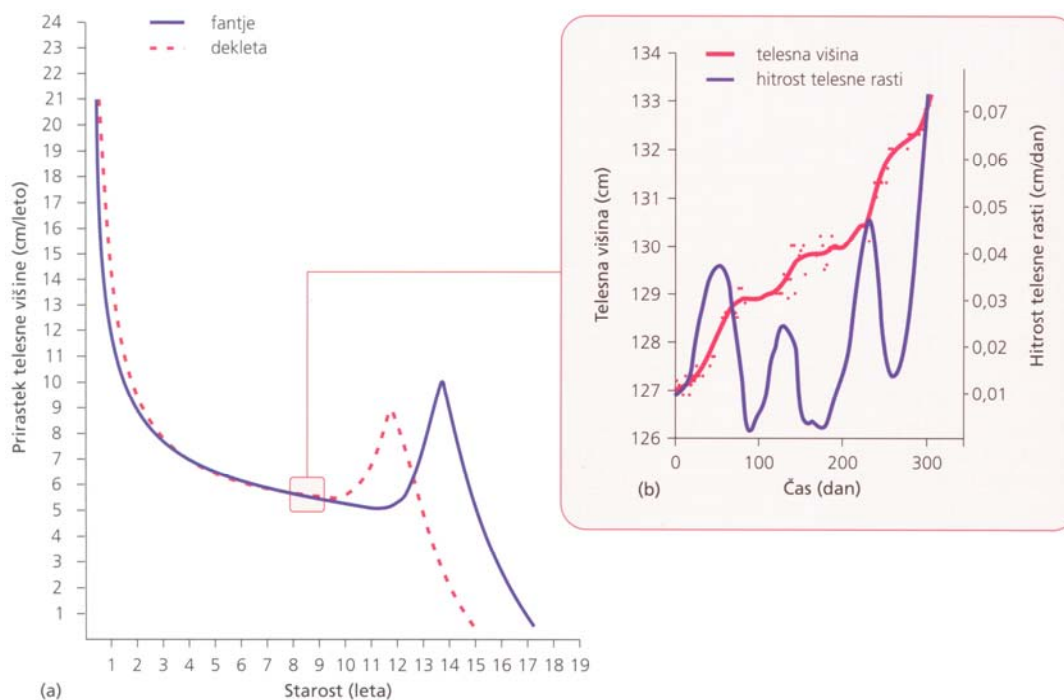
V obdobju adolescence imajo v številnih športnih disciplinah prednost fantje s hitrejšim biološkim razvojem. Za dekleta pa velja, da so tista, ki zamujajo v biološkem razvoju, motorično bolj učinkovita in dosegajo boljše rezultate. Fantje v zgodnjem razvoju kažejo večjo sposobnost razvoja mišične sile (tako absolutne kot tudi relativne) kot tisti v poznem razvoju.

### **Značilnosti adolescence**

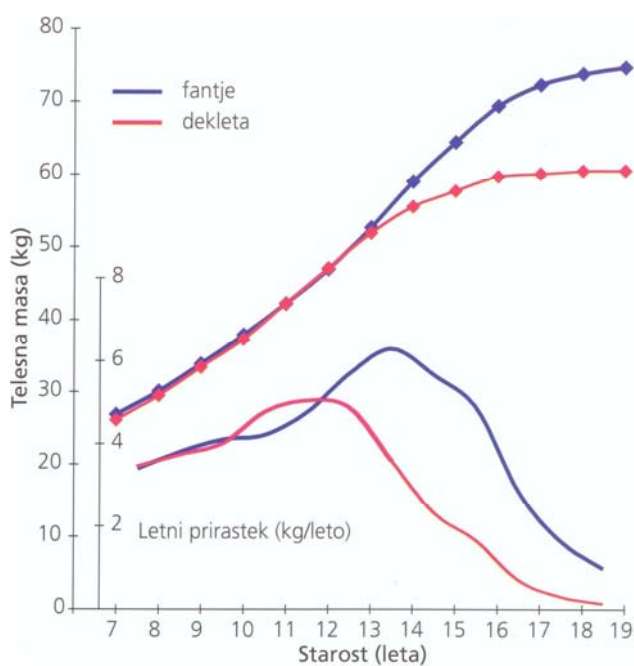
Biološki razvoj opredeljujejo telesni ali somatski razvoj, spolni razvoj, razvoj živčnega sistema, razvoj hormonskega sistema in gibalni razvoj (Škof in Kalan, 2007). Povečevanje longitudinalnih in transverzalnih mer je najbolj očitno izražen znak biološkega razvoja, zlasti v pubertetnem obdobju. Od rojstva do zgodnjega odraslega obdobja višina in teža sledita dinamiki rasti, ki je določena v štirih stopnjah. Zelo hitra rast v obdobju dojenčka in

zgodnjem otroškem obdobju, stabilna in enakomerna rast v srednjem otroškem obdobju, zelo hitra rast v pubertetnem obdobju (obdobje pospešene rasti - PHV) in počasna rast do odraslosti, telesna teža ponavadi raste tudi po tem obdobju.

Slika 1: Dinamika telesne rasti v različnih obdobjih biološkega razvoja (a) in prikaz dinamike telesne rasti v času enega leta (b) (po Škof in Kalan, 2007)



Slika 2: Dinamika prirastka telesne mase pri slovenskih otrocih in mladostnikih od 7. do 19. leta starosti (po Škof in Kalan, 2007)



Obdobje največjega prirastka višine (ang. peak height velocity – PHV) je za ženske obdobje med 10. in 12. letom, za moške pa obdobje med 12. in 14. letom, ko je prirastek višine največji. Pri dečkih znaša prirastek višine med 8 in 10 cm letno, pri dekletih pa je za 3 do 5 cm nižji kot pri fantih. Za to obdobje je značilen neskladen razvoj telesnih segmentov. Noge prehitevajo rast trupa in rok. Zaradi tega lahko prihaja do začasnega rušenja motoričnih programov.

Obdobje največjega prirastka teže (ang. peak weight velocity – PWV) pa zaostaja za PHV od 0,5 do 1 leta. Največji prirastek teže je za ženske med 11. in 13. letom, za moške pa med 14. in 16. letom. Telesna teža se v tem obdobju poveča, v prvi vrsti, na račun mišične mase, ki pri odraslih ljudeh predstavlja okoli 50 % telesne teže, znatno pa se poveča tudi kostna masa (Škof in Kalan, 2007). Velikost, teža telesa in telesna kompozicija so pomembni faktorji, ki vplivajo na moč in motorično učinkovitost posameznika. Medsebojno vplivanje teh faktorjev pa se spreminja z različnimi metodami merjenja in s starostjo merjencev.

Skozi biološki razvoj se spreminja tako delež mišične mase kot tudi kemična struktura mišičnega tkiva, metabolične in kontraktilne značilnosti mišične celice. Mišična sila doseže svojo največjo hitrost razvoja 1,2 leti po PHV in 0,8 let po PWV. Pri dekletih je največji prirastek mišične sile ob PHV (40 %). Hitrost razvoja statične moči in eksplozivne sile je največja po PHV. Izbruh pridobivanja moči se začne 1,5 leta pred PHV in doseže vrh 0,5 do 1 leto za PHV. Hitrost posamičnih gibov, gibljivost in koordinacija dosežejo največjo hitrost razvoja pred PHV zaradi kasnejših nenadnih disproporcij (R. M. Malina, 1991).

Fantje in dekleta imajo pri absolutni submaksimalni obremenitvi nižji nivo srčnega dela, kot ga imajo odrasli. To gre pripisati manjšemu utripnemu volumnu, ki ga delno kompenzira večji srčni utrip. Povečana arterio-venska razlika pri otrocih pa kompenzira za nižje srčno delo, tako da se dosežejo podobne ali enake vrednosti  $VO_2$  (Turley, Wilmore, 1997).

Pri otrocih in mladostnikih se najvišje vrednosti  $VO_2$  povečujejo z rastjo in odraščanjem. V predpubertetni dobi se dekleta po aerobnih zmogljivostih ne razlikujejo od fantov. Pri

dekletih dosega  $VO_2$  najvišje vrednosti pri 14. letih, takrat pa je aerobna moč pri dekletih že 15 % nižja v primerjavi s fanti enake starosti. Fantje dosežejo višje vrednosti  $VO_2$  max kot dekleta, ta razlika se povečuje skozi fazo pubertete. Relativne vrednosti  $VO_2$  max, ki so izražene v povezavi s telesno težo, so pri fantih v obdobju odraščanja konstantne, pri dekletih pa s starostjo padajo (Armstrong, Welsman, 1994; Borms, 1986).

Znano je, da hormonske spremembe v puberteti ne povzročijo le rast mišične mase, temveč tudi pospešeno rast notranjih organov. Tako se volumen in teža srca od 8. do 18. leta starosti povečata za okoli 2,5-krat. Absolutna vrednost srčnega dela (na račun utripnega volumna) pri največjem naporu se med 10. in 12. letom skoraj podvoji. Skladno s telesnim razvojem se povečajo tudi pljuča in njihova funkcija (ventilacija in vitalna kapaciteta) ter volumen krvi, narašča pa tudi hematokrit. Vse te spremembe pomenijo povečanje učinkovitosti kisikovega transportnega sistema. Če vemo, da sta pri dekletih tako zagon pubertetne rasti, kot tudi pospešena dinamika  $VO_2$  max zgodnejša, pa je amplituda povečanja pri fantih večja in je to razlog za višje vrednosti  $VO_2$  max pri fantih v obdobju pubertete (Škof, 2007).

Po Wilmore in Costillu dosegajo najvišje vrednosti  $VO_2$  max pri dekletih med 10. in 19. letom od 38 do 46 ml/kg/min. Ischander idr. je za 15,5-letna aktivna dekleta dobil vrednosti  $VO_2$  max 35.5 +/- 5.2 ml/kg/min, za enako stara neaktivna dekleta pa vrednosti 24.4 +/- 4.1 ml/kg/min. V isti raziskavi so primerjali tudi pusto telesno maso in odstotek maščobne mase pri aktivnih in neaktivnih dekletih. Izmerjene pa so bile naslednje vrednosti, pusta telesna masa 43.2 +/- 4.4 kg pri aktivnih dekletih in 38.7 +/- 3.6 kg pri neaktivnih dekletih, aktivna dekleta so imela tudi nižji odstotek maščobne mase 25.4 +/- 4.6 % proti 29.7 +/- 3.7 % (Ischander idr., 2007).

V raziskavi Winsleya s sod. so prišli do podobnih rezultatov kot Ischander idr. (2007); ugotovili so, da imajo dekleta značilno večji odstotek maščobne mase v primerjavi z enako starimi dečki. Ugotovili so tudi, da je povezava odstotka maščobne mase in  $VO_2$  max pri dekletih kot pri fantih negativno povezana (Winsley, Armstrong, Middlebrooke, Ramos-Ibanez, Williams, 2006).

$VO_2$  max pri otrocih je primerljiv z  $VO_2$  max pri odraslih. Razlika je v neekonomičnem gibanju, otroci imajo nižji nivo metaboličnega delovanja, imajo manjše zaloge glikogena v



mišicah in nimajo tako dobro razvite termoregulacije, kot jo imajo odrasli (Armstrong in Welsman, 1997).

### **Bistvene razlike biološkega razvoja deklet v obdobju adolescence**

Obdobje mladostništva oz. adolescence se začne, ko relativno umirjeno rast prekinejo burne hormonske spremembe, ki povzročijo velike morfološke, fiziološke in vedenjske spremembe. Pri dekletih do teh sprememb pride po pravilu dve leti prej kot pri fantih, med 10. in 12. letom starosti. Puberteta pa pri dekletih traja v povprečju 4,2 leti, kar je za skoraj eno leto dlje kot pri fantih. Razlika v rasti deklet in fantov je tudi ta, da dekleta najhitreje rastejo v prvem delu obdobja pospešene rasti (do nastopa prve menstruacije), fantje pa v drugem delu.

Teorije o tem, kdaj se sproži hormonski odziv organizma, ki ga pojmujemo kot puberteta, pravijo, da je za spremembo v delovanju hormonskih žlez nujna kritična telesna teža. Kajti raziskave kažejo, da je za začetek pubertete potrebna zadostna količina peptidnega hormona leptina, ki nastaja v celicah maščobnega tkiva (Škof in Kalan, 2007). Ta razlaga se ujema tudi z raziskavami, ki potrjujejo, da prihaja pri športno aktivnih dekletih do kasnejšega pojava prve menstruacije kot pri športno neaktivnih dekletih.

Gonadotropini so tisti hormoni, ki jih povezujemo z nastopom pubertete. Njihovo pulzativno izločanje regulira hipotalamus. Najpomembnejši hormoni, na katere gonadotropini vplivajo, so rastni hormon – RH in spolni hormoni (estrogen in testosteron). RH se izloča direktno iz sprednjega režnja hipofize, lahko pa njegovo izločanje stimulirajo tudi spolni hormoni. Izločanje ravnega hormona se v času pubertete, tako pri fantih kot pri dekletih, več kot podvoji. Pod vplivom gonadotropina se iz zadnjega režnja hipofize izločata tudi luteinizirajoči hormon (LH) in folikl stimulirajoči hormon (FSH). LH pri dekletih v jajčnikih sproži pojav ovulacije, FSH pa stimulira sintezo estrogena, ki ima podobno funkcijo kot testosteron pri fantih. Estrogen v ženskem organizmu skrbi za razvoj ženskih spolnih karakteristik, rast prsi in maternice ter distribucijo maščobnega tkiva. Poleg tega pa ima estrogen vpliv tudi na druge organe in organske sisteme, zvišuje zmogljivost strjevanja krvi, poveča zadrževanje vode v telesu, zavira linearno rast kosti, pospeši osteoplastno aktivnost, prav tako pospeši osifikacijo epifiz. Povečanje estrogena pri dekletih povzroči tudi povečano sintezo in nalaganje maščobnega tkiva (Despopoulos in Silbernagl, 1991). To dejstvo pa seveda negativno vpliva na gibalno učinkovitost deklet

v adolescenčnem obdobju. Predvsem v vzdržljivostnih športih, kjer je energijska komponenta zelo pomembna, doseže krivulja dinamike športne učinkovitosti svoj plato ali začne celo rahlo padati.

### **Individualnost v procesu telesne rasti in spolnega razvoja ter stopnje spolnega razvoja**

Čas adolescence je hkrati tudi čas velike variabilnosti oz. razlik med posamezniki. Proces odraščanja je pri vsakem posamezniku edinstven in se ne more primerjati s tempom in potekom pri drugih. Številni vplivi okolja, prehrabene navade, bolezenska stanja, telesna aktivnost, poškodbe, itd. vplivajo na potek in stopnjo rasti in razvoja vsakega posameznika. Biološke razlike se v času pubertete, zaradi dodatnega hormonskega vpliva, še povečajo. Za nas so najbolj pomembne razlike v učinkovitosti funkcionalnih sistemov, saj lahko v tem času te predstavljajo tri-, štiri- ali tudi večletne razvojne razlike (Škof in Kalan, 2007). Kronološka starost torej ni dober kriterij za oceno stopnje biološke razvitosti. Zato se uporabljajo drugačne metode. Stopnjo biološke starosti se lahko oceni na podlagi razvitosti skeleta, stopnje somatskega odraščanja, razvitosti zobovja in na podlagi ocenjevanja stopnje spolne zrelosti. Ocena spolne zrelosti temelji na stopnji razvoja sekundarnih spolnih znakov in na pojavu prve menstruacije (Škof, PP predstavitev). Najbolj poznana metoda za ocenjevanje spolne zrelosti je Tannerjeva metoda. Ta metoda je petstopenjska. Prva stopnja predstavlja stanje pred puberteto, ko razvoj sekundarnih spolnih znakov miruje. Druga stopnja predstavlja začetni razvoj - začetek rasti dojk in rahla poraščenost spolovila. Tretja stopnja – nadaljevanje rasti dojk in prsnih bradavic, sramne dlake postajajo temnejše. Četrta stopnja – poraščenost spolovila dobi obliko odrasle ženske, rast prsi in prsnih bradavic se nadaljuje. Peta stopnja pa že predstavlja stanje sekundarnih spolnih znakov mlade odrasle osebe (Škof in Kalan, 2007).

### **3. PROBLEM**

Namen te diplomske naloge je osvetliti problem učinkov nekaterih morfoloških, fizioloških in motoričnih parametrov, ki jih bodo predstavljale izbrane spremenljivke, na tekmovalni rezultat v tekih na srednje proge pri mladih tekmovalkah. V ta namen bo naloga z uporabo korelacijskih matrik skušala razložiti povezave med posameznimi izbranimi spremenljivkami in tudi povezavo med izbranimi spremenljivkami ter kriterijsko spremenljivko. Pojasniti bomo poskušali tudi, ali prihaja do značilnih povezav in v kolikšni meri se te povezave razlikujejo med seboj. Druga naloga pa bo ugotoviti, kolikšen del variance tekmovalnega rezultata se da pojasniti s posameznimi sklopi psihosomatičnega statusa in kolikšen delež variance je moč pojasniti s celotnim naborom spremenljivk. V ta namen bomo uporabili regresijsko analizo.

## **4. CILJI**

Na podlagi vsega do sedaj napisanega je mogoče izpostaviti konkretne cilje diplomske naloge:

1. ugotoviti, ali obstaja povezava med izbranimi morfološkimi, funkcionalnimi in motoričnimi parametri in tekmovalnim rezultatom mladih tekačic
2. ugotoviti, ali obstajajo medsebojne povezave med izbranimi morfološkimi, funkcionalnimi in motoričnimi parametri ter kvantificirati povezanost teh povezav
3. ugotoviti, kolikšen je delež izbranih sklopov (morfološki, funkcionalni, motorični) spremenljivk pri pojasnjevanju variabilnosti tekmovalnega rezultata

## **5. DELOVNE HIPOTEZE**

- H1 obstaja značilno pomembna povezava med nekaterimi morfološkimi, funkcionalnimi in motoričnimi spremenljivkami in tekmovalnim rezultatom mladih tekačic
- H2 obstajajo značilno pomembne povezave med samimi spremenljivkami
- H3 starost tekmovalk značilno vpliva na njihovo uspešnost
- H4 pri pojasnjevanju variabilnosti tekmovalnega rezultata ima najmočnejšo vlogo sklop spremenljivk, ki izražajo tekmovalčeve funkcionalne sposobnosti, sledi mu sklop motoričnih spremenljivk, nato pa še sklop morfoloških spremenljivk

## 6. METODE DELA

### 6.1 VZOREC MERJENCEV

V okviru projekta »Slovenska tekaška šola« in v okviru delovanja panožnega tekaškega tima pod okriljem AZS so bila med leti 2001 do 2003 izvedena obsežna testiranja, v katera so bili vključeni najbolj nadarjeni slovenski tekači in tekačice. V vzorec je bilo zajetih skupaj 40 merjenk. Od tega jih je bilo 14 starih 15 let, 7 starih 16 let, 8 starih 17 let, 4 starih 18 let in 7 jih je bilo starih 19 let.

Preglednica 8: Distribucija vzorca tekačic po starosti

Starost	Frekvenca	Procent
15	14	35,0
16	7	17,5
17	8	20,0
18	4	10,0
19	7	17,5
Skupno	<b>40</b>	100
Aritm. sredina	<b>16,58</b>	
SD	<b>1,500</b>	
Min	<b>15</b>	
Max	<b>19</b>	

### 6.2 VZOREC SPREMENLJIVK

#### 6.2.1 MORFOLOŠKE SPREMENLJIVKE

Iz množice standardnih antropometrijskih mer, ki se uporabljajo pri športnih meritvah, sem izbral le dve najbolj pomembni oz. v praksi najlažje ponovljivi telesno višino in telesno težo. Nadalje sem v obdelavi podatkov upošteval še šest indeksov, izračunanih iz teh mer.

Za vrednotenje morfoloških značilnosti sta bili uporabljeni dve antropometrijski meri ter šest konstitucijskih indeksov:

- AV – Telesna višina (cm); Merjenec stoji bos in v spodnjih hlačkah v vzravnem položaju. Stopala ima tesno skupaj. Glavo mora imeti v takem položaju, da je črta, ki veže spodnji rob očesne orbite in zgornji rob slušne odprtine, vodoravna. V tem položaju vzravna hrbet kolikor more.
- AT – Telesna teža (kg); Telesno težo merimo s tehtnico, ki je postavljena na vodoravno podlago. Merjenec stopi bos in samo v spodnjih hlačkah na sredino tehtnice, kjer se umiri in vzravna. Ko se kazalec na tehtnici umiri, odčita merilec rezultat z natančnostjo 0,5 kg. Pred merjenjem mora merilec tehtnico uravnati

#### INDEKSI

- ATAV – relativna telesna masa, razmerje med težo in višino merjenca; relativna telesna masa izraža količino telesne mase na cm telesne višine ( $AT/AV$ ) in jo izračunamo.
- AKOSP – odstotek kostne mase telesa (%); odstotek kostne mase celotnega telesa, izračunan po Mateigki na podlagi premerov okončin trupa, primerjalno s preostalo telesno sestavo.
- AMASP – odstotek maščobe (povprečni indeks), pridobljen na podlagi izmerjenih kožnih gub, pomeni celoten odstotek maščob v telesu.
- AMISP – odstotek mišične mase telesa (%); odstotek AMIS
- AMEZO – mezomorfna morfološka komponenta; med mezomorfne konstitucijske tipe spadajo ljudje, ki imajo visok delež mišične mase – izrazito poudarjena muskularnost. Imenujemo ga tudi »atletski konstitucijski tip«.

### 6.2.2 FUNKCIONALNE SPREMENLJIVKE

Za določanje funkcionalnih sposobnosti so bile izbrane naslednje tri spremenljivke:

- DRQMAX – respiratorni kvocient pri  $VO_2$  max; RQ kaže na tip energetske snovi, ki se pri določenem naporu uporabljajo za produkcijo kemične energije ATP. S treningom se RQ povečuje.
- DVO<sub>2</sub>MAX – največja poraba kisika (ml/kg/min) ali maksimalna aerobna kapaciteta.  $VO_2$  max pomeni največjo količino kisika, ki ga lahko tekač v organizem vnese in porabi v mišicah za produkcijo energije.
- DVVO<sub>2</sub>MAX – hitrost teka pri  $VO_2$  max

### 6.2.3 MOTORIČNE SPREMENLJIVKE

#### HITROST

- MMAXV – maksimalna hitrost teka, izračunana na podlagi rezultata, na 30 m z letečim štartom (m/s); test 30 m z letečim štartom hipotetično meri absolutno hitrost šprinta. To je primarna motorična sposobnost, ki pripada motorični dimenziji višjega reda, ki je odgovorna za intenzivnost ekscitacije živčno-mišičnega aparata. Po funkcionalnih in biokemijskih značilnostih aktivira ta test alaktatno anaerobno moč in odraža zmožnost za transformacijo velike količine energije v časovni enoti (Šturm, Ušaj, 1985).

#### TEHNIKA

- TDOLKOR – dolžina korakov (m); dolžina koraka, izmerjena pri meritvi najvišje hitrosti, pri testu 30 m z letečim štartom.
- TFRKOR – frekvenca korakov (kor./s); frekvenca koraka, izmerjena pri meritvi najvišje hitrosti, pri testu 30 m z letečim štartom.



- TCDOT – čas dotika; čas dotika je čas tiste faze tekalnega koraka, ko je tekač v dotiku s podlago. Čas je odvisen od hitrosti teka. Hiter tek zahteva čim krajši čas opore.
- TCLETA – čas leta; čas leta je čas faze leta oziroma čas, ko je tekač v zraku, ko nima stika s podlago. Ta čas naj bo čim daljši.
- TACTIV – indeks aktivacije – razmerje med časom oporne in letne faze.

#### HITRA MOČ NOG

- ZCMJVOD – višina skoka z nasprotnim gibanjem (cm)
- ZDJ25VOD – višina odskoka po globinskem skoku 25 cm (cm)
- ZSJVOD – višina vertikalnega skoka (cm)
- ZSJSPZ – razmerje med aktivnostjo mišic iztegovalk kolena (qadriiceps femoris) in skočnega sklepa (triceps surae) ter mišic iztegovalk kolčnega sklepa (zadnje stegenske mišice in gluteusi) pri vertikalnem skoku

#### 6.2.4 KRITERIJSKA SPREMENLJIVKA

Kot kriterijske spremenljivke so bili uporabljeni rezultati tekov na 800, 1000 in 1500 metrov. Ker so merjenci specialisti oz. tečejo samo v nekaterih izmed teh disciplin, sem rezultate tekov pretvoril po veljavnih madžarskih tablicah za disciplino. Tako sem dobil primerljive rezultate. Kajti zgodilo se je, da so imeli merjenci rezultate v vseh treh disciplinah kriterija, nekateri v dveh in drugi spet samo v eni. Če je tekmovalec imel rezultate v različnih disciplinah, se kot kriterij šteje povprečje točk po madžarskih tablicah.

Glavni kriterij je bilo povprečje preračunanih točk po madžarskih tablicah:

- TMT\_povp – povprečje točk, preračunanih po madžarskih tablicah iz posameznih disciplin (800 m, 1000 m, 1500 m)

## 6.3 POTEK MERITEV

Meritve atletov tekačev so bile izvedene v Atletskem centru v Šiški ter v Fiziološkem in biomehanskem laboratoriju Inštituta za šport na Fakulteti za šport.

Rezultati meritev so skupek meritev treh sezon: sezone 2000/2001, 2001/2002 in 2002/2003. Vse meritve so bile opravljene v zimskem tekmovalnem obdobju, in sicer v dveh delih januarja ter marca odgovarjajoče sezone.

Januarja so bile opravljene meritve:

- antropometričnih značilnosti in konstitucijskih značilnosti
- tehnike teka in motoričnih sposobnosti
- testov na tenziometrični plošči – merjenje razvoja mišične sile

Marca pa je bila opravljena meritev:

- aerobne kapacitete in funkcionalnih sposobnosti

Hitrost teka z letečim štartom je bila zmerjena s pomočjo fotocelic (BROWER), ki so bile postavljene vsakih 10 metrov. Sočasno je bil izmerjen tudi čas oporne faze in čas letne faze s pomočjo merilnih preprog (GLOBUS). Na osnovi izmerjenih parametrov pa sta bili izračunani tudi dolžina in frekvenca korakov.

### 6.3.1 TESTIRANJE NA TENZIOMETRIČNI PLOŠČI

Merjenci so izvajali skoke iz polčepa (SJ) in skoke z nasprotnim gibanjem (CMJ). Skoki so bili izvedeni na tenziometrični plošči (Kisler, model 9287, Winterthur, Švica). Merjenci so dobili navodilo, da morajo imeti trup čim bolj vzravnano, roke ves čas uprte v boke, skočiti pa morajo čim višje s čim krajšim časom odriva.

Pri SJ je začetni položaj polčep. Kot v kolenu je bil kontroliran vizuelno in je moral biti 90°. Merjenec je moral izvesti čim višji skok s čim krajšim časom odriva. Doskok je moral biti izveden na sprednji del stopala. Skok je bil smatran za uspešnega, če merjenec na

začetku skoka ni naredil nobene razbremenitve na podlago (ni naredil ziba). Razbremenitev je bila kontrolirana s potekom sile reakcije podlage.

Začetni položaj pri CMJ je bil vzravnan stoja. Merjenec se je moral hitro spustiti do polčepa (kot v kolenu 90°) in nato čim hitreje odriniti in izvesti čim višji skok. Doskok je moral biti izveden na sprednji del stopala.

### **6.3.2 TEST NA TEKOČI PREPROGI**

Za ugotavljanje funkcionalnih sposobnosti tekačev je bil izbran stopnjevan test na tekoči preprogi (PRAHA), ki ni bil izveden v fiziološkem laboratoriju Fakultete za šport. Test je bil izveden tako, da so merjenci v prvem delu za ogrevanje tekli 4 minute pri hitrosti 9 km/h. Po tem delu se je naklon preproge povečal na 5 %. Hitrost se je od začetnih 10 km/h postopno dvigovala vsako minuto za 1 km/h. Test je bil zaključen, ko tekač ni bil več sposoben teči pri zahtevani hitrosti. Za merjenje respiratornih funkcij je bil uporabljen K4B<sup>2</sup> (COSMED, Nemčija).

Atleti so bili zaprošeni, da pridejo na testiranje spočiti – dva dni pred testiranjem ne opravljajo močnega treninga in drugih aktivnosti, ki povzročajo večjo fizično utrujenost.

Za vse mladoletne atlete (stare manj kot 18 let) smo zahtevali podpisano privoljenje staršev, kjer so podpisali izjavo, da se strinjajo s testnim protokolom in dovolijo svojemu otroku sodelovanje na testiranju. Pred začetkom testiranja so vsi atleti oddali s strani staršev podpisano izjavo.

### **6.4 METODE OBDELAVE PODATKOV**

Vsi podatki so bili obdelani na osebem računalniku (HP Pavilion dv6000) s pomočjo programov Microsoft Office Excel 2003 in statističnega paketa SPSS 14.0 v okolju Windows. S programom SPSS sta bili narejeni osnovna statistika ter korelacijska in regresijska analiza.

## 6.4.1 OSNOVNA STATISTIKA

<b>N</b>	<b>število merjencev</b>
<b>R</b>	<b>razpon vrednosti</b> – razlika med največjo in najmanjšo vrednostjo numerične spremenljivke
<b>Min</b>	<b>minimalna vrednost</b> – najmanjša vrednost numerične spremenljivke
<b>Max</b>	<b>maksimalna vrednost</b> – največja vrednost numerične spremenljivke
<b>AS</b>	<b>aritmetična sredina</b> – Aritmetična sredina ali povprečje niza podatkov je seštevek vseh vrednosti, razdeljen na skupno število teh vrednosti oziroma podatkov.
<b>SD</b>	<b>standardna deviacija</b> – Standardni odklon/deviacija je kazalec, uporabljen za merjenje statistične razpršenosti enot. Z njim je moč izmeriti, kako razpršene so vrednosti, vsebovane v populaciji. Standardni odklon je definiran kot kvadratni koren variance. Velik standardni odklon kaže na veliko razpršenost enot v populaciji, tj. enote so razporejene v velikem obsegu okoli aritmetične sredine. Majhen standardni odklon pa nasprotno predstavlja veliko koncentracijo statističnih enot okoli aritmetične sredine.
<b>Var</b>	<b>varianca</b> – Varianca, tudi verjetnost distribucije, je mera statistične razpršenosti določene spremenljivke. Tako prikazuje, kako so dejanske vrednosti razporejene okoli linije pričakovanih vrednosti.
<b>Skew</b>	<b>asimetrija porazdelitve</b> – Skewness je mera, ki ponazarja asimetrijo distribucije. Normalna distribucija ima skewness vrednost 0. Distribucija z izrazito pozitivno vrednostjo ima podaljšan rep v desno.
<b>Kurt</b>	<b>sploščenost porazdelitve</b> – Kurtosis je mera, ki ponazarja sploščenost distribucije. Normalna distribucija ima kurtosis vrednost 0. Distribucija z izrazito pozitivno vrednostjo je sploščena, kar pomeni, da ima oba repa podaljšana.

## 6.4.2 REGRESIJSKA ANALIZA

Multipla regresijska analiza je bila uporabljena za ugotavljanje uspešnosti mladih tekačic v tekih na srednje proge z vidika uporabljenih sklopov spremenljivk. Ločeno in z izbranimi spremenljivkami so bili obdelani posamezni prostori: morfološki prostor, prostor funkcionalnih spremenljivk, motorični prostor ter prostor hitre moči nog. Narejena je bila tudi multipla regresijska analiza z izbranimi spremenljivkami iz vseh obravnavanih prostorov.

### Najpomembnejši parametri:

<b>R</b>	<b>koeficient multiple korelacije</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>determinacijski koeficient</b> – najboljši je tisti model, ki ima ta koeficient najvišji, saj to govori o močni odvisnosti med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami.
<b>F</b>	<b>F-test</b>
<b>Sig.(a)</b>	<b>statistična pomembnost koeficienta multiple regresije</b>
<b>t</b>	<b>T-test</b>

Pri obdelavi in uporabi podatkov je pomembno, da tudi v primeru, ko parametri niso statistično značilni pri stopnji tveganja 0,05, to še ne pomeni, da jih moramo izločiti iz modela, ker naj ne bi bilo povezave med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami. Če obstaja močna teoretična verjetnost, da taka odvisnost je in je prisoten tudi pravilen predznak, potem moramo to spremenljivko vključiti v model ne glede na to, da koeficient ni statistično značilen od 0.

## 7. REZULTATI IN INTERPRETACIJA

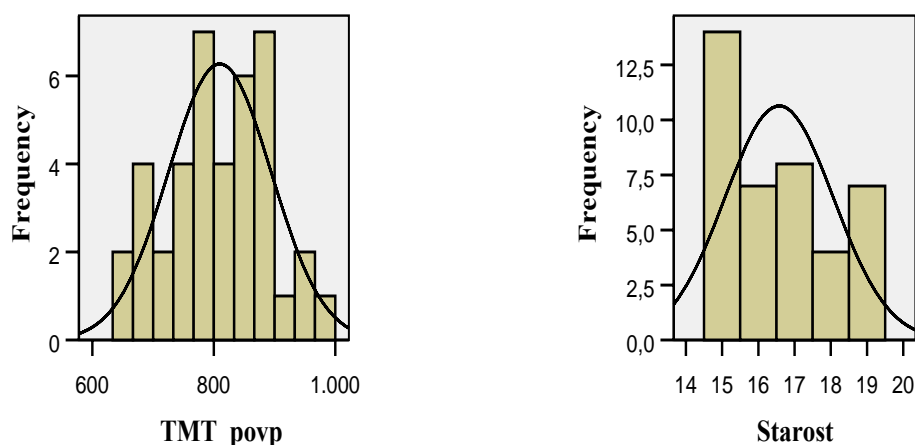
### 7.1 OSNOVNA STATISTIKA

Preglednica 9: Osnovne statistične značilnosti kriterijske spremenljivke in starosti merjenk

	N	R	Min	Max	AS	SD	Var	Skew	Kurt
TMT_povp	40	327,5	649,5	977,0	809,8	84,81	7192,25	-0,202	-0,685
Starost	40	4,0	15,0	19,0	16,6	1,50	2,25	0,448	-1,204

**Legenda:** N-št. merjencev, R-razpon vred., Min-min. vrednost, Max-maks. vrednost, AS-aritm. sredina, SD-standardna odklon, Var-varianca, Skew-asimetrija, Kurt-sploščenost

Graf 1–2: Grafični prikaz normalne porazdelitve kriterijskih spremenljivk TMT\_povp in starosti merjenk



Izbrali smo vzorec merjenk, ki po biološki starosti sodijo v čas pozne adolescence (pozna 4. stopnja po Tannerju) in zgodnje odrasle dobe (5. stopnja po Tannerju). Z omejitvijo razpona pri starosti smo želeli ustvariti čim bolj enakovredno in homogeno skupino, brez velikega kakovostnega razkoraka. Med najmlajšimi in najstarejšimi je le 4 leta razlike. Vidimo pa, da vseeno prihaja do relativno velikih kakovostnih razlik, kajti razlika med najboljšim rezultatom po madžarskih tablicah in najslabšim rezultatom je  $R=327,5$ . Posledica tega sta tudi relativno velik standardni odklon in varianca. Vendar pa po kriterijih Skewness in Kurtosis sklepamo, da ni izrazitih odstopanj od normalne krivulje.

Krivulja starosti pa je rahlo nagnjena v levo, kar kaže na malo večje število mlajših merjenk. Ni pa sploščena, kar kaže na ozek izbor merjencev.

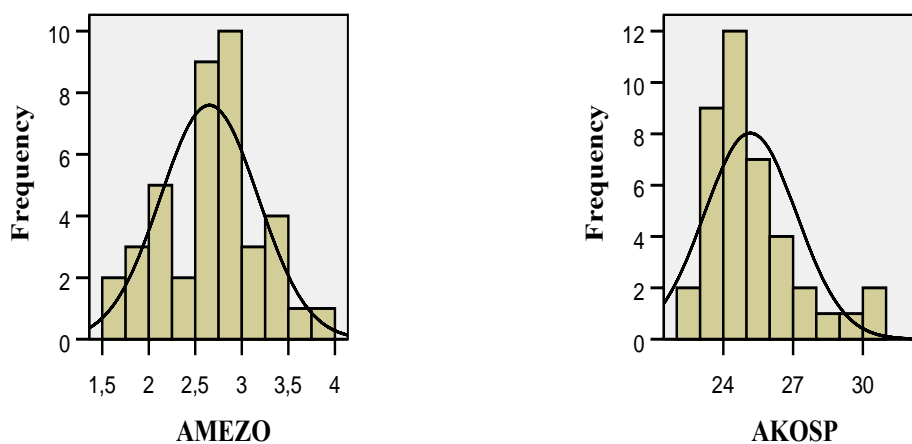
Preglednica 10: Osnovne statistične značilnosti morfoloških spremenljivk in indeksov

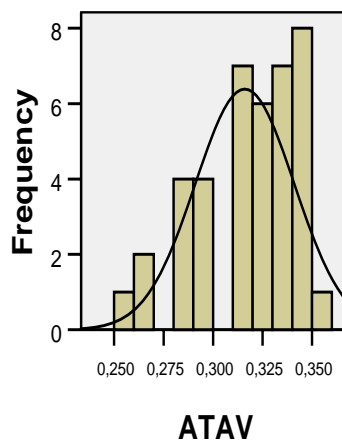
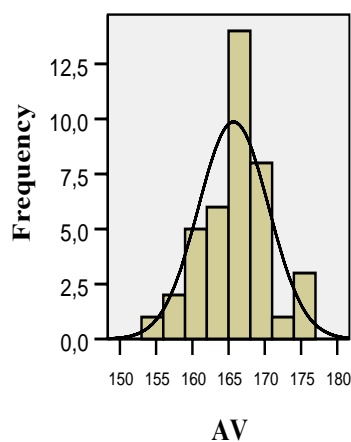
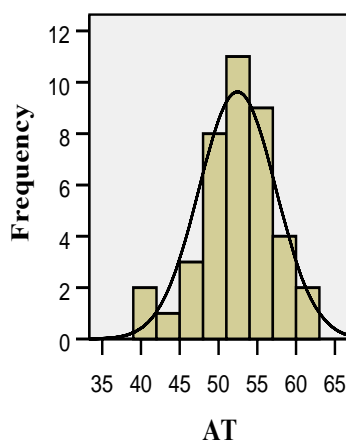
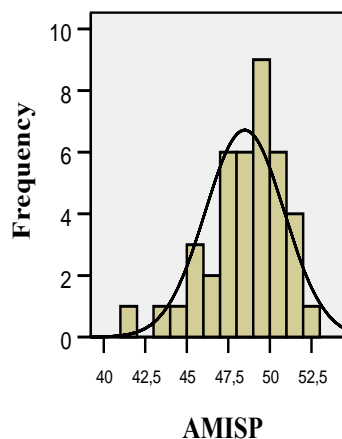
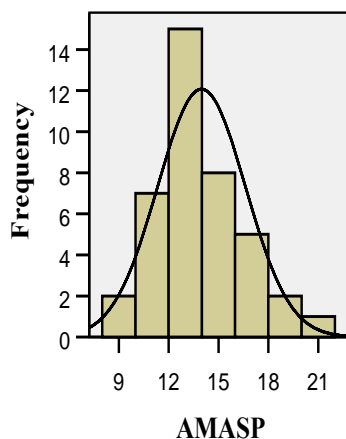
	N	R	Min	Max	AS	SD	Var	Skew	Kurt
AMEZO	40	2,3	1,6	3,9	2,7	0,53	0,28	-0,020	-0,216
AKOSP	40	8,0	22,9	30,9	25,2	1,99	3,95	1,514	2,071
AMASP	40	12,9	9,1	22,0	14,0	2,64	6,99	0,676	1,064
AMISP	40	11,1	41,6	52,7	48,5	2,38	5,64	-0,887	0,899
AT	40	21,4	39,7	61,1	52,4	4,97	24,73	-0,532	0,389
AV	40	21,0	154,3	175,3	165,7	4,85	23,54	-0,132	-0,076
ATAV	40	0,11	0,25	0,36	0,316	0,025	0,001	-0,752	0,733

**Legenda:** N-št. merjencev, R-razpon vred., Min-min. vrednost, Max-maks. vrednost, AS-aritm. sredina, SD-standardna odklon, Var-varianca, Skew-asimetrija, Kurt-sploščenost

Iz preglednice ugotovimo, da je minimalna telesna teža merjenk 39,7 kg, zaradi česar dopuščamo možnost, da je biološka starost vsaj nekaterih merjenk lahko tudi nižja od prej predvidene stopnje.

Graf 3–9: Grafični prikaz normalne porazdelitve morfoloških spremenljivk in indeksov





V tej skupini spremenljivk rahlo izstopata le odstotek kostne mase – AKOSP po kriterijih Skewness in Kurtosis ter odstotek maščobne mase – AMASP po Kurtosis kriteriju. Graf odstotka kostne mase ima rahlo podaljšan rep v desno, hkrati pa je tudi rahlo sploščen, kar pomeni, da je vzorec bolj raznolik in teži k nižjim vrednostim. Pri deležu maščobne mase pa je graf rahlo sploščen, kar pomeni, da vzorec merjenk teži bolj k nižjemu deležu le-tega.



Preglednica 11: Osnovne statistične značilnosti funkcionalnih spremenljivk

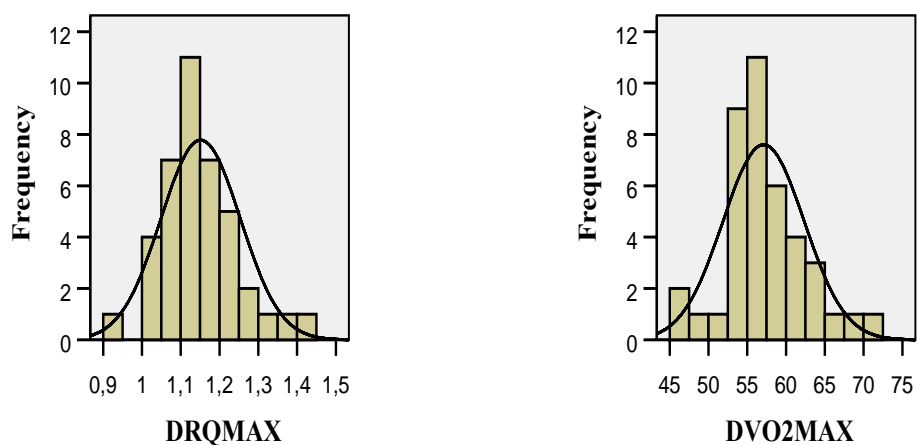
	N	R	Min	Max	AS	SD	Var	Skew	Kurt
DRQMAX	40	0,5	0,9	1,4	1,2	0,10	0,01	0,677	1,069
DVO2MAX	40	25,4	45,4	70,8	57,1	5,25	27,56	0,480	1,095
DVVO2MAX	40	5,0	12,0	17,0	15,0	0,97	0,95	-0,811	1,465

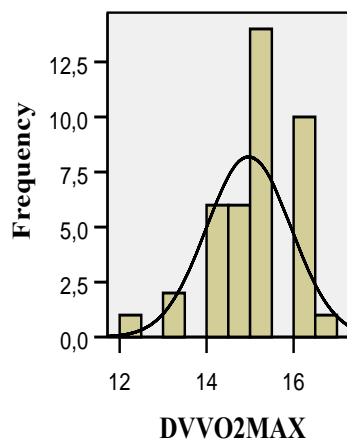
**Legenda:** N-št. merjenecv, R-razpon vred., Min-min. vrednost, Max-maks. vrednost, AS-aritm. sredina, SD-standardna odklon, Var-varianca, Skew-asimetrija, Kurt-sploščenost

Če primerjamo vrednosti  $VO_2$  max pri naših merjenkah z  $VO_2$  max, ki so ga izmerili Wilmore in Costill (2005) ter Ischander idr. (2007), vidimo, da prihaja do velikih razlik. Pri naših tekačicah so vrednosti  $VO_2$  max  $57,1 \pm 5,25$ , v navedenih raziskavah pa je  $VO_2$  max znašal med 38 in 46 ml/kg/min. Moramo poudariti, da gre pri našem vzorcu za trenirane tekačice, navedeni avtorji pa uporabljajo izraz aktivne športnice, zato se ne ve natančno, s kakšno vrsto športa se ukvarjajo, torej ni nujno, da gre za vzdržljivostno zvrst.

Opazimo tudi visoko maksimalno vrednost  $VO_2$  max (70,8 ml/kg/min), pri tem gre lahko za enkratno mersko napako. Druga možnost pa je, ker gre v tem primeru za merjenko s telesno težo 43,4 kg in s tem kaže na nižjo stopnjo biološke starosti, da je le relativna vrednost  $VO_2$  max zelo visoka, ne pa tudi absolutna vrednost. Po Škofu (2007) pa je absolutna vzdržljivost bolj kot z relativno vrednostjo  $VO_2$  max povezana z njeno absolutno vrednostjo.

Graf 10–12: Grafični prikaz normalne porazdelitve funkcionalnih spremenljivk





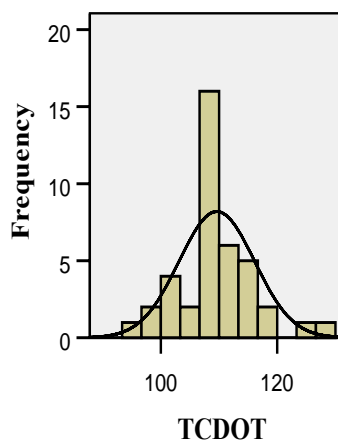
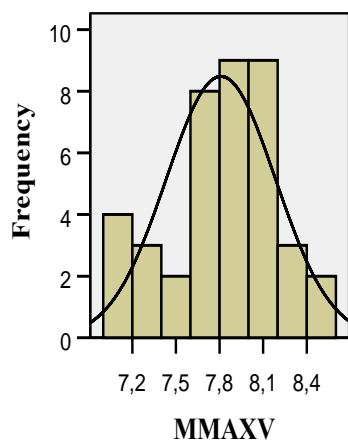
Vsi trije grafi iz te skupine spremenljivk DRQMAX, DVO2MAX IN DVVO2MAX so po kriteriju Kurtosis rahlo sploščeni, kar pomeni, da je razpon rezultatov rahlo povečan.

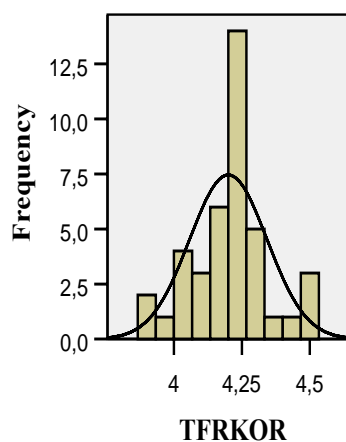
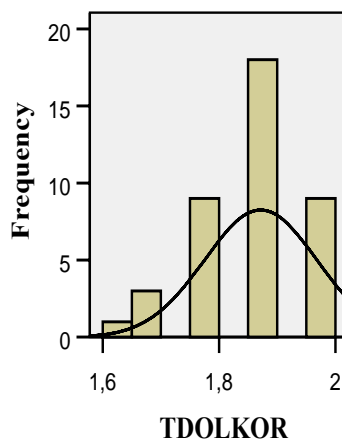
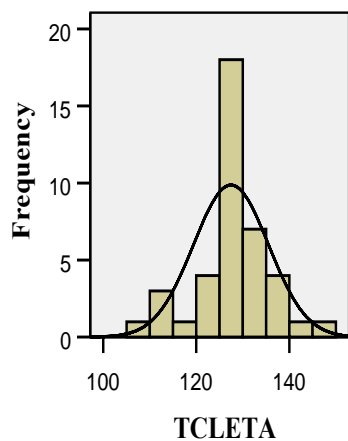
Preglednica 12: Osnovne statistične značilnosti motoričnih spremenljivk (hitrost, tehnika)

	N	R	Min	Max	AS	SD	Var	Skew	Kurt
MMAV	40	1,5	7,0	8,6	7,8	0,38	0,14	-0,361	0,026
TCDOT	40	33,0	96,0	129,0	109,6	6,49	42,14	0,553	1,616
TCLETA	40	39,0	107,0	146,0	127,5	8,08	65,31	-0,238	0,897
TDOLKOR	40	0,4	1,6	2,0	1,9	0,10	0,01	-0,570	0,422
TFRKOR	40	0,7	3,9	4,5	4,2	0,14	0,02	0,266	0,872

**Legenda:** N-št. merjencev, R-razpon vred., Min-min. vrednost, Max-maks. vrednost, AS-aritm. sredina, SD-standardna odklon, Var-varianca, Skew-asimetrija, Kurt-sploščenost

Graf 13–17: Grafični prikaz normalne porazdelitve motoričnih spremenljivk (hitrost, tehnika)





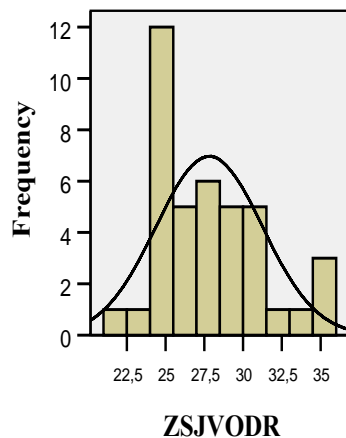
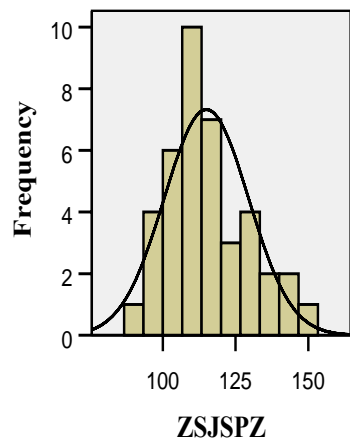
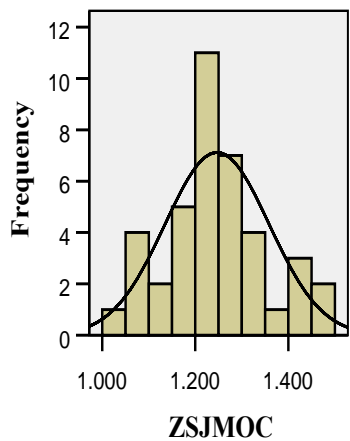
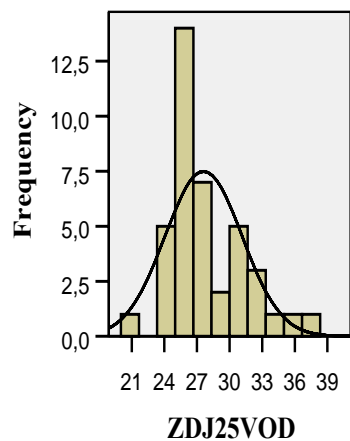
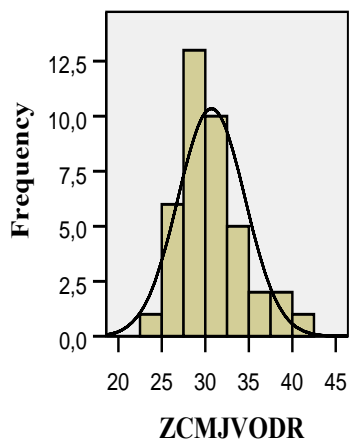
V tej skupini izstopa le čas dotika stopala s podlago – TCDOT, kjer je graf rahlo sploščen, kar kaže na relativno večji razpon rezultatov.

Preglednica 13: Osnovne statistične značilnosti motoričnih spremenljivk (moč)

	N	R	Min	Max	AS	SD	Var	Skew	Kurt
ZCMJVODR	40	16,6	23,7	40,3	30,7	3,86	14,88	0,843	0,446
ZDJ25VOD	40	17,0	20,0	37,0	27,6	3,55	12,60	0,763	0,605
ZSJMOC	40	486,0	1009,0	1495,0	1246,8	112,06	12557,72	0,156	0,123
ZSJSPPZ	40	64,0	88,6	152,6	114,9	14,52	210,91	0,726	0,306
ZSJVODR	40	15,0	21,0	36,0	27,8	3,44	11,81	0,663	0,181

Legenda: N-št. merjencev, R-razpon vred., Min-min. vrednost, Max-maks. vrednost, AS-aritm. sredina, SD-standardna odklon, Var-varianca, Skew-asimetrija, Kurt-sploščenost

Graf 18–22: Grafični prikaz normalne porazdelitve motoričnih spremenljivk (moč)



## 7.2 KORELACIJSKA ANALIZA

Vsi rezultati, označeni z zvezdico, pomenijo:

\*\* statistično značilna povezanost pri stopnji 0,01

\* statistično značilna povezanost pri stopnji 0,05

Preglednica 14: Korelacijska matrika morfoloških spremenljivk, primerjava z uspešnostjo in starostjo

	TMT_povp	Starost	AMEZO	AKOSP	AMASP	AMISP	AT	AV
TMT_povp	1							
Starost	,437(**)	1						
AMEZO	-,400(*)	-0,076	1					
AKOSP	0,174	-0,305	-,411(**)	1				
AMASP	-0,249	-0,146	,438(**)	-,433(**)	1			
AMISP	0,009	0,047	-0,015	0,074	-,713(**)	1		
AT	0,038	0,134	0,244	-,552(**)	0,176	0,093	1	
AV	0,275	0,1	-0,297	-0,235	-0,287	0,302	,749(**)	1
ATAV	-0,096	0,124	,426(**)	-,619(**)	,334(*)	0,012	,960(**)	,550(**)

Vidimo, da sta rezultat, preračunan po madžarskih tablicah, in starost značilno in močno povezana. Če sklepamo, da se vzporedno s starostjo povečuje tudi tekmovalni staž, je pričakovati tudi primeren vpliv dosedanjega trenajžnega procesa na rezultat. Lahko pa to povezanost pripišemo tudi dejstvu, da se rezultat izboljšuje zaradi biološkega razvoja merjenk. Vemo, da je obdobje najbolj intenzivne rasti pri dekletih med 10. in 12. letom, vendar pa se obdobje pospešene rasti lahko nadaljuje tudi po 12. letu, razvoj posameznika pa se zaključi šele okoli 18. leta.

Na podlagi teh podatkov lahko tudi trdimo, da imajo merjenke z nižjo relativno telesno maso (ATAV) značilno večji delež kostne mase in obratno nižji delež maščobne mase. Z drugimi besedami vitkejše merjenke imajo večji odstotek kostne mase in nižji odstotek maščobne mase. Vzrok za ta pojav pa je lahko tudi nižja stopnja biološkega razvoja.

Preglednica 15: Korelacijska matrika funkcionalnih spremenljivk, primerjava z uspešnostjo in starostjo

	TMT_povp	Starost	DRQMAX	DVO2MAX	DVVO2MAX
TMT_povp	1				
Starost	,437(**)	1			
DRQMAX	0,086	-0,068	1		
DVO2MAX	0,138	-0,006	-0,142	1	
DVVO2MAX	,428(**)	0,201	,493(**)	0,224	1

Z uspešnostjo v teku na srednje proge je značilno povezana hitrost teka pri VO<sub>2</sub> max. Do podobnih rezultatov so prišli tudi Almarwaey, Jones in Tolfrey (2003), ki so raziskovali odnose med tekmovalnim nastopi na 800 in 1500 m in fiziološkimi spremenljivkami pri dečkih in deklicah v fazi adolescence. Ugotovili so, da je bolj kot VO<sub>2</sub> max, pri teku na srednje proge, pomembna hitrost teka pri VO<sub>2</sub> max.

Ker se povečuje hitrost teka pri VO<sub>2</sub> max, sklepamo, da se izboljšuje tudi ekonomika aerobnih procesov. Za doseg boljšega rezultata je pomembna visoka maksimalna poraba kisika in čim višja hitrost gibanja pri stopnji največje porabe kisika. Za doseg dobrega rezultata v teku na srednje proge je pomembna visoka stopnja utilizacije aerobne energije. Do povezanosti med VO<sub>2</sub> max in uspešnostjo teka na srednje proge sicer pride, vendar ne na stopnji statistične pomembnosti. Verjetno je v tem primeru prišlo do onesnaženja rezultatov. Za analizo so bile uporabljene relativne vrednosti VO<sub>2</sub> max, ki pa ne dajejo realne slike, saj so morfološke značilnosti vzorca zelo heterogene. Bolje bi bilo, če bi uporabili absolutne vrednosti.

Preglednica 16: Korelacijska matrika motoričnih spremenljivk – HITROST in TEHNIKA, primerjava z uspešnostjo in starostjo

	TMT_povp	Starost	MMAV	TCDOT	TCLETA	TACTIV	TDOLKOR	TFRKOR
TMT_povp	1							
Starost	,437(**)	1						
MMAV	,376(*)	0,111	1					
TCDOT	-0,005	0,184	-0,301	1				
TCLETA	,413(**)	0,067	0,182	-0,089	1			
TACTIV	-0,295	0,047	-,330(*)	,721(**)	-,752(**)	1		

TDOLKOR	,347(*)	0,04	,606(**)	0,068	,582(**)	-,363(*)	1	
TFRKOR	-0,187	-0,085	0,283	-,520(**)	-,592(**)	0,065	-,405(**)	1

Značilna povezanost maksimalne hitrosti teka pomeni, da je uspešnost teka na srednje proge pogojena tudi z največjo hitrostjo teka. Vzdržljivost je sposobnost dolgotrajnega vzdrževanja submaksimalne aktivnosti, to pomeni vzdrževanje aktivnosti, ki je nižja od maksimalne. Moderni sistemi pravijo: če lahko vzdržiš določen delež maksimalne hitrosti (70 %, 80 % ...), potem velja, da povečanje maksimalne hitrosti za npr. 10 % prinese sorazmerno povečanje submaksimalne hitrosti, ki jo je tekmovalec sposoben vzdrževati dalj časa.

Od obravnavanih komponent tehnike teka sta le dolžina koraka in čas leta tisti, ki sta značilno povezani z uspešnostjo teka na srednje proge. Prav tako pa je dolžina koraka tista, ki je v največji meri odgovorna za povečanje največje hitrosti, kar je razvidno iz zelo močne pozitivne povezanosti. Opazimo lahko nekatere tipične povezave, čas leta je pozitivno povezan z dolžino koraka in negativno s frekvenco koraka. Frekvenca koraka je negativno povezana s časom dotika in prav tako z dolžino koraka.

Preglednica 17: Korelacijska matrika motoričnih spremenljivk – HITRA MOČ NOG, primerjava z uspešnostjo in starostjo

	TMT_povp	Starost	ZCMJVOD	ZDJ25VOD	ZSJSPZ	ZSJVOD
TMT_povp	1					
Starost	,437(**)	1				
ZCMJVOD	-0,182	0,004	1			
ZDJ25VOD	0,152	0,139	,490(**)	1		
ZSJSPZ	-0,119	-0,178	0,311	-0,119	1	
ZSJVOD	-0,083	0,157	,851(**)	,343(*)	0,194	1

Spremenljivke, dobljene po opravljenem testiranju na tenziometrični plošči, se niso izkazale za značilno povezane z uspešnostjo tekačic na srednje proge, kasneje pa bomo videli, da pride do posrednih povezav prek maksimalne hitrosti teka.

Prav tako ni videti značilnih povezav med kronološko starostjo merjenk in spremenljivkami, ki predstavljajo prostor hitre moči nog. Obstajajo pa značilne povezave med posameznimi spremenljivkami. Značilna je povezava skoka z nasprotnim gibanjem z

globinskim skokom in vertikalnim skokom. Povezava vertikalnega skoka in skoka z nasprotnim gibanjem je zelo močna.

Hitra moč nog, naj si bo v koncentričnih ali ekscentrično-koncentričnih pogojih, je pomembna za tek na srednje proge predvsem z vidika sposobnosti tetiv za skladiščenje elastične energije. Ob boljši tehniki teka bo večji delež pri energijski porabi predstavljal mehanska/elastična energija. Ko se mišice med tekom, ali bolje, med oporno fazo teka raztezajo (ekscentrična faza), se del energije shranjuje v tetivah in elastičnih komponentah mišice kot mehanska ali elastična energija. Ta energija se vrne v koncentrični fazi. Vloga elastične energije je v manjšem trošenju kemične energije, kar zagotavlja manjšo utrujenost med tekom in s tem večjo tekmovalno učinkovitost.

Preglednice 18–20: Korelacijska matrika vseh spremenljivk

	TMT_povp	Starost	AMEZO	AKOSP	AMASP	AMISP	AT	ATAV
TMT_povp	1							
Starost	,437(**)	1						
AMEZO	-,400(*)	-0,076	1					
AKOSP	0,174	-0,305	-,411(**)	1				
AMASP	-0,249	-0,146	,438(**)	-,433(**)	1			
AMISP	0,009	0,047	-0,015	0,074	-,713(**)	1		
AT	0,038	0,134	0,244	-,552(**)	0,176	0,093	1	
ATAV	-0,096	0,124	,426(**)	-,619(**)	,334(*)	0,012	,960(**)	1
AV	0,275	0,1	-0,297	-0,235	-0,287	0,302	,749(**)	0,165
DRQMAX	0,086	-0,068	-0,154	-0,107	-0,064	-0,099	-0,007	-0,082
DVO2MAX	0,138	-0,006	-0,063	,363(*)	-0,28	-0,028	-0,308	-0,350(*)
DVVO2MAX	,428(**)	0,201	-0,171	-0,083	-,320(*)	0,132	0,215	0,073
MMAV	,376(*)	0,111	-0,044	-0,018	-0,153	0,202	0,091	0,075
TCDOT	-0,005	0,184	0,011	-0,224	0,09	0,125	,332(*)	0,308
TCLETA	,413(**)	0,067	-0,245	0,111	-0,296	0,012	0,067	-0,061
TACTIV	-0,295	0,047	0,173	-0,22	0,283	0,057	0,156	0,232
TDOLKOR	,347(*)	0,04	-0,137	-0,17	-0,209	0,251	,439(**)	,339(*)
TFRKOR	-0,187	-0,085	0,131	0,012	0,242	-0,143	-0,231	-0,129
ZCMJVOD	-0,182	0,004	0,049	0,042	-,332(*)	,437(**)	-0,041	-0,027
ZDJ25VOD	0,152	0,139	0,095	-0,103	-0,169	0,235	0,055	0,062
ZSJPZ	-0,119	-0,178	0,14	0,167	-0,09	0,224	0,128	0,159
ZSVOD	-0,083	0,157	-0,107	0,168	-,382(*)	,370(*)	-0,176	-0,156



Kar opazimo, je, da s starostjo merjenk, razen kriterijske spremenljivke, ni značilno povezanih spremenljivk. Iz česar sklepamo na zelo individualen in različno hiter biološki razvoj izbranih merjenk. Zaradi heterogenih razvojnih procesov pri nobenem dejavniku ne pride do izrazite usmerjenosti in zaradi tega tudi ne prihaja do značilnih povezav. Verjetno bi bilo stanje drugačno, če bi namesto kronološke starosti merjenke razdelili na podlagi njihovega biološkega razvoja, če bi vključili stopnjo spolnega razvoja.

Zanimiva je tudi povezava ATAV z DVO2MAX, nižja kot je vrednost razmerja med telesno težo in telesno višino, višja je vrednost  $VO_2$  max. Kar bi pomenilo, da dosegajo vitkejša dekleta višjo maksimalno porabo kisika. Lahko bi predvidevali, da če je vitkost deklet odraz nižje stopnje biološkega razvoja, potem imajo na aerobnem področju prednost dekleta z zakasnelim pojavom pubertete, kar pa se sklada z ugotovitvami različnih študij.

Potrjuje se splošna tendenca zmanjšanja maščobne mase v smislu zmanjšanja neaktivnega tkiva in s tem povečanje relativne moči in hitrosti. Delež maščobne mase je močno negativno povezan z deležem mišične mase, kar potrjuje prejšnjo predpostavko. Delež maščobne mase prav tako negativno korelira s hitrostjo teka pri  $VO_2$  max. Se pravi, da manjši delež maščobne mase pozitivno vpliva na hitrost teka pri submaksimalnih pogojih. Pri povezavi deležev maščobne ter mišične mase s skokom z nasprotnim gibanjem (ZCMJVOD) in vertikalnim skokom (ZSJVOD) se pojavljajo že opažene značilnosti. Na moč nog pozitivno vpliva mišična masa, negativno pa maščobna masa.

Zanimivo je, da mišična masa (AMISP) ne vpliva značilno na komponente hitrosti.

Zelo značilna in hkrati logična je povezava telesne teže (AT) in telesne višine (AV), višja kot je tekmovalka, večja je njena teža in obratno. Telesna teža (AT) pa je značilno povezana tudi s časom dotika (TCDOT) in z dolžino koraka (TDOLKOR). Kot kaže velja pravilo, da imajo težje tekmovalke daljšo oporno fazo teka in hkrati večjo dolžino koraka.

	AV	DRQMAX	DVO2MAX	DVVO2MAX	MMAXV	TCDOT	TCLETA	TACTIV
AV	1							
DRQMAX	0,052	1						
DVO2MAX	-0,081	-0,142	1					
DVVO2MAX	,382(*)	,493(**)	0,224	1				
MMAXV	0,163	-0,092	-0,038	0,01	1			

TCDOT	0,277	-0,128	-0,103	-0,089	-0,301	1		
TCLETA	,324(*)	0,076	0,263	,425(**)	0,182	-0,089	1	
TACTIV	-0,061	-0,134	-0,263	-,369(*)	-,330(*)	,721(**)	-,752(**)	1
TDOLKOR	,584(**)	-0,027	-0,044	0,3	,606(**)	0,068	,582(**)	-,363(*)
TFRKOR	-,402(*)	0,117	-0,188	-0,244	0,283	-,520(**)	-,592(**)	0,065
ZCMJVOD	0,028	-0,268	0,02	-0,216	,554(**)	-0,115	0,05	-0,117
ZDJ25VOD	0,047	0,017	-0,055	0,086	,368(*)	-0,109	-0,006	-0,074
ZSJSPPZ	0,08	-0,176	0,021	-0,144	0,232	-0,176	-0,117	-0,036
ZSJVOD	-0,092	-0,297	0,083	-0,156	,478(**)	-0,172	-0,063	-0,077

Višina tekmovalk (AV) je v pozitivni korelaciji s hitrostjo teka pri VO<sub>2</sub> max (DVVO2MAX). Značilno pa je povezana tudi s časom leta (TCLETA) in dolžino koraka (TDOLKOR), negativno pa s frekvenco korakov (TFRKOR). Če je bila teža merjenk povezana s časom dotika, je obratno pri telesni višini, kjer imajo višje merjenke daljšo letno fazo.

Višina sama ni značilno povezana z uspehom v disciplini, vendar pa lahko sklepamo, da imajo višji tekmovalci posledično daljše noge in s tem tudi daljši korak oz. daljšo letno fazo. Obe karakteristiki pa sta značilno povezani z uspehom na srednjih progah. Vendar pa z višino pada frekvenca korakov, ki pa po naših matrikah ni bistveno povezana s tekmovalnim dosežkom. Pri dolžini (TDOLKOR) in frekvenci korakov (TFRKOR) pa se že kažejo neke zakonitosti, ki veljajo za katerokoli tekaško disciplino, tudi za tek na srednje proge, in sicer z večanjem dolžine koraka se zmanjšuje frekvenca in obratno.

Ugotovili smo že, da je tekmovalni rezultat odvisen tudi od hitrosti teka pri VO<sub>2</sub> max. Sedaj pa DVVO2MAX povežemo tudi z maksimalno hitrostjo teka preko indeksa aktivacije. Pri obeh spremenljivkah, tako pri hitrosti teka pri VO<sub>2</sub> max (DVVO2MAX) kot tudi pri najvišji hitrosti teka (MMAXV), je povezava z indeksom aktivacije (TACTIV) negativna, kar pomeni, da je za povečano hitrost teka pri obeh spremenljivkah odgovorna večja razlika med časom oporne in časom letne faze. Za razliko je odgovorna podaljšana letna faza in tudi skrajšana faza opore.

Zelo močna je povezava maksimalne hitrosti s komponentami eksplozivne in elastične moči nog (ZCMJVOD, ZDJ25VOD, ZSJVOD).

Za najvišjo hitrost teka pa je zelo pomembna velika dolžina korakov, kar vidimo iz močne povezave maksimalne hitrosti teka (MMAXV) z dolžino koraka (TDOLKOR). Izgleda, da je dolžina koraka tista spremenljivka, ki je odgovorna za značilno povečanje hitrosti teka na račun izkoriščanja elastičnih lastnosti mišično-tetivnih kompleksov. To lahko sklepamo iz povezanosti z ekscentrično-koncentrično aktivnostjo nog, ki jo ponazarja test na tenziometrični plošči, skok z nasprotnim gibanjem (ZCMJVOD). S povečanjem moči se izboljšuje sposobnost mišic za pretvorbo potencialne energije v elastično energijo. S tem se poveča sila, s katero tekmovalec deluje na podlago v fazi odriava, posledično se poveča pospešek in z njim hitrost teka ter dolžina koraka.

	TDOLKOR	TFRKOR	ZCMJVOD	ZDJ25VOD	ZSJSPZ	ZSJVOD
TDOLKOR	1					
TFRKOR	-,405(**)	1				
ZCMJVOD	,352(*)	0,115	1			
ZDJ25VOD	0,18	0,132	,490(**)	1		
ZSJSPZ	0,265	0,004	0,311	-0,119	1	
ZSJVOD	0,155	0,183	,851(**)	,343(*)	0,194	1

### 7.3 REGRESIJSKA ANALIZA

Preglednica 21: Multipla regresijska analiza uspešnosti teka na srednje proge v prostoru morfoloških spremenljivk

#### Vnešene/odstranjene spremenljivke(b)

Model	Vnešene spremenljivke	Odstranjene spremenljivke	Metoda
1	AV, AMASP, AMISP, ATAV, AT(a)		Enter

(a) Vse vnešene spremenljivke

(b) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

#### Povzetek modela

Model	R	R <sup>2</sup>	Popravljen R <sup>2</sup>	Standardna napaka ocene
1	,518(a)	0,268	0,160	77,709

(a) Prediktorji: (Konstanta), AV, AMASP, AMISP, ATAV, AT

#### ANOVA(b)

Model		Vsota kvadratov	Stop. prostosti	Povp. vrednost kvadratov	F	Sig.
1	Regresija	75.183,763	5	15.036,753	2,490	,050(a)
	Ostanek	205.313,898	34	6.038,644		
	Skupno	280.497,660	39			

(a) Prediktorji: (Konstanta), AV, AMASP, AMISP, ATAV, AT

(b) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

#### Koeficienti(a)

Model		Nestandardizirani koeficienti		Standardizirani koeficienti	t	Sig.
		B	Std. napaka	Beta		
1	(Konstanta)	2.831,571	1.522,983		1,859	0,072
	AMASP	-7,811	9,146	-0,244	-0,854	0,399
	AMISP	-9,051	8,291	-0,254	-1,092	0,283
	AT	47,466	27,068	2,783	1,754	0,089
	ATAV	-8.227,134	4.320,914	-2,425	-1,904	0,065
	AV	-8,227	9,681	-0,471	-0,850	0,401

Za predstavnike morfološkega prostora smo izbrali naslednje spremenljivke, odstotek maščobne mase (AMASP), odstotek mišične mase (AMISP), višino in težo merjenk (AV in AT), ter razmerje med njima (ATAV). Pri vseh regresijskih analizah pa smo za kriterij vzeli uspešnost teka na srednje proge (TMT\_povp). Rezultati regresijske analize v morfološkem prostoru kažejo na to, da je s tem izborom spremenljivk možno pojasniti 26,8 % variance kriterija, pri čemer je stopnja statistično značilne povezanosti preizkusa 0,05\*. Sklepamo lahko, da je morfološki prostor pomemben pri teku deklet na srednje proge.

Statistično najbolj pomembna spremenljivka, ki najbolje pojasnjuje izbrani kriterij, je razmerje med telesno težo in telesno višino – ATAV (sig=0,065); čim manjša je ta spremenljivka, tem boljši je rezultat. Če vemo, da je z nižjo vrednostjo ATAV značilno povezana DVO2MAX, nas ta pomembnost ne čudi. Druga po pomembnosti pa je telesna teža – AT (sig.=0,089). Kljub temu, da posamezne morfološke spremenljivke niso pomembno vplivale na uspešnost v teku na srednje proge, pa po regresijski analizi skupaj pojasnijo nepričakovano velik delež variance kriterija.

Preglednica 22: Multipla regresijska analiza uspešnosti teka na srednje proge v prostoru funkcionalnih spremenljivk

Vnešene/odstranjene spremenljivke(b)			
Model	Vnešene spremenljivke	Odstranjene spremenljivke	Metoda
1	DVVO2MAX, DVO2MAX(a)		Enter

(a) Vse vnešene spremenljivke.

(b) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

Povzetek modela				
Model	R	R <sup>2</sup>	Popravljen R <sup>2</sup>	Standardna napaka ocene
1	,430(a)	0,185	0,141	78,614

(a) Prediktorji: (Konstanta), DVVO2MAX, DVO2MAX

ANOVA(b)						
Model		Vsota kvadratov	Stop. prostosti	Povp. vrednost kvadratov	F	Sig.
1	Regresija	51.831,563	2	25.915,781	4,193	,023(a)
	Ostanek	228.666,097	37	6.180,165		
	Skupno	280.497,660	39			

(a) Prediktorji: (Konstanta), DVVO2MAX, DVO2MAX

(b) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

Koefficienti(a)						
Model		Nestandardizirani koefficienti		Standardizirani koefficienti	t	Sig.
		B	Std. napaka	Beta		
1	(Konstanta)	223,790	216,432		1,034	0,308
	DVO2MAX	0,728	2,460	0,045	0,296	0,769
	DVVO2MAX	36,369	13,266	0,418	2,742	0,009

(a) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

Za analizo funkcionalnega prostora smo izbrali dve spremenljivki. Prva je največja poraba kisika (DVO2MAX), druga pa hitrost teka pri največji porabi kisika (DVVO2MAX). Regresijska analiza pokaže, da je s tema dvema spremenljivkama možno razložiti 18,5 % variance kriterijske spremenljivke (TMT\_povp), pri čemer je stopnja statistično značilne

povezanosti preizkusa manjša od 0,05, in sicer 0,023\*, kar kaže na velikost in pomembnost funkcionalnega prostora za uspeh v tekih na srednje proge.

Poudariti je potrebno, da je le hitrost teka pri največji porabi kisika statistično značilno povezana s kriterijsko spremenljivko (sig.=0,009\*). Po pregledu literature bi pričakovali večjo povezanost največje porabe kisika z uspešnostjo v teku na srednje proge, vendar pa te trditve v našem primeru ne moremo potrditi.

Preglednica 23: Multipla regresijska analiza uspešnosti teka na srednje proge v prostoru hitrosti in tehnike teka

**Vnešene/odstranjene spremenljivke(b)**

Model	Vnešene spremenljivke	Odstranjene spremenljivke	Metoda
1	TFRKOR, MMAXV, TCDOT, TCLETA, TDOLKOR(a)		Enter

(a) Vse vnešene spremenljivke

(b) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

**Povzetek modela**

Model	R	R <sup>2</sup>	Popravljen R <sup>2</sup>	Standardna napaka ocene
1	,555(a)	0,308	0,207	75,535

(a) Prediktorji: (Konstanta), TFRKOR, MMAXV, TCDOT, TCLETA, TDOLKOR

**ANOVA(b)**

Model		Vsota kvadratov	Stop. prostosti	Povp. vrednost kvadratov	F	Sig.
1	Regresija	86.508,639	5	17.301,728	3,032	,023(a)
	Ostanek	193.989,021	34	5.705,559		
	Skupno	280.497,660	39			

(a) Prediktorji: (Konstanta), TFRKOR, MMAXV, TCDOT, TCLETA, TDOLKOR

(b) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

**Koeficienti(a)**

Model		Nestandardizirani koeficienti		Standardizirani koeficienti	t	Sig.
		B	Std. napaka	Beta		
1	(Konstanta)	-32,515	1.181,363		-0,028	0,978
	MMAXV	133,592	59,409	0,593	2,249	0,031
	TCDOT	1,847	2,702	0,141	0,684	0,499
	TCLETA	4,468	2,692	0,405	1,660	0,106
	TDOLKOR	-287,326	244,642	-0,328	-1,174	0,248
	TFRKOR	-103,709	185,078	-0,174	-0,560	0,579

(a) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

Pri tej analizi smo združili dva prostora, ki se med sabo povezujeta in prekrivata, maksimalno hitrost teka ter tehniko teka. V test so bile vključene naslednje spremenljivke:

najvišja hitrost teka – MMAX, ki je tudi statistično najpomembnejša spremenljivka znotraj tega prostora (sig.=0,031), čas dotika – TCDOT in čas leta – TCLET, ter frekvenca in dolžina koraka – TFRKOR, TDOLKOR. Iz regresijske analize je razviden zelo visok odstotek pojasnjene variance (30,8 %) kriterijske spremenljivke. Stopnja statistično značilne povezanosti preizkusa je tudi tokrat manjša od 0,05, in sicer 0,023\*, kar predstavlja značilno pomembnost tega prostora.

Preglednica 24: Multipla regresijska analiza uspešnosti teka na srednje proge v prostoru hitre moči nog

Vnešene/odstranjene spremenljivke(b)			
Model	Vnešene spremenljivke	Odstranjene spremenljivke	Metoda
1	ZDJ25VOD, ZSJVOD, ZCMJVOD(a)		Enter

(a) Vse vnešene spremenljivke

(b) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

Povzetek modela				
Model	R	R <sup>2</sup>	Popravljen R <sup>2</sup>	Standardna napaka ocene
1	,379(a)	0,143	0,072	81,696

(a) Prediktorji: (Konstanta), ZDJ25VOD, ZSJVOD, ZCMJVOD

ANOVA(b)						
Model		Vsota kvadratov	Stop. prostosti	Povp. vrednost kvadratov	F	Sig.
1	Regresija	40.225,332	3	13.408,444	2,009	,130(a)
	Ostanek	240.272,328	36	6.674,231		
	Skupno	280.497,660	39			

(a) Prediktorji: (Konstanta), ZDJ25VOD, ZSJVOD, ZCMJVOD

(b) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

Koefficienti(a)						
Model		Nestandardizirani koefficienti		Standardizirani koefficienti	t	Sig.
		B	Std. napaka	Beta		
1	(Konstanta)	777,679	127,394		6,104	0,000
	ZCMJVOD	-14,438	7,052	-0,657	-2,047	0,048
	ZSJVOD	8,757	7,345	0,355	1,192	0,241
	ZDJ25VOD	8,403	4,285	0,352	1,961	0,058

(a) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

Za predstavnike prostora hitre moči nog smo izbrali višino skoka z nasprotnim gibanjem – ZCMJVOD, višino odskoka po globinskem skoku 25 cm – ZDJ25VOD in višino vertikalnega skoka – ZSJVOD. ZCMJVOD je statistično značilno povezan s TMT\_povp, ZDJ25VOD pa je ravno na meji značilne povezanosti. Prostor hitre moči nog pojasni 14,3

% variance kriterijske spremenljivke. Vseeno pa celotna regresijska analiza ni na stopnji statistično značilne pomembnosti (0,130).

Ugotovimo lahko, da kljub posamični veliki povezanosti spremenljivk s kriterijsko spremenljivko sam prostor hitre moči nog ni zelo pomemben pri uspešnosti v teku na srednje proge.

Preglednica 25: Multipla regresijska analiza uspešnosti teka na srednje proge z izbranimi spremenljivkami

Vnešene/odstranjene spremenljivke(b)			
Model	Vnešene spremenljivke	Odstranjene spremenljivke	Metoda
1	ZSJVOD, TCLETA, TCDOT, DVO2MAX, ZDJ25VOD, AMISP, DVVO2MAX, ATAV, MMAXV, AMASP, TDOLKOR, TFRKOR, ZCMJVOD(a)		Enter

(a) Vse vnešene spremenljivke

(b) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

Povzetek modela				
Model	R	R <sup>2</sup>	Popravljen R <sup>2</sup>	Standardna napaka ocene
1	,866(a)	0,751	0,626	51,858

(a) Prediktorji: (Konstanta), ZSJVOD, TCLETA, TCDOT, DVO2MAX, ZDJ25VOD, AMISP, DVVO2MAX, ATAV, MMAXV, AMASP, TDOLKOR, TFRKOR, ZCMJVOD

ANOVA(b)						
Model		Vsota kvadratov	Stop. prostosti	Povp. vrednost kvadratov	F	Sig.
1	Regresija	210.577,411	13	16.198,262	6,023	,000(a)
	Ostanek	69.920,249	26	2.689,240		
	Skupno	280.497,660	39			

(a) Prediktorji: (Konstanta), ZSJVOD, TCLETA, TCDOT, DVO2MAX, ZDJ25VOD, AMISP, DVVO2MAX, ATAV, MMAXV, AMASP, TDOLKOR, TFRKOR, ZCMJVOD

(b) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

Koefficienti(a)						
Model		Nestandardizirani koefficienti		Standardizirani koefficienti	t	Sig.
		B	Std. napaka	Beta		
1	(Konstanta)	-651,040	1.003,414		-0,649	0,522
	AMASP	-8,472	5,956	-0,264	-1,422	0,167
	AMISP	-2,453	6,463	-0,069	-0,380	0,707
	ATAV	-30,098	10,352	-0,382	-2,907	0,007
	DVO2MAX	-0,501	1,886	-0,031	-0,265	0,793
	DVVO2MAX	-2,924	13,035	-0,034	-0,224	0,824
	MMAXV	151,323	50,527	0,671	2,995	0,006
	TCDOT	3,754	1,950	0,286	1,925	0,065
	TCLETA	3,988	2,144	0,362	1,860	0,074



TDOLKOR	25,026	215,358	0,029	0,116	0,908
TFRKOR	-40,997	144,461	-0,069	-0,284	0,779
ZCMJVOD	-19,525	6,052	-0,888	-3,226	0,003
ZDJ25VOD	5,689	3,028	0,238	1,879	0,072
ZSJVOD	9,366	5,783	0,380	1,620	0,117

(a) Odvisna spremenljivka: TMT\_povp

Pri zadnji analizi smo izbrali najpomembnejše spremenljivke iz vseh preučevanih sklopov spremenljivk z namenom pojasniti čim večji delež variance kriterijske spremenljivke s kar se da majhnim naborom spremenljivk. Spremenljivke, ki smo jih izbrali, so našteje v zgornji preglednici. Uspeli smo pojasniti 75,1 % variance kriterijske spremenljivke. Pri tem se je izkazalo, da so najpomembnejši dejavniki skok z nasprotnim gibanjem (ZCMJVOD – sig.=0,003\*), maksimalna hitrost teka (MMAXV – sig.=0,006\*), relativna telesna masa (ATAV – sig.=0,007\*), čas dotika podlage pri najvišji hitrosti teka (TCDOT – sig.=0,065), višina odskoka po globinskem skoku (ZDJ25VOD – sig.=0,072) in čas leta pri najvišji hitrosti teka (TCLETA – sig.=0,074). Kot vidimo, so to spremenljivke, ki kažejo na izredno pomembnost hitrosti in tehnike teka pa tudi na visoko stopnjo hitre moči nog. Predvsem vse kaže na izredno pomembnost izkoriščanja elastične moči nog za tek na srednje proge. Kajti parametri, ki izstopajo v tem smislu, so čas dotika podlage (TCDOT), skok z nasprotnim gibanjem (ZCMJVOD) in globinski skok (ZDJ25VOD), saj vsi izražajo hitrost in moč koncentrično-ekscentrične kontrakcije. S temi parametri bi lahko povezali tudi maksimalno hitrost teka (MMAXV), saj so z njo vsi značilno povezani. Proti pričakovanjem pa funkcionalne spremenljivke niso imele velike vrednosti pri pojasnjevanju variance kriterijske spremenljivke.

## 7.4 ANALIZA REZULTATOV IN HIPOTEZ

Rezultati le delno potrjujejo hipotezo H1. Med tekmovalnim rezultatom mladih tekačic in posameznimi sklopi spremenljivk ni prišlo do pričakovanih značilnih povezav. Pri morfoloških spremenljivkah ni prišlo do značilnih povezav s kriterijsko spremenljivko, kar bi, po pregledu literature, pričakovali. Pri drugih sklopih pa so se pojavljale posamezne spremenljivke, ki so bile značilno povezane s kriterijsko spremenljivko. Pričakovali smo značilno povezavo največjega volumna kisika – VO<sub>2</sub>MAX s tekmovalno uspešnostjo, vendar rezultati tega niso potrdili. Tudi pri hitri moči nog rezultati niso pokazali značilnih povezav.

V celoti pa se je potrdila hipoteza H2, ki pravi, da obstajajo pomembne povezave med samimi spremenljivkami. Obstajajo značilne povezave med nekaterimi morfološkimi in funkcionalnimi spremenljivkami, med morfološkimi in motoričnimi spremenljivkami, ter tudi med funkcionalnimi in motoričnimi spremenljivkami.

Tudi delovna hipoteza H3 se je v celoti potrdila. Starost tekmovalk značilno vpliva na njihovo uspešnost. Vzroka za ta pojav sta lahko dva ali pa vsota obeh. Prvi možen razlog izhaja iz dejstva, da se z naravnim procesom odraščanja – biološkim razvojem izboljšujejo fiziološke in motorične značilnosti, kar privede do boljšega tekmovalnega rezultata. Druga možnost pa je, da do boljših tekmovalnih rezultatov pride, ker se vzporedno s starostjo povečuje tudi tekmovalni staž in je pričakovati tudi primeren vpliv dosedanjega trenajžnega procesa na rezultat. Pri takem vzorcu merjenk, kot ga imamo pri tej nalogi, je zelo težko reči, da je boljša tekmovalna uspešnost plod izključno trenajžnega procesa, kajti ne moremo biti prepričani, da se je proces odraščanja pri vseh dekletih že zaključil.

Raziskava ni potrdila delovne hipoteze H4, ki pravi, da ima pri pojasnjevanju variabilnosti tekmovalnega rezultata najmočnejšo vlogo sklop spremenljivk, ki izražajo tekmovalčne funkcionalne sposobnosti, sledi mu sklop motoričnih spremenljivk, nato pa še sklop morfoloških spremenljivk. Izkazalo se je, da ima najmočnejšo vlogo prostor hitrosti in tehnike, ki spada pod sklop motoričnih spremenljivk, sledi mu sklop morfoloških spremenljivk, naslednji je sklop funkcionalnih spremenljivk in nato še prostor hitre moči nog, ki ravno tako spada pod sklop motoričnih spremenljivk.

## 8. SKLEP

Teki na srednje proge so sigurno najbolj neizprosni izmed vseh atletskih disciplin. Zahtevajo kombinacijo moči, hitrosti, anaerobne in aerobne vzdržljivosti. Poleg teh pa so pomembne tudi morfološke značilnosti, tehnika in racionalnost teka, psihološka priprava, taktika in nenazadnje okolje, v katerem se tekmovalec pripravlja in tekmuje. Že pri treningu odraslih srednjeprogašev je poznavanje najpomembnejših dejavnikov uspeha nujno za kvalitetno delo. Če pa gre za trening mladih, razvijajočih se tekmovalcev, pa sta potrebno znanje in odgovornost toliko večja.

Cilj naloge je bil ugotoviti, ali obstaja povezava med izbranimi morfološkimi, funkcionalnimi in motoričnimi parametri in tekmovalnim rezultatom ter kvantificirati to povezanost, če obstaja. Drugi cilj pa je bil ugotoviti, kolikšen je delež izbranih sklopov (morfološki, funkcionalni, motorični) spremenljivk pri pojasnjevanju variabilnosti tekmovalnega rezultata.

Diplomska naloga »Vpliv izbranih dejavnikov na uspeh v teku na srednje proge pri mladih tekačicah« je raziskovalnega tipa. Z uporabo korelacijskih matrik skušamo pojasniti povezanost nekaterih morfoloških, fizioloških in motoričnih parametrov ter njihov učinek na tekmovalni rezultat v tekih na srednje proge. Z regresijsko analizo pa skušamo ugotoviti, kolikšen del variance tekmovalnega rezultata se da pojasniti s posameznimi sklopi psihosomatičnega statusa in kolikšen delež variance je moč pojasniti s celotnim naborom spremenljivk.

Vzorec je sestavljalo 40 najbolj nadarjenih slovenskih tekačic na srednje proge. Tekačice so bile v času testiranja stare od 15 do 19 let, v povprečju 16,6 let. V času meritev so aktivno tekmoval v eni ali več srednjeprogaških disciplin – teku na 800, 1000 ali v teku na 1500 m.

Vzorec spremenljivk so sestavljali trije sklopi: morfološki, funkcionalni in motorični. Nadalje smo sklop motoričnih spremenljivk, zaradi boljše preglednosti in lažjega razumevanja, razdelili še na prostor največje hitrosti in tehnike teka ter na prostor hitre moči nog.

Vsi podatki so bili obdelani na osebni računalnik (HP Pavilion dv6000) s pomočjo programov Microsoft Office Excel 2003 in statističnega paketa SPSS 14.0 v okolju Windows. S programom SPSS je bila narejena osnovna statistika ter korelacijska in regresijska analiza.

Na osnovi korelacijske analize je bilo mogoče ugotoviti:

- Da, razen mezomorfne morfološke komponente (AMEZO), nobena izmed spremenljivk, ki so predstavljale morfološki prostor, ni bila značilno povezana s kriterijsko spremenljivko. Ravno tako nismo zabeležili povezav morfoloških spremenljivk s starostjo merjenk. Po že znanih ugotovitvah bi pričakovali značilne povezave kriterijske spremenljivke z deleži maščobne in mišične mase, vendar se ta predpostavka v našem primeru ni uresničila.
- Da je za uspešnost v teku na srednje proge pri dekletih pomembnejša hitrost teka pri  $VO_2$  max kot sama vrednost  $VO_2$  max, kar potrjujejo tudi nekateri drugi viri. Sama vrednost  $VO_2$  max se je v naši raziskavi izkazala za nepomembno, ravno tako tudi respiratorni kvocient, tako v korelaciji z uspešnostjo teka kot tudi v korelaciji s starostjo tekmovalk.
- Da sta hitrost in tehnika teka zelo pomembni pri teku na srednje proge. Kar polovica uporabljenih spremenljivk, ki predstavljajo ta dva motorična prostora, je značilno povezanih s kriterijsko spremenljivko. Maksimalna hitrost teka, čas leta in dolžina koraka so najpomembnejši kriteriji uspešnosti.
- Da spremenljivke, ki smo jih dobili s testi na tenziometrični plošči, niso značilno povezane s kriterijsko spremenljivko. Presenetljivo, saj je hitra moč nog, naj si bo v koncentričnih ali koncentrično-ekscentričnih pogojih, pomembna za tek na srednje proge vidika sposobnosti tetiv za skladiščenje elastične energije.
- Da starost merjenk ni značilno povezana z nobeno izmed izbranih spremenljivk. Verjetno gre tukaj predvsem za nehomogenost v biološkem razvoju, ki je kriva za neznačilno izražene dejavnike.

Na osnovi regresijske analize smo prišli do naslednjih spoznanj:

- Z izborom morfoloških spremenljivk (AMASP, AMISP, AV, ATAV, AT) smo uspeli pojasniti 26,8 % variance kriterijske spremenljivke, pri stopnji statistično značilne povezanosti 0,05\*.
- Z izborom funkcionalnih spremenljivk (DVO2MAX, DVVO2MAX) smo uspeli pojasniti 18,5 % variance kriterijske spremenljivke, pri stopnji statistično značilne povezanosti 0,023\*.
- S spremenljivkami, ki so predstavljale prostor hitrosti in tehnike (TFRKOR, MMAXV, TCDOT, TCLETA, TDOLKOR), smo uspeli pojasniti 30,8 % variance kriterijske spremenljivke, pri stopnji statistično značilne povezanosti 0,023\*.
- S spremenljivkami, ki so predstavljale prostor hitre moči nog (ZDJ25VOD, ZSJVOD, ZCMJVOD), smo uspeli pojasniti 14,3 % variance kriterijske spremenljivke, pri stopnji, ki ni statistično značilno povezana, 0,130.
- Z namenom pojasniti čim večji delež variance kriterijske spremenljivke s kar se da majhnim naborom spremenljivk smo v zadnji analizi izbrali najpomembnejše spremenljivke iz vseh preučevanih sklopov spremenljivk. Uspeli smo pojasniti 75,1 % variance kriterijske spremenljivke pri stopnji statistično značilne povezanosti 0,000\*.

S pomočjo te naloge lahko potrdimo velik pomen tehnike in hitrosti, pa tudi pomen morfologije, na tekmovalni rezultat v tekih na srednje proge pri 15 do 19 let starih dekletih. Iz pomembnih povezav med spremenljivkami lahko potrdimo tudi nekatere tipične povezave, ki veljajo za večino treniranih športnikov: povezava deležev maščobne in mišične mase, frekvenca in dolžina koraka, maksimalna hitrost in indeks aktivacije, delež mišične mase in hitra moč nog.

Možnosti uporabe rezultatov:

- z dobljenimi rezultati je možno primerjati in ovrednotiti nekatere parametre morfologije, hitrosti, tehnike, aerobne vzdržljivosti in hitre moči nog;
- poznavanje značilnosti in zahtev discipline lahko služi kot podlaga za načrtovanje vadbenega procesa, ravno tako pa lahko služi kot orientacija o trenutnem stanju v vadbenem procesu.

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko ugotovimo, da naloga ni popolnoma zadovoljila pričakovanja, saj nekaterih postavljenih hipotez ni bilo mogoče potrditi v celoti.

Morda bi dobili bolj jasno predstavo, če bi imeli na razpolago večji in bolj homogen vzorec, saj ne moremo v celoti zanemariti vloge biološkega razvoja in vpliva le-tega na tekmovalni rezultat, zato bi bilo v prihodnje smotrno dodati tudi kriterij, ki bi pojasnjeval stopnjo biološkega razvoja.

## 9. LITERATURA

- Almarwaey, O. A., Jones, M. A. in Tolfrey, K. (2003). Physiological correlates with endurance running performance in trained adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(3), 480–487.
- Anderluh, G. (2002). Kaj je orientacijski tek? Pridobljeno 10. 12. 2007, iz <http://www2.arnes.si/~gander/OT/OT.htm>.
- Armstrong, N. in Welsman, J. R. (1994). Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 22, 435–476 .
- Armstrong, N. in Welsman, J. R. (1997). Children in sport and exercise. *British Journal of Physical Education*, 28(2), 4–6.
- Auersperger, I. (2007). *Povezanost izbranih morfoloških, motoričnih, funkcionalnih in biomehanskih dimenzij z uspešnostjo v tekih na srednje proge*. Seminarska naloga pri predmetu Aplikativna kineziologija, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Borms, J. (1986). The growth of physical characteristics in male and female children. The child and exercise: an overview. *Journal of Sports Sciences*, 4, 3–20.
- Brandon, L. J. (1995). Physiological factors associated with middle distance running performance. *Sports Medicine*, 19, 268–277.
- Brandon, L. J. (1995). Physiological factors associated with middle distance running performance. *Sports Medicine*, 19(4), 268–277.
- Brandon, L. J. in Boileau, R A. (1992). Influence of metabolic, mechanical and physique variables on middle distance running. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 32(1), 1–9.
- Despopoulos, A. in Silbernagl, S. (1991). *Color atlas of physiology*. New York: Thieme Medical Publishers, Inc.
- Dick, F. (1995). *Sports training principles*. London: A & C Black.
- Houmard, J. A., Costill, D. L., Mitchell, J. B., Park, S. H. in Chenier, T. C. (1991). The role of anaerobic ability in middle distance running performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 62(1), 40–43.
- Ischander, M., Zaldivar, F. Jr., Eliakim, A., Nussbaum, E., Dunton, G., Leu, S. Y., Cooper, D. M. in Schneider, M. (2007). Physical activity, growth, and inflammatory

- mediators in BMI-matched female adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(7), 1131–1138.
- MacDougall, J. D., Wenger, H. A. in Green, H. J. (1990). *Physiological Testing of the High Performance Athlete*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R. M. in Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Martin D. E. in Coe P. N. (1997). *Better Training for Distance Runners*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Škof, B. (1986). *Določanje skupin tekačev na srednje in dolge proge na podlagi nekaterih motoričnih in fiziološko-biokemijskih spremenljivk*. Magistrska naloga, Ljubljana: Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, FTK, Ljubljana.
- Škof, B. (2003). Metodika treninga izdržljivosti: (aplikacija na trening trčanja na srednje i duge staze). V D. Milanović, in I. Jukić (ur.), *Kondicijska priprava sportaša: zbornik radova* (str. 246–255). Zagreb: Kineziološki fakultet.
- Škof, B. (2007). Razvoj gibalnih spretnosti in gibalnih sposobnosti v otroštvu in mladostništvu. V B. Škof (ur.), *Šport po meri otrok in mladostnikov* (str. 206–238). Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Škof, B. in Kalan, G. (2007). Biološki razvoj – telesni in spolni razvoj. V B. Škof (ur.), *Šport po meri otrok in mladostnikov* (str. 136–164). Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Škof, B. in Milić, R. (2002). Delež energijskih sistemov pri teku na 600 in 2400 metrov pri otrocih različne starosti. *Šport*, 50(3), 17–23.
- Šturm, J. in Ušaj, A. (1985). *Modelne značilnosti tekačev na srednje in dolge proge (Sklepno poročilo)*. Ljubljana: FTK, Inštitut za kineziologijo.
- Tanaka, K. in Matsuura, Y. (1982). A multivariate analysis of the role of certain anthropometric and physiological attributes in distance running. *Annals of human biology*, 9(5), 473–482.
- Turley, K. R. in Wilmore, J. H. (1997). Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. *Journal of Applied Physiology*, 83(3), 948–957.
- Ušaj, A. (1990). *Poskus uskladitve dveh konceptov anaerobnega praga pri testiranju vzdržljivosti tekačev*. Doktorska disertacija, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, FTK.
- Ušaj, A. (1997). *Osnove športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.



Wilmore, J. H. in Costill, D. L. (2005). *Physiology of Sport and Exercise: 3rd Edition*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Winsley, R. J., Armstrong, N., Middlebrooke, A. R., Ramos-Ibanez, N. in Williams C. A. (2006). Aerobic fitness and visceral adipose tissue in children. *Acta Paediatrica*, 95(11), 1435–1438.