

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Kineziologija

PRIMERJAVA ŠPORTNE USPEŠNOSTI DVOJČKOV ATLETOV

DIPLOMSKO DELO

MENTOR
doc. dr. Janez Vodičar
RECENZENT
prof. dr. Milan Čoh

Avtor dela
MATEJ LINDIČ

Ljubljana, 2015

ZAHVALA

Najprej bi se rad zahvalil mojim staršem ter bratu, ki so mi ves čas študija ter na moji športni poti stali ob strani in me podpirali. Zahvalil bi se tudi mojemu mentorju doc. dr. Janezu Vodičarju, ki mi je omogočil vse meritve in mi nudil vse potrebne informacije pri nastanku diplomske naloge ter recenzentu prof. dr. Milanu Čohu. Zahvalil bi se tudi vsem, ki so mi nudili strokovno pomoč pri opravljanju meritev.

Ključne besede: atletika, uspešnost, primerjava, športniki dvojčki

PRIMERJAVA ŠPORTNE USPEŠNOSTI DVOJČKOV ATLETOV

Matej Lindič

IZVLEČEK

Disciplina 400 metrov z ovirami je ena težjih atletskih disciplin in za vrhunski tekmovalni rezultat zahteva primerne gibalne in funkcionalne sposobnosti ter telesne značilnosti športnika. Prav tako mora biti športniku individualno prilagojen tudi vadbeni proces, da se izzove primerne odzive na trening. Odzivi na trening so pri športnikih različni tudi pri enakem vadbenem procesu, zato je zanimivo v analizo vzeti športnike dvojčke ter raziskati kaj je vzrok za razlike, ki se pojavijo v tekmovalni uspešnosti med njimi. Zaradi tega fenomena smo se odločili, da v diplomskem delu analiziramo vadbeni proces enojajčnih dvojčkov atletov ter ugotovimo katere razlike so tiste, ki se pojavljajo med njima in vplivajo na različno tekmovalno uspešnost. Za ugotovitev morebitnih razlik smo uporabili nekatere standardne metode in pripomočke za oceno telesne sestave (analizator telesne sestave, antropometrija) in motoričnih ter funkcionalnih sposobnosti (spirometrija, wingate test, tenziometrija, izokinetika). Po vseh opravljenih meritvah ter analizi vadbene procesa preiskovancev smo prišli do ugotovitev, ki so jih navedle že nekatere predhodne raziskave enojajčnih dvojčkov športnikov, da sta si športnika v telesni sestavi izrazito podobna. Prav tako sta si podobna pri primerjavi funkcionalnih sposobnosti. Razlike so se pojavile pri motoričnih testih, predvsem pri testu odzivne moči iztegovalk nog ter pri analizi vadbene procesa. Ugotavljamo, da v našem primeru preiskovancev na tekmovalno uspešnost vpliva razlika v odzivni moči ter pogosto pozabljena psihološka priprava športnika. Za natančnejšo analizo bi morali bolj pogosto spremljati njuno športno pripravo in izvesti še nekatere druge meritve.

Key words: track and field, performance, comparison, twins athletes

PERFORMANCE COMPARISON OF TWINS TRACK AND FIELD ATHLETES

Matej Lindič

ABSTRACT

Discipline 400 m Hurdles is one of the hardest disciplines and to stay competitive outcome requires appropriate motor and functional abilities and physical characteristics of an athlete. It must also be adapted to the individual athlete training process in order to elicit the appropriate response to training. Response on the training of athletes are also different in the same training process, so it is interesting to analyze identical twins athletes and to explore what is the reason for their differences competitive performance between them. Because of this phenomenon, we decided that the thesis analyzed the training process of twins athletes and figure out what the differences are those that arise between them and which affect the different competition success. In order to determine any differences we used some standard methods and accessories to assess the body composition (The analyzer for body composition, anthropometry), motor and functional abilities (spirometry, wingate test, tenziometry, isokinetics). After all measurements and analysis of the training process of the subjects we have come to the findings that some preliminary studies of identical twins athletes already indicated. The athlete are in body composition highly similar. Also, they are similar when comparing the functional abilities. Differences have arisen in motor tests, especially in test off power leg extensorsa and in realization of training process. Thus, we find that in our case of subjects on racing performance impact the difference in motor abilities and often forgotten psychological preparation of the athlete. For more accurate conclusions should be more frequently monitored their sports preparation and do some other measurements.

KAZALO

1	UVOD	7
1.1	Zgodovina teka na 400 metrov z ovirami v Sloveniji	8
1.1.1	Najboljši rezultati na svetu in Evropi v disciplini 400 metrov z ovirami	9
1.2	Analiza tekmovalne discipline	10
1.3	Gibalne sposobnosti in lastnosti ključne za tekača na 400 m z ovirami.....	11
1.3.1	Moč.....	11
1.3.2	Hitrost.....	11
1.3.3	Vzdržljivost in hitrostna vzdržljivost	12
1.3.4	Gibljivost.....	12
1.3.5	Koordinacija.....	13
2	Načrtovanje vadbenega procesa	14
3	Cilji diplomske naloge.....	16
4	METODE DELA	17
4.1	Preizkušanci	17
4.2	Pripomočki.....	17
4.3	Postopek izvedbe meritev	19
5	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	20
5.1	Analiza vadbenega procesa	20
5.2	Primerjava meritev <i>morfoloških lastnosti</i>	22
5.3	Primerjava meritev <i>gibalnih ter funkcionalnih sposobnosti</i>	25
6	SKLEP	31
7	VIRI	32

KAZALO SLIK IN TABEL

Slika 1: Primerjava telesne mase med preiskovancema.....	22
Slika 2: Primerjava obsegov stegna pod glutealno gubo.....	23
Slika 3: Primerjava srednjega obsega stegna.....	23
Slika 4: Primerjava obsegov goleni.....	24
Slika 5: Primerjava višine skoka pri testu skok iz polčepa.....	25
Slika 6: Primerjava višine skoka pri testu skok z nasprotnim gibanjem.....	26
Slika 7: Primerjava višine skoka pri testu globinski skok iz 20 cm.....	26
Slika 8: Primerjava višine skoka pri testu globinski skok iz 40 cm.....	27
Slika 9: Grafični prikaz največje moči, proizvedene med Wingate testom.....	29
Slika 10: Grafični prikaz največje moči glede na telesno maso preiskovancev.....	29
Slika 11: Grafični prikaz izmerjene anaerobne kapacitete.....	30
Tabela 1: Prvih pet najboljših izidov slovenskih atletov na 400 metrov z ovirami.....	8
Tabela 2: Prvi trije najboljši rezultati na 400 metrov z ovirami v svetovnem formatu.....	9
Tabela 3: Prvi trije najboljši rezultati na 400 metrov z ovirami v Evropi.....	9
Tabela 4: Prikaz načrta makrocikla preiskovancev.....	20
Tabela 5: Primerjava opravljenih vadbenih enot med preiskovancema.....	21
Tabela 6: Prikaz jakosti štiriglave stegenske mišice med koncentrično kontrakcijo.....	27
Tabela 7: Prikaz jakosti zadnje stegenske mišice med koncentrično kontrakcijo.....	28
Tabela 8: Prikaz razmerja med maksimalnim koncentričnim navorom zadnje stegenske mišice in štiriglave stegenske mišice.....	28

1 UVOD

Tek na 400 metrov z ovirami je ena težjih atletskih disciplin, saj zahteva dobro razvite gibalne sposobnosti kot so hitrost, moč, gibljivost, koordinacija ter vse vrste vzdržljivosti, izpopolnjene energetske mehanizme ter primerne anatomske lastnosti športnika. Prav tako zahteva tudi natančno načrtovan trenažni proces preko katerega atlet izpopolnjuje svojo športno pripravljenost do te mere, da mu omogoča vrhunske rezultate.

Mnogo trenerjev, se sprašuje, kako oblikovati vadbeni proces, da bi njihovemu varovancu najbolje ustrezal, da bi bil takšen, ki bi povzročil največje spremembe (v funkcionalnih, motoričnih sposobnostih, morfoloških lastnostih). Zaradi razlik, ki se pojavljajo v vadbenih procesih med športniki prihaja posledično tudi do razlik v tekmovalni uspešnosti. Tudi, če dva posameznika, športnika, med katerima ni nikakršnih podobnosti (v telesni sestavi, gibalnih sposobnostih, funkcionalnih sposobnostih) opravita enak trenažni proces, to ne pomeni, da bosta po koncu pripravljalnega obdobja enako ali vsaj podobno uspešna. Zanima pa nas, zakaj se dva genetsko enaka športnika, med katerima naj ne bi bilo večjih razlik, drugače odzivata na enak trenažni proces, in je tudi njuna uspešnost različna. Pri tem odigrajo svojo vlogo poleg ostalih dejavnikov tudi geni, oziroma genetski zapis. Vsak posameznik, ima v primerjavi z drugim v 99 odstotkih enak genom (celotna dedna informacija), vendar pa tisti odstotek poskrbi, da smo si med seboj edinstveno različni. To pa ne velja za enojajčne dvojčke, ki naj bi praviloma imeli popolnoma enak dedni zapis (A guide to your Genome, 2007). Prav tako pa dedni zapis vsebuje, tudi informacije, do katere meje bo posameznik lahko razvil določene sposobnosti, ki vplivajo na uspešnost v športu (Quinn, 2014). Pojavi se torej zanimivo vprašanje, kako je z enojajčnimi dvojčki in njihovo športno uspešnostjo pri enakem vadbenem procesu. Na to vprašanje ne moremo zlahka odgovoriti, saj obstaja mnogo dejavnikov, ki vplivajo na tekmovalno uspešnost in lahko zato prihaja do razlik tudi med njimi.

Namen diplomske naloge je pokazati, da pri enojajčnih dvojčkih, kljub enakemu genskemu zapisu in vadbenemu procesu z gotovostjo ni mogoče pričakovati enake športne uspešnosti. Večina predhodnih raziskav narejenih na tem področju ugotavlja, da so si enojajčni dvojčki pri morfoloških lastnostih in funkcionalnih sposobnosti skoraj povsem identični (Roberts idr., 2002), vendar ima vpliv na uspešnost tudi psihološka dimenzija posameznika, ki je dostikrat zanemarjena (predvsem osebnostne poteze športnika). Pri iskanju potrditve se bom oprl samo na nekatere standardne metode in pripomočke za oceno motoričnih, funkcionalnih sposobnosti ter morfoloških lastnosti. Hkrati bomo tudi analizirali vadbeni proces preiskovancev.

Atletika kot najbolj razširjena športna panoga ima bogato zgodovino, ki sega že v obdobje antične Grčije. Zajema naravne oblike gibanja, kot so teki, skoki in meti. Je ena prvih športnih zvrsti, saj so jo naši predniki v daljni preteklosti uporabljali, če so hoteli preživeti. Z razvojem človeštva so se ljudje začeli vedno bolj pogosto ukvarjati z atletiko in prišlo je do pojava tekmovanja in primerjanja z drugimi. To je bilo najbolj vidno v antični Grčiji, kjer je imel agon posebno mesto v grški kulturi. Največjo veljavo so imele antične olimpijske igre, ki so s svojo idejno zasnovo in vsebino vplivale na razvoj in pojav sodobne atletike (Čoh, 1997).

1.1 Zgodovina teka na 400 metrov z ovirami v Sloveniji

Tek z ovirami na 400 metrov se je prvič pri nas pojavil nekje med letoma 1931 in 1940. Prvi uradno zabeležen rezultat 59.3 s je dosegel Marjan Skušek v Ljubljani leta 1936, rezultati so bili takrat merjeni ročno. Z razvojem panoge so se izboljševali tudi rezultati in tako je blizu 50.0 s pretekel razdaljo Rok Kopitar leta 1979 v Celju. Pod to mejo pa se je spustil leta 1980 v Mariboru in sicer razdaljo 400 m z ovirami je pretekel v rekordnem času 49.11 s, rezultati so bili takrat že izmerjeni elektronsko (še le od leta 1978 so uvedli elektronsko merjenje časov). Ta rezultat je še vedno slovenski državni rekord, saj se je Kopitarju edini, ki bi lahko ogrozil njegov rekord dovolj približal le Miro Kocuvan mlajši leta 1997, ki je razdaljo z ovirami pretekel v času 49.43 s v Bariju (Italija) (Račič, Peternelj in Novak, 2006).

Tabela 1

Prvih pet najboljših izidov slovenskih atletov na 400 metrov z ovirami (Račič, Peternelj in Novak, 2006)

Rezultat (sek)	Ime in priimek	Datum rojstva	Atletski klub	Kraj tekmovanja	Datum dosežka
49,11	Rok Kopitar	5 maj 1959	KLC	Maribor	3 junij 1980
49,38	LaRue Brent William	26 april 1987 (ZDA)	MASS	London	3 avgust 2012
49,43	Miro Kocuvan mlajši	15 junij 1971	KLC	Bari	17 julij 1997
50,16	Damjan Zlatnar	16 december 1977	MASS	Trst	11 julij 2001
50,57	Matija Šestak	30 december 1972	MASS	Nova Gorica	12 september 1999

Tabela 1 prikazuje pet najboljših slovenskih izidov na 400 metrov z ovirami. Iz Tabele 1 je razvidno, da se je Kopitarju dobro približal poleg Kocuvana tudi Larue Brent, ki je sicer po narodnosti Američan in je prišel v Slovenijo leta 2010.

1.1.1 Najboljši rezultati na svetu in Evropi v disciplini 400 metrov z ovirami

Spodnji Tabeli 2 in 3 prikazujeta najboljše rezultate atletov v omenjeni disciplini do sedaj, iz katerih je razvidno, da so doseženi v prejšnjem stoletju. Iz Tabele 2 je možno opaziti, da so najboljše rezultate dosegli atleti, ki so Ameriške nacionalnosti. Edini, ki je bil kaznovan zaradi jemanja prepovedanih substanc je bil Bryan Bronson, zaradi jemanja steroidov. Opaziti je mogoče tudi razliko med najboljšimi svetovnimi in Evropskimi izidi (razlika je 59 stotink sekunde). Datumi dosežkov nam namigujejo na več razmišljanj, zakaj danes atleti ne dosežejo tako izvrstnih rezultatov.

Tabela 2

Prvi trije najboljši rezultati na 400 metrov z ovirami v svetovnem formatu (Records and Lists, 2015)

Rezultat (sek)	Ime in priimek	Datum rojstva	Nacionalnost	Kraj tekmovanja	Datum dosežka
46,78	Kevin Young	16 september 1966	USA	Barcelona, Estadio Olimpico	6 avgust 1992
47,02	Edwin Moses	31 avgust 1955	USA	Koblenz	31 avgust 1983
47,03	Bryan Bronson	9 september 1972	USA	New Orleans, LA	21 junij 1998

Tabela 3

Prvi trije najboljši rezultati na 400 metrov z ovirami v Evropi (European top 30 all time men, 2015)

Rezultat (sek)	Ime in priimek	Datum rojstva	Nacionalnost	Kraj tekmovanja	Datum dosežka
47,37	Stéphane Diagana	23 julij 1969	FRA	Lausanne	5 julij 1995
47,48	Harald Schmid	29 september 1957	GER	Athina	8 september 1982
47,57	Fabrizio Mori	28 junij 1969	ITA	Edmonton	10 avgust 2001

1.2 Analiza tekmovalne discipline

Za uspešno načrtovanje vadbenega procesa je potrebno podrobno poznavanje tekmovalne discipline. Narediti je potrebno celotno anamnezo športne discipline. Določiti je potrebno gibalne, fizikalne in druge značilnosti (trajanje tekmovalnega navora, dolžina proge, ki jo mora tekmovalec preteči, strukturo gibanja, tip obremenitve), fiziološko ozadje (zastopanost energijskih procesov, podatki o acido-baznem stanju), nevro-fiziološke lastnosti (način mišičnega delovanja), najpomembnejše gibalne sposobnosti ter tudi psihološke dimenzije športne discipline (Bompa, 1994).

Tek na 400 metrov z ovirami je atletska disciplina kjer mora tekač premagati 10 ovir na poti od štarta do cilja. Ovire so visoke 91 cm, razdalja od štarta do prve ovire je 45 metrov, med seboj so ovire enako oddaljene na razdalji 35 metrov, od zadnje ovire do cilja pa loči tekmovalca 40 metrov (»Competition rules«, 2013). Trajanje tekmovalnega navora je odvisno od pripravljenosti tekmovalca. Atletu obravnavana v raziskavi tekmovalno razdaljo premagata nekje med 52 in 54 sekundami.

Glede na trajanje navora je to tipični anaerobni laktatni napor, kjer se za gorivo uporablja glukoza, mišični glikogen, kreatin fosfat ter ATP. Večinoma gre za dolg šprint visoke intenzivnosti. Med naporom vrednosti frekvence srca dosežejo maksimalno vrednost nekje med 190 in 195 ud/min, povprečne vrednosti VO₂ max pa so od 50 do 70 ml/kg/min (Black, 1988). Pojavljajo se ekscentrično-koncentrična mišična naprezanja.

Raziskave o energijskih deležih med tekom so pokazale, da se pri teku z ovirami na 400 metrov 43 odstotkov energije pridobi iz aerobnih procesov ter 57 odstotkov energije iz anaerobnih procesov (Ferfila, 2014). Tako lahko z vidika energijskih procesov govorimo o anaerobno-aerobnem naporu. Ta presega stopnjo VO₂max.

Za vrhunske rezultate je potreben dobro razvit srčno-žilni, dihalni ter mišični sistem. Prav tako morajo biti športnikove mišice sposobne delovanja pri visokih vrednostih laktata v organizmu. Dobro mora imeti razvito tudi sposobnost prenašanja in odstranjevanja stranskih produktov metabolizma.

Omenjena atletska disciplina zahteva od športnika poleg zgoraj naštetih lastnosti tudi visoko razvite gibalne sposobnosti kot so hitrost (predvsem maksimalna hitrost ter hitrostna vzdržljivost), moč, gibljivost in koordinacija ter ustrezno tehniko in taktiko prehoda oziroma teka čez ovire.

Pred samim tekmovanjem pa je enako pomembna tudi ustrezna psihološka priprava športnika, ki mu omogoča kar najboljši izkoristek omenjenih sposobnosti in lastnosti njegovega organizma med tekmovalnim naporom.

1.3 Gibalne sposobnosti in lastnosti ključne za tekača na 400 m z ovirami

Ker je tek na 400 metrov z ovirami ena najbolj zahtevnih atletskih disciplin, mora imeti atlet za vrhunski rezultat zelo dobro razvite naslednje gibalne sposobnosti.

1.3.1 Moč

Ena od osnovnih in pomembnih motoričnih sposobnosti za tekača čez ovire na 400 metrov je moč. Moč je sposobnost učinkovitega izkoriščanja sile mišic pri premagovanju zunanjih sil. Mišična sila pa nastaja zaradi delovanja mišice kot biološkega motorja. Kakšno moč bo športnik razvil, je v določeni meri odvisno od dednostnih zasnov te sposobnosti. Moč ima v povprečju sorazmerno nizek koeficient dednosti (h^2), približno 0.50, kar pomeni, da je to sposobnost mogoče še v precejšnji meri natrenirati (Pistotnik, 2011). Poznamo več vrst moči. Glede na vidik deleža aktivne mišične mase ločimo splošno ter lokalno moč. Glede na vidik tipa mišičnega krčenja ločimo statično ter dinamično moč, z vidika silovitosti pa ločimo največjo moč, hitro (eksplozivno) moč ter vzdržljivost v moči (Ušaj, 1996).

Za tekača na 400 metrov z ovirami so pomembne tako maksimalna kot hitra moč ter tudi vzdržljivost v moči. Bolj kot statična je pomembna predvsem dinamična moč, saj se med naporom manifestira moč v dinamičnih razmerah.

1.3.2 Hitrost

Ena najpomembnejših motoričnih sposobnosti za tek na 400 metrov z ovirami je tudi hitrost. Hitrost je sposobnost izvedbe gibanja z največjo frekvenco ali v najkrajšem možnem času. Od vseh ostalih motoričnih sposobnosti je hitrost najbolj odvisna od dedne zasnove, zato jo je možno natrenirati v manjši meri kot ostale sposobnosti (Pistotnik, 2011). Tudi pri tej sposobnosti poznamo več vrst hitrosti. Za tekmovalno uspešnost na 400 metrov z ovirami so pomembne hitrost odziva (reakcije), najvišja frekvenca gibov, štartna hitrost ter najvišja hitrost.

Omenjena atletska disciplina se začne z nizkim štartom, torej je pomembna hitrost odziva tekmovalca na štartni signal. Gre za hitrost reakcije na pričakovani znak (zvok štartne pištole), torej za klasičen štart. Po uspešnem štartu je pomembna dobra štartna hitrost. Gre za sposobnost hitrega pospeševanja iz mirovanja do najvišje hitrosti gibanja (Ušaj, 1996). Ta mu omogoči da pridobi ustrezno visoko hitrost, ki mu nato omogoča izvedbo optimalnega števila korakov med ovirami. Čas teka je odvisen tudi od najvišje frekvence gibov. Ta vrsta hitrosti ne nastopa samostojno, temveč s preostalimi vrstami hitrosti. Prav tako pa je pomembna tudi najvišja hitrost, ki se pojavlja v cikličnih gibanjih, ki trajajo dovolj dolgo časa, da se najvišja hitrost lahko razvije (3-6s) (Ušaj, 1996).

1.3.3 Vzdržljivost in hitrostna vzdržljivost

Vzdržljivost je sposobnost človeka, da lahko opravlja določeno dejavnost dlje časa, ne da bi zaradi utrujenosti moral prekiniti ali znižati njeno intenzivnost. Obstajajo različni kriteriji, ki delijo vzdržljivost glede na topološki vidik (globalna, lokalna), vidik načrtovanja vadbe (splošna, specialna in hitrostna) ter energijski ali fiziološko-biokemijski vidik (Škof, 2007).

Ločimo mišično ali anaerobno ter srčno-žilno ali aerobno vzdržljivost. Obe vzdržljivosti prispevata k tekmovalni učinkovitosti športnika, vendar pa je pomembnost obeh v različnih atletskih disciplinah ter pri različnih športnikih različna. Mišična vzdržljivost je v visoki povezanosti s sposobnostjo produkcije velike mišične sile, ki jo zagotavljajo hitra vlakna v mišici z učinkovito anaerobno presnovo. Je pomembna sposobnost v športnih dejavnostih, ki običajno ne trajajo več kot 1 do 2 minuti. Srčno-žilna vzdržljivost je sposobnost za vzdrževanje dolgotrajnih cikličnih obremenitev. Visoko je povezana z razvojem srčno-žilnega in dihalnega sistema ter z oksidativno sposobnostjo počasnih mišičnih vlaken, zato jo imenujemo tudi aerobna vzdržljivost (Škof, 2007).

Z vidika načrtovanja vadbe, vzdržljivost delimo tudi na splošno in specialno. Aerobna vzdržljivost predstavlja splošno (bazično) vzdržljivost in je pomemben element splošne telesne pripravljenosti športnika. Pomembna je pri premagovanju večurnega treninga in pri zagotavljanju hitrejše obnove organizma po intenzivnih obremenitvah. »Vsaka športna disciplina pa zahteva tudi svojo specifično ali specialno vzdržljivost« (Škof, 2007).

Za tekmovalca na 400 metrov z ovirami je pomembna tako aerobna kot anaerobna vzdržljivost ter splošna in specialna vzdržljivost.

1.3.4 Gibljivost

Gibljivost je sposobnost izvajanja velikih razponov gibov v sklepih ali sklepnih sistemih posameznika (Pistotnik, 2011). Ustrezna gibljivost omogoča delovanje sile na daljši poti, manjšo frekvenco gibov pri enaki hitrosti in bolj racionalno premagovanje ovir (Ušaj, 1996). Gibljivost atleta je pomembna predvsem z vidika tehnike teka in prehoda ovire, saj mu primerno razvita sposobnost omogoča optimalen tekaški korak, ki vpliva na ritem med ovirami ter optimalen prehod ovire, ki je ključen za tekmovalno uspešnost.

Gibljivost ne vpliva samo na tehniko teka in prehod ovire ampak tudi na ostale gibalne sposobnosti, predvsem na moč in hitrost.

1.3.5 Koordinacija

Koordinacija je zelo kompleksna sposobnost in je povezana z nivojem razvitosti gibalnih sposobnosti kot so moč, gibljivost, hitrost ter ostalimi sposobnostmi. Gre za sposobnost učinkovitega oblikovanja in izvajanja zapletenih gibalnih nalog. »Kaže se v učinkoviti uskladitvi časovnih in prostorskih elementov gibanja« (Pistotnik, 2011). Zaradi različnih pojavnih oblik, v katerih jo lahko najdemo, govorimo o več vrstah koordinacije (Ušaj, 2007). Za tekmovalca na 400 metrov z ovirami pa so pomembne naslednje:

- Sposobnost pravočasne izvedbe motoričnih nalog (timing),
- Sposobnost reševanja motoričnih nalog z nedominantnimi okončinami (lateralnost),
- Sposobnost usklajenega gibanja zgornjih in spodnjih udov (Ušaj, 2007).

Pri sposobnosti pravočasne izvedbe motoričnih nalog gre ponavadi za kratkotrajne napore, ki se morajo izvesti v točno določenem trenutku. Če tega zamudimo, potem je verjetnost da bo nadaljevanje gibanja neuspešno velika (Ušaj, 1996). Primer te vrste koordinacije je, ko mora atlet oceniti točko odziva pred oviro, da bi optimalno prešel oviro in s tem izgubil čim manj hitrosti, ki jo je pridobil.

Pri lateralnosti gre za v veliki meri pridobljeno sposobnost, ki športniku omogoča izvedbo gibalne naloge tudi z nedominantno okončino (Ušaj, 1996). Pri teku na 400 metrov z ovirami se ta vrsta koordinacije pojavi, ko mora atlet zaradi izvedbe optimalnega ritma (števila korakov) med ovirami zamenjati nogo, ki napada oviro, saj mu le ta omogoča minimalno izgubo hitrosti pri prehodu ovire.

Sposobnost usklajenega gibanja zgornjih in spodnjih udov pa je sposobnost, ki se pojavlja v vseh motoričnih nalogah, kjer morajo roke in noge delovati usklajeno (Ušaj, 1996).

2 Načrtovanje vadbenega procesa

Športna vadba je zgrajen proces športnega izpopolnjevanja, ki z načrtnim in sistematičnim delovanjem učinkuje na tekmovalno zmogljivost, ki športniku omogoča najvišje tekmovalne dosežke. Proces športne vadbe je zasnovan na znanstvenih načelih, to pa pomeni, da se v tem procesu uporabljajo dognanja različnih ved. To so predvsem tiste vede, ki se ukvarjajo s človekom z biološkega, psihološkega, pedagoškega vidika in drugih vidikov (Ušaj, 1996).

Proces športne vadbe zahteva tudi zaporedje nekih opravil, ki spadajo v trenerjeve naloge, izhajajo pa iz značilnosti procesa športne vadbe. Športna vadba je sistem (vsebuje množico sestavin in povezav med njimi) katere glavne sestavine so športnik, trener, vadba in okolje v katerem delujeta športnik in trener. Ker je tak sistem dinamičen in nepredvidljiv zahteva kar najbolj natančno načrtovanje in nenehen nadzor delovanja tega sistema, da bi ga čim bolj obvladali. Takšna opravila trenerju omogočajo vpogled v kateri smeri in v kolikšni meri se športnikove lastnosti in sposobnosti spreminjajo (Ušaj, 1996).

Ker je proces športne vadbe zasnovan na znanstvenih načelih, je nujno poznavanje teh načel oziroma pravil, po katerih naj bi se ravnali ko izvajamo proces športne vadbe. Načela so si med seboj vsebinsko različna a hkrati tudi povezana (Ušaj, 1996). Ta načela so:

- načelo aktivnega in zavestnega vključevanja v vadbeni proces,
- načelo vsestranskega razvoja,
- načelo individualnega pristopa k procesu športne vadbe,
- načelo specializacije,
- načelo cikličnosti in spremenljivosti,
- načelo rastoče obremenitve,
- načelo sistematičnosti,
- načelo racionalnosti (Ušaj, 1996).

Za uspešno načrtovanje vadbenega procesa je nujno tudi poznavanje zakonitosti procesa športne vadbe. Gre za najosnovnejša pravila, po katerih se športnikov organizem odzove na dano obremenitev in proces športne vadbe, ki ga sestavljajo številne vadbene enote (Ušaj, 1996). Poznamo več zakonov procesa športne vadbe:

- zakon katabolne in anabolne faze,
- zakon homeostaze,
- zakon primerne dražljaja,
- zakon prilagajanja (Ušaj, 1996).

Načrtovanje procesa športne vadbe ne pomeni samo poznavanje načel ter zakonitosti športne vadbe, temveč gre tudi za izbiro in razvrščanje vadbenih količin v izbranem ciklu procesa športne vadbe. Pri izbiri in razvrščanju moramo upoštevati cilje, ki jih želimo doseči, športnikove sposobnosti in njegov način življenja. »Osnovna načela razvrščanja vadbenih količin v različnih obdobjih procesa športne vadbe imenujemo ciklizacija« (Ušaj, 1996).

Pri ciklizaciji gre torej za razvrščanje vadbenih količin v takšno zaporedje, ki omogoča najizrazitejše vadbene učinke. V sodobni ciklizaciji se za izhodišče postavlja koledarsko leto, saj običajno traja toliko kot ena tekmovalna sezona. Ta cikel je nato razdeljen na manjše cikle in sicer na obdobja (npr. tekmovalna obdobja, vadbena obdobja), mezocikle (običajno trajajo en mesec) mikrocikle (največkrat trajajo en teden) ter posamezne vadbene enote, za katere je izhodišče en dan (Ušaj, 1996).

Opis posameznih ciklov pri ciklizaciji vadbenega procesa:

- Posamezna vadbena enota

Vadbena enota ali trening je osnovna vadbena enota, ki vsebuje fazo napora (katabolna faza) in fazo odmora (anabolna faza). Ta traja od začetka napora v eni vadbeni enoti do začetka napora v drugi. V vadbeni enoti je tudi natančno definiran cilj vadbe, vadbena količina, intenzivnost, izbira in zaporedje vaj, odmori in uporabljene metode vadbe (Ušaj, 1996).

- Mikrocikel

Mikrocikel navadno traja en teden, lahko pa tudi manj ali dlje časa. Cilj vadbe je v tem obdobju definiran glede na to, s katero vrsto vadbe ali metodo in s kakšno količino ter intenzivnostjo želimo učinkovati na športnika. Da bi zastavljeni cilj dosegli moramo v enem mikrociklu enako vadbo večkrat ponoviti (ponavadi od 2 do 3-krat), odvisno od njene intenzivnosti in količine ter od obdobja v katerem poteka. Znotraj enega mikrocikla uporabljamo različen tip vadbe, različno količino in intenzivnost ter pogostost vadbe. Od vseh teh značilnosti vadbe je odvisna tudi struktura vsakega mikrocikla. Ločimo več vrst mikrociklov. Glede na tip vadbe ločimo mikrocikle za moč, hitrost, vzdržljivost in podobne. Ločimo jih tudi glede na število vadbenih in prostih enot, glede na količino vadbe, glede na intenzivnost in tako dalje (Ušaj, 1996).

- Mezocikel

Gre za obdobje, ki navadno traja 3-6 tednov ali mikrociklov. To obdobje traja dovolj dolgo časa, da lahko za cilj postavimo spremembo neke športnikove sposobnosti in (ali) lastnosti. To je tudi osnovno obdobje za katerega se podrobno načrtuje vadbeni proces. Tudi mezocikle lahko delimo na različne vrste in sicer na mezocikle za povečanje moči, hitrosti, vzdržljivosti in moči hkrati ter podobne. Pri načrtovanju mezocikla je pomembno tudi poznavanje sprememb vadbenih količin znotraj cikla (Ušaj, 1996).

- *Vadbeno obdobje (makrocikel)*

Ta cikel tvori več mezociklov, ponavadi dva do štirje, odvisno od strukture tekmovalne sezone (tekmovalnega koledarja športnika). Najpreprostejša struktura tekmovalne sezone deli makrocikel na pripravljalno, predtekmovalno, tekmovalno in prehodno obdobje. Pripravljalno obdobje vsebuje osnovno pripravo športnika in navadno traja dolgo časa. Predtekmovalno obdobje vsebuje specialno pripravo športnika. Sledi tekmovalno obdobje z pogostimi tekmovanji ter kasneje prehodno obdobje, ki ponavadi traja do enega meseca in vsebuje aktiven počitek športnika, ki služi kot sprostitelj in regeneracija po napornem tekmovalnem obdobju. V tem obdobju se navadno naredi tudi analiza sezone in priprava na novo (Ušaj, 1996).

- *Tekmovalna sezona (enoletni tekmovalni cikel)*

Enoletni tekmovalni cikel obsega pripravo na tekmovalno sezono, tekmovalno obdobje in prehodno obdobje. Takšna preprosta ciklizacija se uporablja samo pri športnikih začetnikih, saj se v vrhunskem športu ne obnese. (Ušaj, 1996)

- *Olimpijski cikel*

To je najdaljši cikel od vseh opisanih ciklov, saj traja štiri tekmovalne sezone. Tako dolg je zaradi tega ker olimpijske igre potekajo v štiriletnih obdobjih. »Glavni cilj takšne ciklizacije je čim boljša priprava na najpomembnejše tekmovanje v karieri vsakega športnika« (Ušaj, 1996). Uporaba takšne ciklizacije je redka, saj je nastop na tako elitnem tekmovanju omogočen le nekaterim posameznikom (Ušaj, 1996).

Pravilno načrtovanje ter izvedba vadbenega procesa pripelje športnika k uspešnemu nastopu na tekmovanju. Končna posledica športnikove priprave se lahko kaže kot športna forma (pojav kratkotrajne povečane športne zmogljivosti organizma in s tem doseganje osebnih rekordov na tekmovanju), povečana zmogljivost športnikovega organizma, ne pa tudi skladno izboljšanje tekmovalnega dosežka ter pretreniranost, ki je pojav neuravnovešenosti med odmorom in naporom in se kaže kot dolgotrajna utrujenost (Ušaj, 1996).

3 Cilji diplomske naloge

Glede na temo diplomske naloge smo si postavili naslednja cilja:

1. Ugotoviti v katerih lastnostih in sposobnostih se preiskovanca najbolj razlikujeta.
2. Ugotoviti kje v vadbenem procesu preiskovancev prihaja do razlik.

4 METODE DELA

4.1 Preizkušanci

V raziskavo smo vključili vzorec dveh atletov moškega spola in sicer enojajčnih dvojčkov. Prisotnost enakega genskega zapisa nismo preverjali. Preiskovanec A je prvorojenec. Preiskovanca sta oba stara 21 let in trenirata atletiko, natančneje atletske panoge 400 metrov z ovirami že 5 let. Oba trenirata omenjen šport v istem atletske društvu pri istem trenerju in izvajata enak trenažni program. Preiskovanec A dosega boljše tekmovalne rezultate in se posledično udeležuje večjih reprezentančnih tekmovanj (kot na primer svetovna prvenstva, evropska prvenstva, mediteranske igre,...), medtem ko se preiskovanec B udeležuje rednih klubskih tekmovanj, državnih prvenstev ter nekaterih reprezentančnih tekmovanj na nižjih ravneh.

4.2 Pripomočki

Za pridobitev potrebnih podatkov smo uporabili nekatere standardne teste in pripomočke. Za meritve telesne sestave smo uporabili *metodo antropometrije* (ena izmed metod antropologije za proučevanje človeka), ki meri razsežnosti človeškega telesa. Antropometrija zajema meritve telesnih razsežnosti (telesna višina, telesna masa, telesni obsegi, premeri, širine in kožne gube), ki jih opravimo z antropometričnim inštrumentarijem. Iz izmerjenih vrednosti, lahko nato izračunamo sestavo telesa (maščobno maso, kostno, mišično), somatotip merjenca in telesno masni indeks (BMI) («Antropometrija-velika», 2009).

Za ugotavljanje pljučne funkcije smo uporabili postopek *spirometrije*. Pri tem postopku gre za merjenje funkcionalne prostornine pljuč. »Volumen izdihanega zraka in vitalna kapaciteta se merita s pomočjo izdihanega zraka v spirometer. Med spirometrijo merjenec najprej globoko zajame zrak, nato pa ga čim hitreje izdihne. Pri tem spirometer meri volumne izdihanega zraka« («Spirometrija mala», 2009). S spirometrijo izmerimo največjo količino zraka, ki jo merjenec izdihne (vitalna kapaciteta ali VC), volumen zraka, ki ga človek izdihne iz pljuč po maksimalnem vdihu (forsirana vitalna kapaciteta ali FVC), največjo količino zraka, ki jo je merjenec sposoben izdihniti v prvi sekundi izdiha, (forsirani ekspiratorni volumen v prvi sekundi ali FEV1) ter nekatere druge ventilacijske parametre («Spirometrija», 2015). »Spirometrične vrednosti so izražene v odstotkih normalne vrednosti, ki jih določimo glede na zdrave osebe istega spola, starosti in višine« («Spirometrija mala», 2009).

Uporabili smo tudi *InBody diagnostični analizator telesne sestave*, ta natančno analizira stanje človeškega telesa s pomočjo bioelektrične impendancne analize. Naprava deluje preko osmih točkovnih elektrod, s pomočjo električne prevodnosti in uporabe različnih frekvenc. Poda nam podatke o količini telesnih tekočin, proteinov, mineralov z oceno mineralne kostne gostote ter maščob, prav tako pa dobimo podatke o masi skeletnih mišič, telesnih maščob ter telesne teže in številne druge pomembne podatke povezane z našo telesno sestavo. («InBody preiskava», 2015).

Kot metodo smo uporabili tudi *tenziometrijo* s katero smo pridobili podatke o odzivni moči, ta nam pove značilnosti delovanja iztegovalk nog (proksimalno-distalni princip) v različnih pogojih mišičnega naprežanja. Za pridobitev podatkov o odzivni moči smo uporabili test skok iz polčepa (koncentrično mišično naprežanje), skok z nasprotnim gibanjem (počasno ekscentrično-koncentrično mišično naprežanje) ter globinski skok (hitro ekscentrično-koncentrično mišično naprežanje) («Odrivna moč», 2009).

Za določitev mišične moči v dinamičnih razmerah smo uporabili metodo *izokinetične dinamometrije*. Gre za sodobno, standardno metodo za ocenjevanje mišične jakosti in moči določene skupine mišic. »Pri izokinetičnih meritvah gre za meritve mišične jakosti v pogojih odprte kinematične verige. Distalni del uda merjenca je vpet v nastavek, ki je pritrjen na dinamometer. Merjenec proizvaja dinamično mišično silo (koncentrično ali ekscentrično), tako da premika nastavek najhitreje in najmočnejše, kar se da pri konstantni, vnaprej izbrani testni hitrosti«. Dobljena sila (navor) je posredno merilo mišične jakosti. Prav tako dobimo tudi podatke o jakosti agonistov in antagonistov sklepa, kar omogoča računanje razmerij med mišicami. »Meritve udov opravljamo obojestransko, kar omogoča primerjave med levim in desnim udom« (Dervišević in Hadžić, 2009).

Za določitev hitrostne vzdržljivosti pa smo uporabili t.i. *Wingate test*, ki predstavlja »zlato standard« pri oceni anaerobne kapacitete in moči. Ta se izvaja po dveh različnih protokolih in sicer, 30 sec in 45 sec., na posebno prirejenem kolesu Monark Eregomedic 924 upoštevajoč individualno obremenitev po kg telesne mase. V analizi po testu se dobi prikaz podatkov o merjencu (TV, TM, % maščobe), tabelarni prikaz poteka v sekundah ter tabelarni prikaz izračuna anaerobne kapacitete, indeksa utrujenosti (%) ter maksimalne (POW max), srednje (POW med) in minimalne vrednosti (POW min) dosežene obremenitve («Wingate test», 2009).

4.3 Postopek izvedbe meritev

Podatke meritev smo zbrali večkrat v različnih obdobjih trenažnega procesa preiskovancev (zimsko predtekmovalno ter tekmovalno obdobje in poletno tekmovalno obdobje). Preiskovanca sta enake meritve opravljala na isti dan v dopoldanskih urah, eden za drugim. Meritve so si sledile v sledečem vrstnem redu:

- meritev telesne sestave z InBody analizatorjem telesne sestave,
- antropometrične meritve telesnih razsežnosti,
- meritev pljučne funkcije (spirometrija),
- 3D skeniranje,
- meritve na tenziometrični plošči,
- izokinetične meritve,
- test anaerobnih sposobnosti.

Pred zadnjimi tremi zgoraj napisanimi meritvami sta preiskovanca izvedla klasično ogrevanje na kolesu v trajanju 5 do 8 minut ter izvedla krajše raztezanje večjih mišičnih skupin. Po vsaki meritvi sta imela preiskovanca krajši odmor (približno 5 do 8 minut).

Pri meritvah telesnih razsežnosti z metodo antropometrije smo izmerili vrednosti za levo in desno stran telesa.

Pri meritvah na tenziometrični plošči smo pri posameznem testu (skok iz polčepa, skok z nasprotnim gibanjem ter globinski skok) nalogo ponovili trikrat. Globinski skok smo izvajali iz višine 20 cm ter 40 cm.

Pri meritvi anaerobne sposobnosti sta preiskovanca meritev izvajala 30 sekund.

Podatki so bili zbrani in obdelani z računalniškim programom Microsoft Office Excel.

5 REZULTATI IN RAZPRAVA

V diplomski nalogi smo v primerjavo vzeli le tiste rezultate meritev, ki so za uspeh pri teku na 400 metrov z ovirami najbolj ključni. Najprej smo analizirali vadbeni proces preiskovancev, nato pa prikazali še rezultate in primerjavo opravljenih meritev.

5.1 Analiza vadbenega procesa

Tabela 4
Prikaz načrta makrocikla preiskovancev

Mesec	<i>oktober</i>	<i>november</i>	<i>december</i>	<i>januar</i>	<i>februar</i>	<i>marec</i>	<i>april</i>	<i>maj ...</i>	
Vadbeno obdobje	zimsko pripravljalo obdobje		zimsko predtekmovalno obdobje		1. tekmovalno obdobje		poletno pripravljalo obdobje		2. tekmovalno obdobje
Teden	8T (3+1, 3+1)		4T (3+1)		8T		8T (3+1, 3+1)		13T
Meritveno obdobje			MO 1		MO 2				MO 3

Legenda: T – teden, MO – meritveno obdobje

Tabela 4 prikazuje načrt za tekmovalno sezono 2014/2015. Gre za dvojno ciklizacijo, saj makrociklus vsebuje zimsko ter poletno tekmovalno obdobje. Prikazan je letni makrociklus od 1.10.2014 do 14.6.2015, ko se zaključi z najpomembnejšim tekmovanjem sezone. Iz Tabele 3 je razvidno tudi, da gre za tip mezociklov 3+1, kar pomeni 3 enote vadbe (za enoto se šteje 7 dni) in 1 enoto aktivnega odmora. Razvidna je tudi razporeditev meritvenih obdobj.

Tabela 5

Primerjava opravljenih vadbenih enot med preiskovancema

	OKTOBER		NOVEMBER		DECEMBER		JANUAR		FEBRUAR		MAREC		APRIL		MAJ	
Preiskovanec	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Vadba za moč	8	8	8	8	12	12	7	8	4	7	7	12	3	4	1	2
Tekaška vadba	12	12	16	16	12	12	6	8	4	5	9	13	10	13	11	15
Vadba s poudarkom na tehniki	4	4	4	4	4	4	5	8	0	3	1	1	0	0	2	5

Legenda: A – preiskovanec A; B – preiskovanec B

Tabela 5 prikazuje primerjavo števila opravljenih vadbenih enot med preiskovancema. V primerjavo smo vzeli vadbo za moč, tekaško vadbo ter vadbo, ki je imela poudarek na tehnični izvedbi.

Iz Tabele 5 je razvidno, da sta preiskovanca od zimskega pripravljalnega obdobja do zimskega predtekmovalnega obdobja opravila enako število vadbenih enot (vadbe moči, tekaške vadbe ter tehnične vadbe). Razlike v realizaciji so se pričele pojavljati šele v drugi polovici makrocikla, ko je bil preiskovanec A lažje poškodovan in zato ni moral opravljati vseh treningov enako kot preiskovanec B.

Pri vadbi moči sta preiskovanca izvajala vaje za moč po metodi ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprežanj (3-5 serij, 15-18 ponovitev ene vaje, 2 min odmora med serijo), metodi maksimalnih mišičnih naprežanj (3 serije, 6-8 ponovitev ene vaje, 5 min odmora med serijo), mešanih metodah (3-5 serij, 5-7 ponovitev, 5 min odmora med serijo) ter metodi vzdržljivosti v moči (v obliki krožne vadbe, 3-5 serij, 30 do 60 s izvajanja vaje). Pri vadbi za moč je preiskovanec A premetal v povprečju od 5 do 8 kilogramov več bremena na ponovitev kot preiskovanec B. To velja za vadbo z utežmi (vadbo po postajah) ter vadbo na trenažerjih. Pri krožni vadbi sta oba izvajala vaje z enakim bremenom. Oba preiskovanca sta pri vadbi moči izvajala enako število serij ter ponovitev vaje.

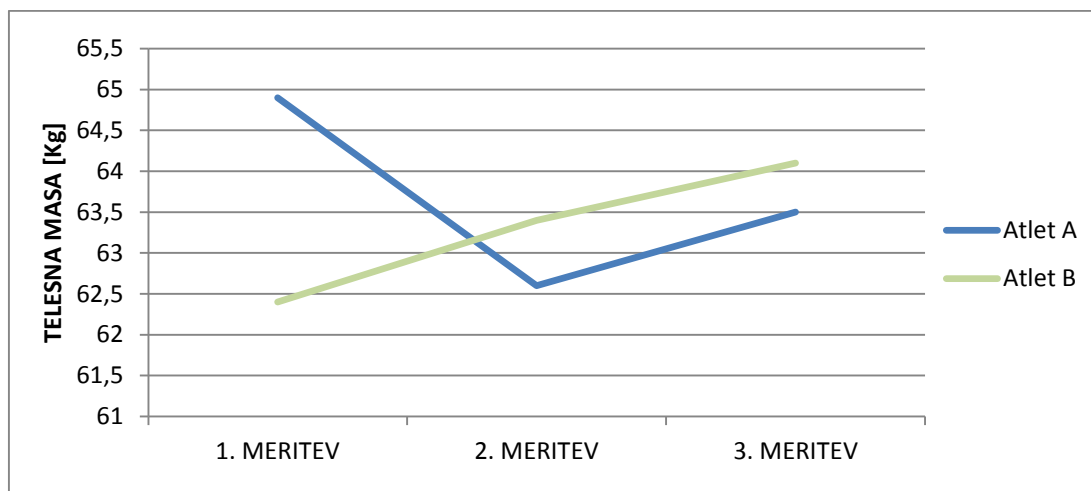
Tekaško vadbo sta izvajala kot intervalne teke, neprekinjene teke, teke z ovirami, kratke šprinte, šprinte v klanec in podobno. Oba sta naredila enako število serij ter ponovitev. Preiskovanec A je v povprečju teke izvajal 1 sekundo hitreje od preiskovanca B. To velja le za intervalne teke, ostale sta izvajala skoraj enako hitro (razlika manj kot 0,5 s).

Tehnična vadba je vsebovala teke z ovirami (tehnika prehoda ovire ter ritma med ovirami) ter tehniko šprinterskega koraka.

5.2 Primerjava meritev *morfoloških lastnosti*

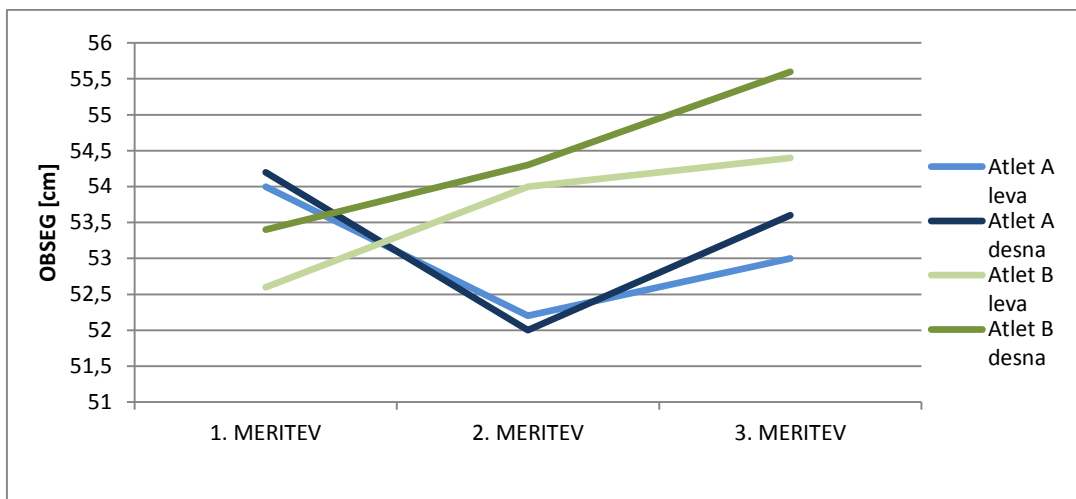
Na tekmovalno uspešnost v disciplini na 400 metrov z ovirami vplivajo tudi športnikove morfološke lastnosti.

Da bi ugotovili morebitne razlike v telesni sestavi obeh preiskovancev smo uporabili metodo antropometrije in analizator telesne sestave. V primerjavo smo vzeli le tiste telesne razsežnosti, ki najbolj vplivajo na uspešnost v omenjeni atletski disciplini.



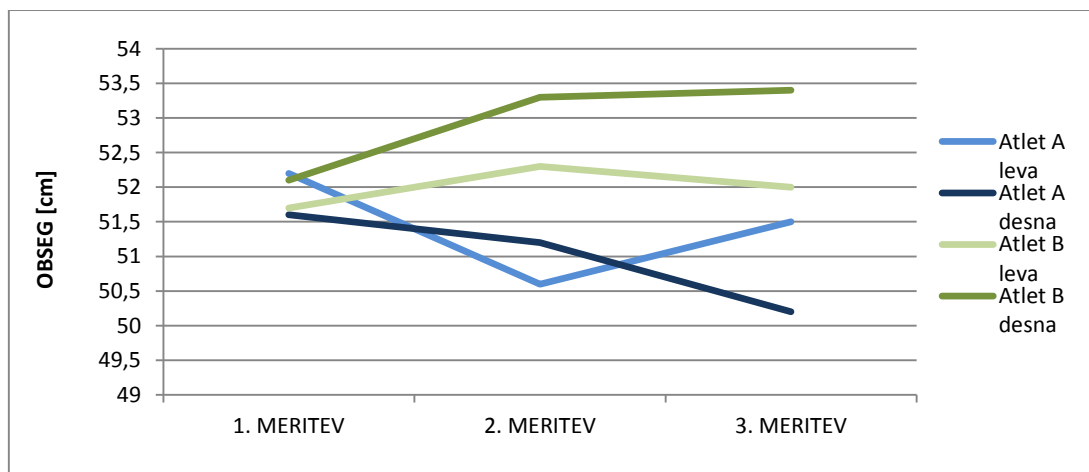
Slika 1. Primerjava telesne mase med preiskovancema.

Slika 1 prikazuje primerjavo v telesni masi med preiskovancema v treh meritvenih obdobjih. Opazimo lahko naraščajoči trend telesne mase pri preiskovancu B skozi celotno obdobje meritev ter upad telesne mase pri preiskovancu A, razlog je verjetno v lažji poškodbi preiskovanca med prvo in drugo meritvijo. Največja razlika v telesni masi med preiskovancema je bila opazna pri prvem meritvenem obdobju in je znašala 2,3 kilograma.



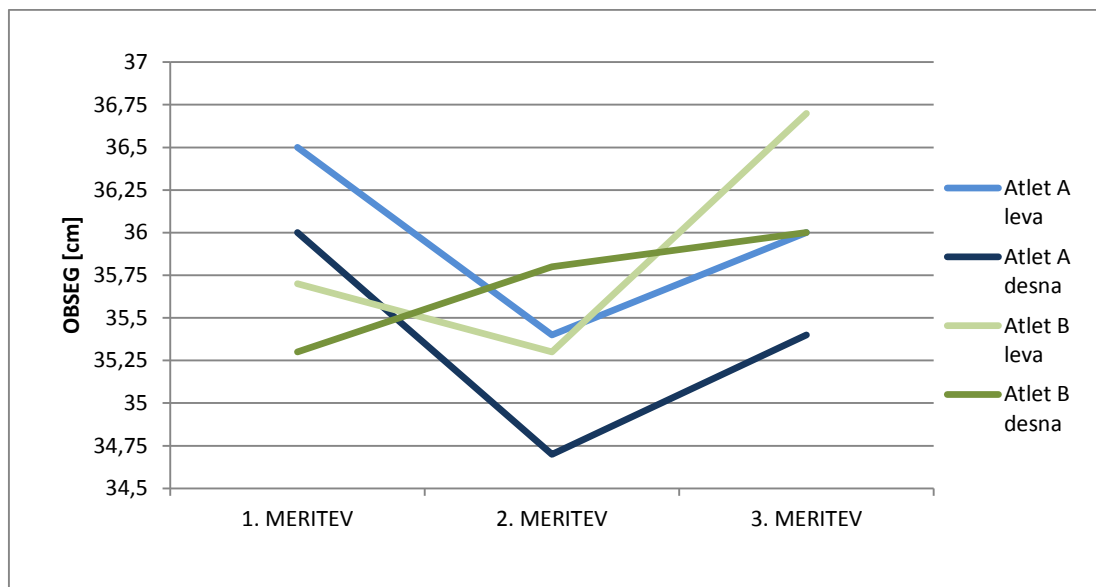
Slika 2. Primerjava obsegov stegna pod glutealno gubo.

Slika 2 prikazuje spremembe v obsekih stegna pod glutealno gubo. Pri tej telesni razsežnosti smo v izmero vzeli levo in desno okončino. Iz Slike 2 je razvidno povečanje obsega stegna pod glutealno gubo preiskovanca B skozi vsa tri meritvena obdobja, ter padec v obsegu pri preiskovancu A, verjetno zaradi lažje poškodbe med prvo in drugo meritvijo. Največja razlika v obsegu stegna pod glutealno gubo med preiskovancema je bila opazna pri drugem meritvenem obdobju in je znašala 1,8 cm za levo ter 2,3 cm za desno okončino.



Slika 3. Primerjava srednjega obsega stegna.

Slika 3 prikazuje primerjavo srednjega obsega stegna. Pri tej meritvi smo v izmero vzeli tako levo kot desno okončino. Iz Slike 3 je razviden podoben trend kot pri Sliki 2.

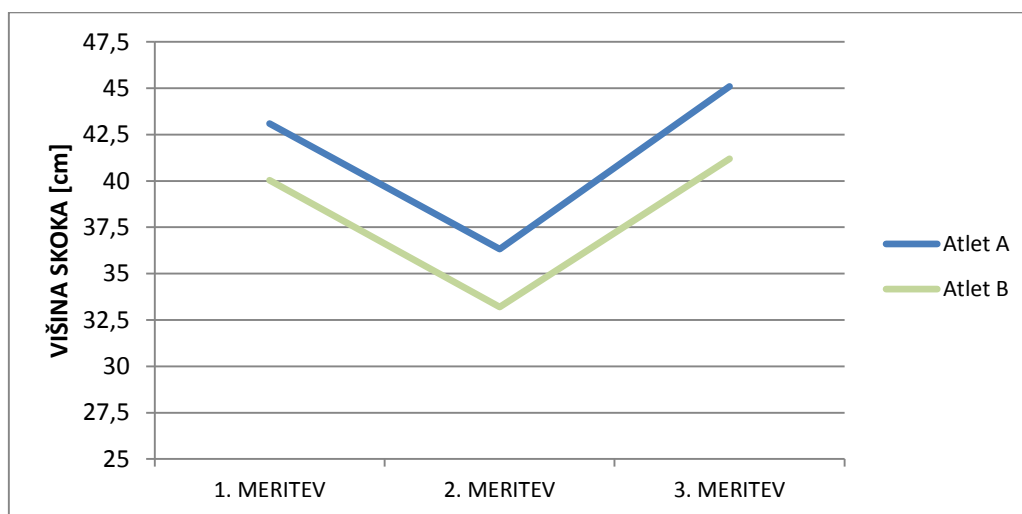


Slika 4. Primerjava obsegov goleni.

Slika 4 prikazuje spremembe v obsegu goleni med merjencema. Tudi pri tej telesni razsežnosti smo izmerili obseg na levi in desni okončini. Največja razlika v obsegu goleni med preiskovancema se je pojavila pri prvem meritvenem obdobju in je znašala 0,8 cm za levo ter 0,7 cm za desno okončino.

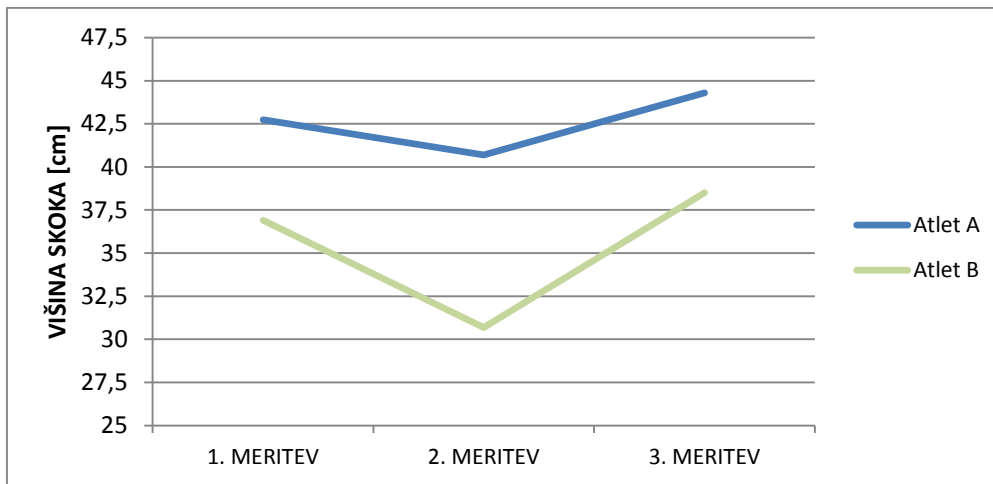
5.3 Primerjava meritev *gibalnih ter funkcionalnih sposobnosti*

Poleg morfoloških lastnosti, smo spremljali tudi nekatere gibalne in funkcionalne sposobnosti. V primerjavo smo vzeli teste, ki nam podajo informacijo o odzivni moči iztegovalk nog (skok iz polčepa – squat jump, skok z nasprotnim gibanjem – counter movement jump ter globinski skok – drop jump). Za pridobitev informacij o funkcionalni sposobnosti preiskovancev pa smo uporabili test anaerobnih sposobnosti na cikloergometru (Wingate test).



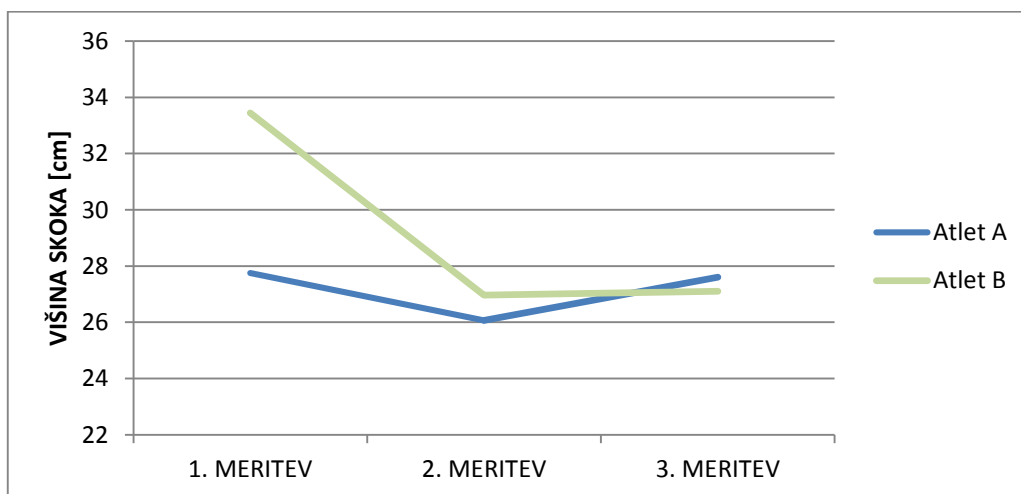
Slika 5. Primerjava višine skoka pri testu skok iz polčepa.

Slika 5 prikazuje primerjavo višine skoka pri tenziometričnem testu skok iz počepa. Iz Slike 5 je razvidno, da je bil pri vseh meritvenih obdobjih bistveno boljši (v višini skoka) preiskovanec A. Največja razlika v višini skoka med preiskovancema je bila opazna pri tretjem meritvenem obdobju in je znašala 3,9 cm.



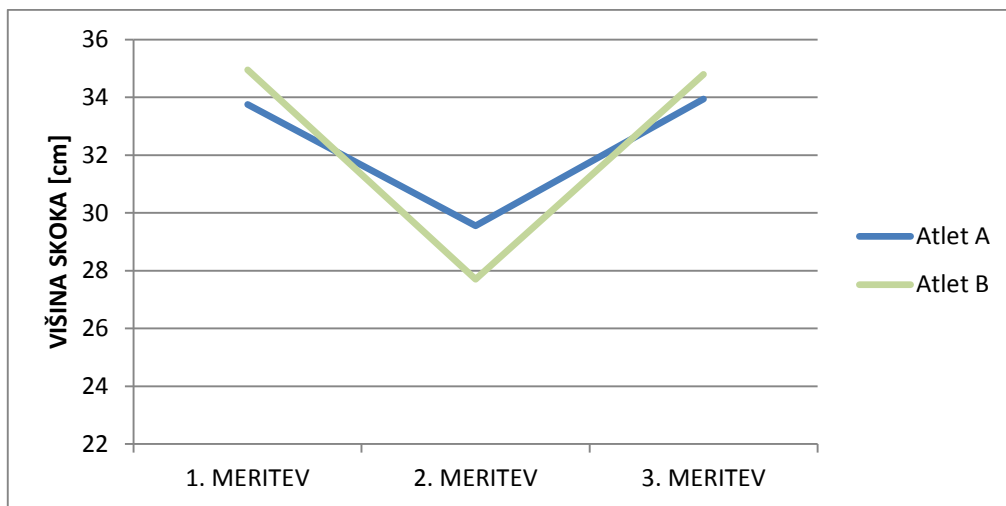
Slika 6. Primerjava višine skoka pri testu skok z nasprotnim gibanjem.

Slika 6 prikazuje primerjavo višine skoka pri testu skok z nasprotnim gibanjem. Tudi pri tem testu je bil preiskovanec A bistveno boljši kot preiskovanec B. Največja razlika v višini skoka med preiskovancema je bila opazna pri drugem meritvenem obdobju in je znašala 10,01 cm.



Slika 7. Primerjava višine skoka pri testu globinski skok iz 20 cm.

Slika 7 prikazuje primerjavo v višini skoka pri testu globinski skok iz višine 20 centimetrov. Iz Slike 7 je opazno, da so se večje razlike med preiskovancema pojavile le pri prvem meritvenem obdobju. Največja razlika v višini skoka med preiskovancema je bila torej opazna pri prvi meritvi in je znašala 5,7 cm.



Slika 8. Primerjava višine skoka pri testu globinski skok iz 40 cm.

Slika 8 prikazuje primerjavo v višini skoka pri testu globinski skok iz višine 40 centimetrov. Iz Slike 8 je opazno, da je preiskovanec B višje skočil od preiskovanca A pri prvem in drugem meritvenem obdobju. Največja razlika v višini skoka med preiskovancema je bila opazna pri drugem meritvenem obdobju in je znašala 1,86 cm.

Tabela 6

Prikaz jakosti štiriglave stegenske mišice med koncentrično kontrakcijo

	PREISKOVANEC A		PREISKOVANEC B	
	LEVA	DESNA	LEVA	DESNA
1 MERITEV	3,39	3,39	3,38	3,46
2 MERITEV	3,07	3,41	3,08	3,29
3 MERITEV	3,81	3,39	3,95	3,32

Tabela 6 prikazuje jakosti štiriglave stegenske mišice med koncentrično kontrakcijo na levi in desni okončini med preiskovancema. Dobljene vrednosti so prevedene na telesno maso preiskovanca, saj lahko tako vrednosti primerjamo z normativnimi glede na spol in telesno maso.

Tabela 7

Prikaz jakosti zadnje stegenske mišice med koncentrično kontrakcijo

	PREISKOVANEC A		PREISKOVANEC B	
	LEVA	DESNA	LEVA	DESNA
1 MERITEV	1,85	1,76	2,07	2,08
2 MERITEV	1,83	1,74	2,23	2,20
3 MERITEV	1,78	2,24	2,11	2,62

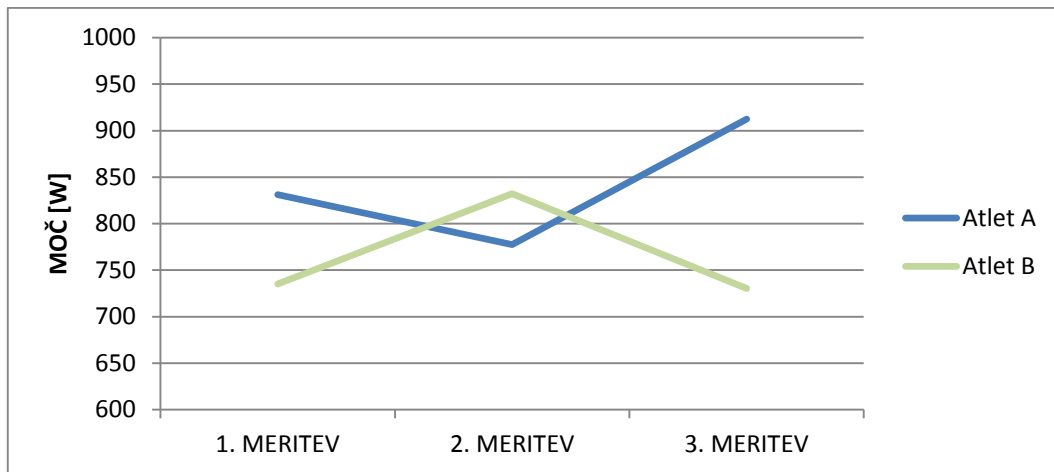
Tabela 7 prikazuje jakosti zadnje stegenske mišice med koncentrično kontrakcijo. Iz Tabele 7 je razvidno, da se med preiskovancema pojavljajo večje razlike v vseh meritvenih obdobjih v jakosti omenjene mišice v koncentričnih pogojih.

Tabela 8

Prikaz razmerja med maksimalnim koncentričnim navorom zadnje stegenske mišice in štiriglave stegenske mišice

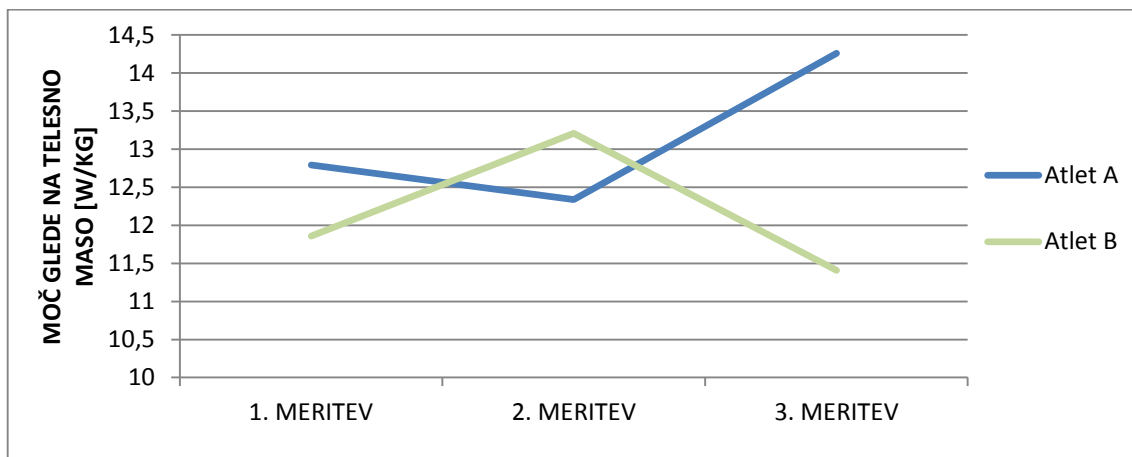
	PREISKOVANEC A		PREISKOVANEC B	
	LEVA	DESNA	LEVA	DESNA
1 MERITEV	54,55%	51,82%	61,14%	60,19%
2 MERITEV	59,8%	51,13%	72,4%	66,83%
3 MERITEV	46,69%	66,05%	53,36%	78,87%

Tabela 8 prikazuje klasično razmerje med navorom zadnje stegenske mišice in štiriglave stegenske mišice v pogojih maksimalne koncentrične sile. Normalno razmerje naj bi znašalo okoli vrednosti 60 odstotkov. Iz Tabele 8 je razvidno, da se je normativni vrednosti še najbolj približal preiskovanec B in sicer pri prvi izokinetični meritvi.



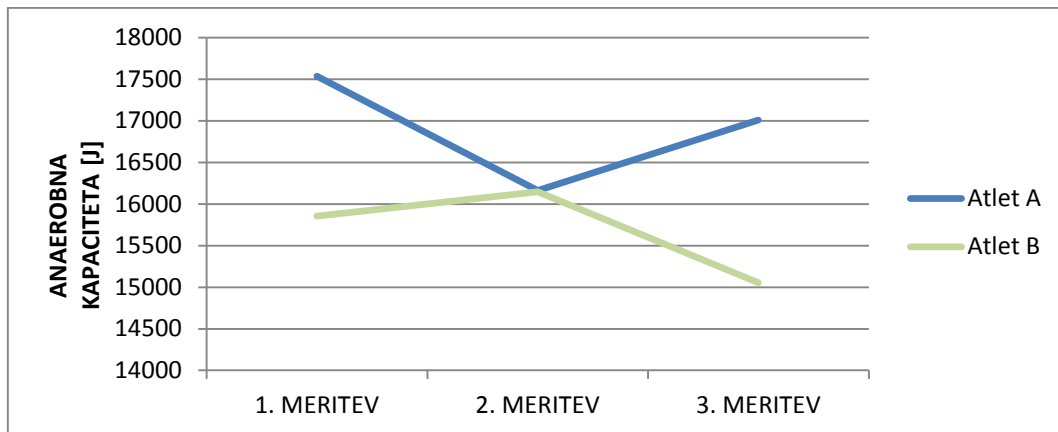
Slika 9. Grafični prikaz največje moči, proizvedene med Wingate testom.

Iz Slike 9 je razvidna sprememba največje moči med preiskovancema, proizvedena med testom anaerobnih sposobnosti v treh meritvenih obdobjih. Iz Slike 9 je razvidno, da je večjo moč med testom proizvedel preiskovanec B v času druge meritve, verjetno zaradi lažje poškodbe preiskovanca A v obdobju po začetnih meritvah. Največja razlika v proizvedeni največji moči med preiskovancema je bila opazna pri tretjem meritvenem obdobju in je znašala 182,07 Watov.



Slika 10. Grafični prikaz največje moči glede na telesno maso preiskovancev.

Slika 10 prikazuje spremembo v največji moči med Wingate testom, preračunana je glede na telesno maso preiskovancev. Tudi tukaj lahko opazimo podoben trend kot pri Sliki 9. Največja razlika v proizvedeni največji moči med preiskovancema je bila opazna pri tretji meritvi in je znašala 2,85 W na kilogram telesne mase.



Slika 11. Grafični prikaz izmerjene anaerobne kapacitete.

Slika 11 prikazuje spremembe v anaerobni kapaciteti med preiskovancema. Iz Slike 11 so razvidne večje razlike pri prvem in tretjem meritvenem obdobju. Največja razlika med preiskovancema v anaerobni kapaciteti je bila opazna pri tretji meritvi in je znašala 1955,1 J.

Po analizi vseh meritev ter analizi vadbenega procesa preiskovancev smo prišli do ugotovitve, da se preiskovanca po telesnih značilnostih ne razlikujeta toliko, da bi to vplivalo na njuno razliko v tekmovalni uspešnosti. Preiskovanca se bolj razlikujeta le pri gibalnih sposobnostih in sicer pri testu skok iz polčepa ter pri skoku z nasprotnim gibanjem, ki kažeta na odzivno moč iztegovalk nog. Razlika se je pojavila tudi v moči zadnje stegenske mišice pri izokinetičnem merjenju, kar pa je verjetno posledica različne tehnike teka. Pri analizi vadbenega procesa smo prišli do ugotovitev, da obstajajo večje razlike predvsem pri vadbi moči ter tekaški vadbi.

Preiskovanca sta se v omenjeni tekmovalni sezoni udeležila kar nekaj tekmovanj. Primerjava najboljših rezultatov te sezone pokaže, da je preiskovanec A razdaljo 400 metrov z ovirami premagal najhitreje v 52.70 sekundah, preiskovanec B pa v 54.21 sekundah. Torej se je med njima pojavila razmeroma velika razlika v tekmovalnem rezultatu. To lahko poleg zgoraj omenjenim razlikam pripišemo tudi psihološki pripravi športnika na tekmovanje.

6 SKLEP

Atletska disciplina tek na 400 metrov z ovirami velja za eno težjih atletskih disciplin. Za dosego vrhunskega rezultata mora športnik skozi individualno prilagojen vadbeni proces, ki je skrbno načrtovan. Svoje gibalne in funkcionalne sposobnosti mora razviti do te mere, da mu omogočajo vrhunsko uvrstitev na tekmovanju. Prav tako na rezultat vplivajo tudi ustrezne telesne značilnosti. Poleg telesne vadbe ne smemo pozabiti tudi na ustrezno psihološko vadbo oziroma mentalno pripravo na tekmovanje. Vse to skupaj daje športniku možnost, da se uspešno udeleži na zanj pomembnem tekmovanju.

Športniki opravljajo različne vadbene procese (različne vadbene količine, intenzivnost, pogostost in tako podobno). Zaradi tega prihaja med njimi do različne športne pripravljenosti. Ko pa dva genetsko enaka športnika (enojajčna dvojčka) opravita enak vadbeni proces pričakujemo, da bosta enako pripravljena in podobno uspešna na tekmovanju. Vendar pa se to ne pokaže vedno. Prav zaradi tega smo se odločili, da v primerjavo vzamemo enojajčna dvojčka atleta ter naredimo ustrezne meritve in analizo vadbene procesa in ugotovimo morebitne razlike v motoričnih, funkcionalnih sposobnostih ter telesnih značilnostih, ki vplivajo na njuno razliko v tekmovalnem rezultatu. Postavili smo si ustrezne cilje, preko katerih bi spoznali vzroke za različnost v športni uspešnosti. Da bi ugotovili razlike smo uporabili ustrezne metode in pripomočke za oceno telesne sestave in motoričnih ter funkcionalnih sposobnosti.

Ob koncu analize smo prišli do zanimivih zaključkov. V telesni značilnostih sta si bila preiskovanca izrazito podobna. Prav tako sta si bila podobna v funkcionalnih sposobnostih (v anaerobni kapaciteti, največji moči proizvedeni med testom ter največji moči med testom glede na telesno maso). Preiskovanca sta se najbolj razlikovala v odzivni moči, to je pokazala metoda tenziometrije (natančneje test skok iz polčepa ter test skok z nasprotnim gibanjem, razlike v višini skoka), prav tako sta se razlikovala v moči zadnje stegenske mišice (v pogojih koncentrične akcije) pri izokinetičnih meritvah. Razlike med preiskovancema so bile opazne tudi pri analizi vadbene procesa, predvsem pri vadbi moči (v količini dvignjenih bremen) ter tekaški vadbi (v hitrosti izvajanja tekov). Opazne so bile tudi razlike v realizaciji vadbene procesa, saj preiskovanca nista opravila enako število vadbene enot v analiziranem makrociklu. Na najbolj pomembnem tekmovanju sezone sta bila preiskovanca tudi različno uspešna. Prav tako smo spoznali, da na razliko v športni uspešnosti tudi pri genetsko enakih športnikih vpliva psihološka dimenzija športne priprave. Za bolj natančne zaključke, bi bila potrebna še bolj skrbna spremljava vadbene procesa ter pogostejša merjenja omenjenih sposobnosti ter značilnosti skozi daljše časovno obdobje (več makrociklusov). Prav tako pa bi morali opraviti še nekatere dodatne meritve (na primer določitev mišične strukture z metodo biopsije), ki bi nam omogočale bližji vpogled v omenjene razlike med genetsko enakima preiskovancema.

7 VIRI

- A guide to your genome. (2007). National human genome research institute. Pridobljeno iz: http://www.genome.gov/Pages/Education/AllAbouttheHumanGenomeProject/GuideToYourGenome07_vs2.pdf
- Antropometrija-velika. (2009). Fakulteta za šport. Pridobljeno iz http://www.fsp.uni-lj.si/meritve/sportno_diagnosticni_center/laboratorij_za_fiziologijo/2009042312535265/
- Black, W. (1988). Training for the 400 meters. *Track Coach*, 1988 (102), 3243-3245. Pridobljeno iz <https://www.trackandfieldnews.com/technique/>
- Bompa, Tudor, O. (1994). *Theory and methodology of training. The key to athletic performance.* Toronto: York University.
- Competition rules 2014-2015. (2013). International association of athletics federations. Pridobljeno iz <http://www.iaaf.org/about-iaaf/documents/rules-regulations>
- Čoh, M. in Uranjek, I. (1997). *Starogrška atletika.* Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Derviševič, E. in Hadžić, V. (2009). Izokinetično ocenjevanje kolena [elektronska izdaja]. *Rehabilitacija*, 1, 48–56. Pridobljeno iz http://ibmi.mf.uni-lj.si/rehabilitacija/vsebina/Rehabilitacija_2009_No1_p48-56.pdf
- European top 30 all time men. (10.7.2015). European athletics. Pridobljeno iz <http://www.european-athleticsstatistics.org/db/xml/euroranking.php?Season=allt&Indoor=0&Gender=m&Event=300&List=senior>
- Ferfila, N. (2014). *Vpliv energijskih deležev na uspešnost v teku na 600 metrov pri otrocih* (Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport). Pridobljeno iz <http://www.fsp.unilj.si/COBISS/Diplome/Diploma22063350FerfilaNina.pdf>
- InBody preiskava. (10.7.2015). Medical center Rogaška. Pridobljeno iz <http://www.rogaska-medical.com/si/pregledi-in-diagnostika/inbody-preiskava>
- Odrivna moč (2009). Fakulteta za šport. Pridobljeno iz http://www.fsp.uni-lj.si/meritve/sportno_diagnosticni_center/laboratorij_za_kineziologijo/2009040715225677/
- Pistotnik, B. (2011). *Osnove gibanja v športu.* Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Quinn, E. (18.12.2014). Are Athletes Born or Built? How Genetics Influence Athletic Ability. About.com. Pridobljeno iz <http://sportsmedicine.about.com/od/anatomyandphysiology/a/genetics.htm>
- Račič, M., Peternelj, S., Aljančič, J., Črne, S., Divac, V., Hladnik, J., ... Šarf, T. (2006). *85 let slovenske atletike.* Ljubljana: Atletska zveza Slovenije.

Records and Lists. (10.7.2015). International association of athletics federations. Pridobljeno iz <http://www.iaaf.org/records/toplists/hurdles/400-metres-hurdles/outdoor/men/senior>

Roberts, AD., Daley, PJ., Martin, DT., Hahn, AG., Gore, CJ. in Spence, R. (2002). *Differences in physiological test results and cross country skiing race performance of a pair of identical twins*. Journal of Science and Medicine in Sport, 5(3), 236-240. Pridobljeno iz [http://www.jsams.org/article/S1440-2440\(02\)80008-1/pdf](http://www.jsams.org/article/S1440-2440(02)80008-1/pdf)

Spirometrija. (10.7.2015). Topole Eva. Pridobljeno iz <http://www.dpbs.si/Sre%C4%8Danje%20z%20boleznijo/O%20preiskavah/Spirometrija.htm>

Spirometrija mala. (2009). Fakulteta za šport. Pridobljeno iz http://www.fsp.uni-lj.si/meritve/sportno_diagnosticni_center/laboratorij_za_fiziologijo/2009042312574507/

Škof, B. (2007). *Šport po meri otrok in mladostnikov*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Ušaj, A. (1996). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Wingate test. (2009). Fakulteta za šport. Pridobljeno iz http://www.fsp.uni-lj.si/meritve/sportno_diagnosticni_center/laboratorij_za_fiziologijo/2009042312560834/