

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA



KOMPARATIVNA ANALIZA TERENSKIH I LABORATORIJSKOG TESTA ZA PROCENU IZDRŽLJIVOSTI

MASTER RAD

Kandidat:

Marko Dimitrijević

Mentor:

red. prof. dr Stanimir Stojiljković

Beograd, 2015.

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA



KOMPARATIVNA ANALIZA TERENSKIH I LABORATORIJSKOG TESTA ZA PROCENU IZDRŽLJIVOSTI

MASTER RAD

Kandidat:

Marko Dimitrijević

Mentor:

red. prof. dr Stanimir Stojiljković

Članovi komisije:

red. prof. dr Dušan Mitić

doc. dr Vladimir Ilić

Beograd, 2015.

SADRŽAJ

SAŽETAK

1. UVOD	1
2. PROBLEM ISTRAŽIVANJA	2
2.1. Pojam rekreacije.....	2
2.2. Definisanje osnovnih pojmova	4
2.3. Testiranje u rekreaciji	7
2.4. Podela testova izdržljivosti	9
3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA	10
4. PREDMET, CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA	12
5. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	13
6. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	13
6.1. Uzorak ispitanika	13
6.2. Uzorak varijabli	14
6.3. Merni instrumenti i procedure	14
6.4. Protokol testiranja	22
6.5. Statistička obrada podataka.....	23
7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM	23
8. ZAKLJUČAK	31
9. LITERATURA	32

SAŽETAK

Predmet istraživanja su terenski testovi za procenu izdržljivosti i njihovo poređenje sa laboratorijskim testom za merenje izdržljivosti. Testiranje predstavlja neizbežan deo procesa vežbanja i samim tim izbor testa mora biti adekvatan. U ovom istraživanju koristila su se tri standardna terenska testa (Kuperov test, *Shuttle run* test i UKK test hodanja na 2km), kao i Laboratorijski test direktnog merenja potrošnje kiseonika.

Istraživanje je trajalo četiri nedelje, gde se u svakoj od njih realizovao po jedan od gore navedenih testova. Testovi su se odvijali istog dana u nedelji u prepodnevnom časovima. Uzorak ispitanika činili su studenti Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja (N=25), muškog pola, prosečne starosti 22 godine. Tokom testiranja praćeni su razni parametri od kojih su najvažniji maksimalna potrošnja kiseonika i frekvencija srca.

Rezultati maksimalne potrošnje kiseonika dobijeni direktnom metodom Laboratorijskim testom sa progresivno rastućim opterećenjem, postavljeni su kao glavni za poređenje sa rezultatima terenskih testova. Prema dobijenim rezultatima i statističkoj analizi za gupu testiranih ispitanika jedino je UKK test hodanja na 2 km pokazao da nema statistički značajnih razlika u odnosu na Laboratorijski test. Takođe međusobnom komparacijom rezultata VO_{2max} sva tri terenska testa, nije dobijena statistički značajna razlika. Ovakav rezultat istraživanja se može objasniti relativno lakom primenom protokola UKK testa hodanja na 2km sa jedne strane, a sa druge strane motivacija prilikom realizacije svih testova sigurno ima uticaj na rezultat.

Ključne reči: Testiranje izdržljivosti, Maksimalna potrošnja kiseonika, Kuperov test, *Shuttle run* test, UKK test, Laboratorijski test

1. UVOD

Da bi čovek (rekreativac) znao kako i na koji način da vežba, mora prethodno da proveri svoj trenutni fizički status. Planiranje fizičke aktivnosti i njen intenzitet upravo zavise od rezultata dobijenih testovima fizičke sposobnosti. Testiranje određene sposobnosti je prvi korak u definisanju funkcionalnog statusa ispitanika i predstavlja bazu za dalji rad na održavanju i poboljšanju nivoa treniranosti.

Programirana fizička aktivnost utiče ne samo na održavanje telesne mase, već smanjuje i rizik nastanka nekih hroničnih bolesti. Redovno sprovođenje fizičke aktivnosti ima jasnu povezanost sa održavanjem telesne mase i poboljšanjem motoričkih sposobnosti kod dece i odraslih. Vežbanjem se izazivaju pozitivne promene ne samo u morfološkom i motoričkom smislu, već i u kognitivnom, konativnom i zdravstvenom prostoru. Pod redovnom fizičkom aktivnošću smatra se planirana i programirana aktivnost sa tačno određenim obimom i intenzitetom.

Zdravlje je u značajnoj meri povezano sa fizičkom sposobnošću. *Morrow* i saradnici definišu zdravstveno usmereni fizički fitnes (*health-related physical fitness*) kao dostizanje ili održavanje fizičkih kapaciteta koji su povezani sa dobrim ili poboljšanim zdravljem i neophodni su za obavljanje svakodnevnih aktivnosti i suprotstavljanje očekivanim ili neočekivanim fizičkim izazovima (*Morrow et al.*, 2005).

U osnovi svake fizičke aktivnosti odvija se veliki broj fizioloških i metaboličkih procesa. Telo angažovano na taj način reaguje promenama u gotovo svim fiziološkim sistemima, u prvom redu mišićno-koštanom, kardio-vaskularnom, respiratornom i imunom sistemu (Mišigoj-Duraković, 2006).

Izučavanje motoričkih sposobnosti, kroz pojedine aspekte njihovog ispoljavanja, omogućava da različiti autori u okviru motoričkih sposobnosti razlikuju jačinu (silu), snagu, brzinu, pokretljivost i izdržljivost, kao svojstva na osnovu kojih je moguće objasniti uspešnost u određenim kretnim aktivnostima. Ovaj rad će se baviti najvažnijom sposobnošću u rekreaciji, a to je izdržljivost. Razlog sprovođenja eksperimenta je da se odredi koji od terenskih testova za procenu izdržljivosti ima najpribližniju vrednost u poređenju sa laboratorijskim testom.

2. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja se odnosi na načine testiranja izdržljivosti kao najvažnije sposobnosti kod rekreativaca, korišćenjem terenskih i laboratorijskog testa. Uporednom analizom rezultata dobijenih ovim testovima želimo da prikazemo način njihove primene kod određene kategorije vešbača.

2.1. Pojam rekreacije

Pod pojmom rekreacije podrazumevamo ponovno stvaranje, obnavljanje, osvežavanje i razonodu (lat. *Recreo, recreare* – bukvalno znači ponovo stvoriti, obnoviti). Rekreacija predstavlja spontani izraz čovekove želje da zadovolji svoju potrebu za aktivnostima, ali na dobrovoljan način i po sopstvenom izboru u svrhu odmora i razonode. Rekreacija predstavlja sponu između razonode, zabave, razbibrige i dokolice. Dokolica bez rekreacije je nedostižna, a rekreacija bez dokolice siromašna. Rekreacija sadrži fizičku i psihičku komponentu. Fizička komponenta se odnosi na negovanje fizičkih i fizioloških osobina pojedinca, deluje korektivno i utiče na povećanje radne sposobnosti, produktivnosti i smanjivanju povreda na radu. Psihološki učinak se odnosi na jačanje volje i istrajnosti, odnosno disciplinu u izvođenju dobrovoljno prihvaćenih aktivnosti, sticanje i razvijanje samokontrole i kontrole sopstvenih postupaka (Koković, 2000).

Rekreativci se redovno bave nekom fizičkom aktivnošću, umerenog intenziteta. To znači da se ne predaju sportu do nekog poluprofesionalnog ili čak profesionalnog nivoa, ali su redovno aktivni. Obim aktivnosti nije definisan, ali uvek mora biti u pitanju fizička aktivnost, a najčešće je to neka vrsta fizičkog vešbanja. Rekreativci su u današnje doba svesni da im fizička aktivnost donosi puno koristi za telo.

Definiciju rekreacije izvodili su mnogi autori, a u svim definicijama većina je saglasna da je rekreacija dobrovoljno izabrana aktivnost, a nikako nametnuta aktivnost.

Prema Mitiću, rekreacija je delatnost koja se odvija u slobodno vreme, po slobodnom izboru, uz dobrovoljno učešće sa svrhom, osveženja, odmora, zabave i obnavljanja snage, radi zadovoljenja potreba za kretanjem, igrom, druženjem (Mitić, 2001, str. 41).

Relac ovu delatnost definiše na sledeći način: “Rekreacija znači celokupnu čovekovu aktivnost izvan profesionalnih obaveza, izabranu po želji, a doprinosi razvoju stvaralaštva, očuvanja telesnog i društvenog zdravlja, održavanju vitalnosti, odmoru, osvežavanju i raznovodnosti” (Đorđević, 2005).

Prema drugom autoru fizička rekreacija je dobrovoljna čovekova aktivnost u slobodno vreme, prvenstveno motivisana zadovoljavanjem njegovih potreba za kretanjem (Wolanska, 1989).

Sportska rekreacija kao specifično područje fizičke kulture usmerena je na zadovoljavanje osnovnih ljudskih potreba i interesa kroz bogatstvo raznovrsnih sportsko-rekreativnih aktivnosti, koje su svima dostupne i usaglašene sa nivoom sposobnosti, zdravstvenim stanjem, polnim i uzrasnim karakteristikama svakog pojedinca. Suština i cilj sportske rekreacije jeste da omogući optimalne uslove i mogućnosti savremenom čoveku da kroz raznovrsne sportsko-rekreativne aktivnosti: zadovoljava svoju biopsiho-sociološku potrebu za kretanjem i igrom; sadržajnije, korisnije i kreativnije provodi slobodno vreme, čuva i unapređuje zdravlje; održava vitalnost, životni i radni optimizam; održava i unapređuje svoje opšte fizičke, funkcionalne i radne sposobnosti, otklanja prevremenu pojavu starenja i produžava aktivni radni vek i kreativnost do duboke starosti. Kao značajan sadržaj slobodnog vremena sportska rekreacija podrazumeva aktivno, stvaralačko, a nikako pasivno posmatračko učešće u sportsko-rekreativnim aktivnostima (Blagajac, 1994).

Sa grupom autora Stojiljković daje sledeću definiciju: „Rekreacija kao područje fizičke kulture je u odnosu na fitnes širi pojam koji obuhvata organizovano ili spontano, individualno ili grupno vežbanje (samo ponekad u formi takmičenja); koje se odvija bez ili u prisustvu stručnjaka za rekreaciju koji pomažu u realizaciji časa vežbanja; na otvorenom ili u zatvorenom prostoru; bez preciznog doziranja obima, intenziteta i ostalih parametara vežbanja (ili sa preciznim doziranjem, što je karakteristika fitnesa); čiji glavni cilj često nije najefikasnije i najracionalnije popravljavanje fizičkih sposobnosti, već uživanje u samom vežbanju, druženje, raspoloženje, itd, ali je pozitivan uticaj na zdravlje vežbača kao i svest o pozitivnom uticaju (čak i) takvog vežbanja na zdravlje, prisutna kod vežbača koji učestvuju u rekreaciji.“ (Stojiljković i sar., 2012, str. 9).

2.2. Definisanje osnovnih pojmova

Ono što svakako predstavlja srž ovog rada jeste fizička sposobnost – **izdržljivost**. Mnogi autori su se bavili ovom problematikom i davali svoja rešenja u opisu i definisanju ovog termina. Navodimo nekoliko definicija iz stručne literature:

- „Izdržljivost je sposobnost da se fizička aktivnost vrši što duže bez smanjenja efikasnosti, a do smanjenja efikasnosti dolazi usled zamora. Izdržljivost je neraskidivo povezana sa zamorom. Može se reći da je izdržljivost sposobnost suprostavljanja zamoru“ (Stojiljković i sar., 2012, str. 23).
- „Pod izdržljivošću se podrazumeva vrlo složena sposobnost vršenja rada unapred definisanog intenziteta bez smanjenja efikasnosti rada“ (Kukolj, 1996, str. 87).
- „Izdržljivost je sposobnost čoveka da određenu fizičku aktivnost vrši što duže vremena bez smanjenja efikasnosti“ (Zaciorski, 1975, str. 95).
- „Sa stanovišta rekreacije najadekvatnija definicija je ona koja izdržljivost definiše kao najbolju vrstu životnog osiguranja“ (Mitić, 2001, str. 109).

U odnosu na intenzitet rada i energetske izvore za dobijanje energije možemo razlikovati opštu i specijalnu izdržljivost.

Opšta izdržljivost predstavlja sposobnost dugotrajnog mišićnog naprezanja umerenog intenziteta koji angažuje preko 2/3 celokupne mišićne mase. Discipline u kojima je zastupljena ova vrsta izdržljivosti su: trčanje na srednje i duge staze, plivanje 800 – 1500m, skijaško trčanje, biciklizam. Opšta izdržljivost prvenstveno zavisi od nivoa razvijenosti kardiorespiratornih funkcija organizma, pa samim tim je i povezana sa aktivnostima koje su srodne po strukturi kretanja.

Specijalna izdržljivost predstavlja sposobnost vršenja intenzivnog mišićnog naprezanja koja je, u zavisnosti od intenziteta i trajanja rada uslovljena anaerobnim mogućnostima pojedinca (Kukolj, 1996).

Energija potrebna organizmu u mirovanju, kao i za rad laganog i umerenog intenziteta dobija se **aerobnim metaboličkim procesima** (u prisustvu kiseonika). U poređenju sa anaerobnim metabolizmom, aerobni metabolizam stvara energiju za rad mnogo sporije i takav tempo dobijanja energije nije dovoljan za vršenje fizičke aktivnosti

visokog intenziteta. Međutim, energija koja se dobija na ovaj način dovoljna je za rad umerenog intenziteta u periodu i od više časova. **Aerobna sposobnost** predstavlja sposobnost organizma da aerobnim metaboličkim procesima (oksidativnom razgradnjom ugljenih hidrata i slobodnih masnih kiselina) stvara energiju potrebnu za fizički rad.

Veličina aerobne sposobnosti zavisi od funkcionalnog stanja svih organskih i metaboličkih sistema koji učestvuju u transportu kiseonika i korišćenju istog za stvaranje energije koja je neophodna za rad. Kiseonik iz spoljašnjeg vazduha, preko gornjih disajnih puteva, stiže do alveola u plućima, odakle procesom difuzije preko alveolarnih membrana pristiže u plućne kapilare, tj. dospeva u krv. **Hemoglobinski kapacitet krvi** je sledeći sistem koji učestvuje u transportu kiseonika do tkiva, pošto se kiseonik u krvi prenosi vezan za hemoglobin. **Kardiovaskularni sistem** je treći sistem čija je funkcija prenos kiseonika do tkiva, i ovde najbitniju ulogu ima minutni volumen srca. Na kraju, funkcionalni kapacitet mišića za pretvaranje kiseonika u energiju, kao i sama mišićna masa imaju uticaj na veličinu aerobne sposobnosti. Oštećenje bilo koje od ovih karika sistema može, u manjoj ili većoj meri, uticati na sniženje nivoa aerobne sposobnosti. Takođe na veličinu aerobne sposobnosti utiču još: nasledni faktor, pol (zbog manjeg minutnog volumena srca, niže koncentracije hemoglobina i većeg procenta telesne masti, žene imaju niži nivo aerobne sposobnosti u odnosu na muškarce), starosna dob (najveće vrednosti se postižu između 18. i 25. godine) i stepen fizičke aktivnosti.

Ipak, na nivo aerobne izdržljivosti najviše utiče sposobnost srca da pri radu različitog intenziteta, povećanjem cirkulacije, doprema mišićima kiseonik koji je neophodan za stvaranje energije za rad. Mera aerobne sposobnosti je maksimalna potrošnja kiseonika – $VO_2\max$, tj. količina kiseonika koja se utroši za stvaranje energije pri radu maksimalnog intenziteta. $VO_2\max$ se može izraziti kao apsolutna vrednost u litrima ili mililitrima kiseonika u minutu (l/min, ml/min) ili kao relativna vrednost u mililitrima po kilogramu telesne mase u minutu (ml/kg/min), što je objektivniji način izražavanja aerobne sposobnosti jer na apsolutnu vrednost $VO_2\max$ u velikoj meri utiče telesna masa.

Najveće izmerene vrednosti $VO_2\max$ kod muškaraca (7,4 L/min ili 94 ml/kg/min) i žena (4,5 L/min ili 77 ml/kg/min) zabeležene su kod kros kantri skijaša. (Nikolić, 2003). Relativna potrošnja kiseonika kod muškaraca nesportista, prosečno iznosi

44-51mlO₂/kg/min. Relativna potrošnja kiseonika kod žena nesportista je 5-10mlO₂/kg/min manja nego kod muškaraca nesportista, dok razlika između žena sportista i muškaraca sportista iznosi 15-20 mlO₂/kg/min (Stojiljković i sar., 2012).

Jedan od ograničavajućih faktora za postizanje VO₂max po većini autora predstavlja minutni volumen srca (MVS). Vrednost MVS u mirovanju je oko 5L/min dok za vreme intenzivnog rada kod prosečnih osoba iznosi 25L/min. Najznačajniji faktori prema Nikoliću (2003) koji utiču na vrednost VO₂max su:

- **Pol i godine** – kod podjednako treniranih muškaraca i žena VO₂max po kilogramu telesne mase iznosi 18%, a po kg bez masnog tkiva 3,5% u korist muškaraca. Muškarci prosečno imaju i veći procenat hemoglobina od žena za 15%. Kod žena je s obzirom na manju viskoznost krvi veći odnos između MVSmax / VO₂max (7,1) u odnosu na muškarce (5,9). Najznačajniji faktori koji uslovljavaju razlike među polovima su mišićna masa i dimenzija srca. VO₂max raste sa razvojem organizma i povećanjem mišićne mase. Za svaku deceniju posle 25 godina VO₂max se progresivno smanjuje za 9% ili 0,42 ml/kg/min godišnje. Ako osoba nastavi sa aerobnim treningom smanjenje je manje.
- **Nasledni faktori** – kod jednojajčanih blizanaca VO₂max determinisan je sa 93% genetskog potencijala.
- **Mišićna masa uključena u rad** – kada se radi rukama, VO₂max je 70% u odnosu na rad nogama uz veći arterijski pritisak u frekvenciji srca. Međutim, razlika u vrednostima VO₂max kada se radi samo nogama i kada se radi i rukama i nogama je manja nego što se očekuje s obzirom na razlike u masi uključenih mišića. Maksimalan rad na bicikl ergometru u ležećem položaju dostiže do 85% vrednosti ostvarenih u sedećem položaju. Manji radni kapacitet horizontalnog u odnosu na vertikalni položaj objašnjava se nepovoljnim uslovima za rad aktivnih mišića kao i slabijim protokom arterijske krvi kroz mišiće nogu, iako je venski priliv krvi ka srcu optimalan.
- **Konstitucija** – od ukupne varijabilnosti VO₂max među pojedincima 69% otpada na telesnu masu, 4% na telesnu visinu, a samo 1% na masu bez masnog tkiva. Prilikom poređenja vrednosti VO₂max kod osoba sa različitim TM rezultate treba relativizovati (izraziti ih po kg/TM/min, ili preciznije po kg bezmasne mase/min).

2.3. Testiranje u rekreaciji

Planiranje i programiranje različitih sadržaja sportsko-rekreativnih aktivnosti zavisi od niza složenih organizacionih, implementacionih i kontrolnih aktivnosti stručnjaka. Planiranjem i programiranjem žele se dostići unapred postavljeni ciljevi koji se na kraju mogu vrednovati brojnim pokazateljima. Važno je naglasiti da sprovođenje rekreativnih programa nije samo pitanje tehnike koja se odnosi na precizno doziranje stepena opterećenja, već i brojnih drugih naučno utemeljenih faktora pretočenih u metode primene koje programer koristi. Svaka se osoba koja uđe u proces programiranog vežbanja razlikuje svojom ličnošću, inicijalnim statusom, uslovima u kojima živi i radi i ciljevima koje želi postići. Stručnjak je osoba koja profesionalnim pristupom dolazi i do određenih bitnih podataka u interakciju sa korisnikom, modelirajući program vežbanja koji će dovesti do pozitivnih transformacija, ali i brojnih drugih beneficija. Sama tehnika i tehnologija nisu dovoljne za zadovoljenje potreba učesnika programa. Stručnjak je taj koji svojim pristupom gradi međusobno poverenje, animira, motiviše, po potrebi menja i prati celokupni transformacijski proces.

Da bi programer, trener mogao da kreira kvalitetne programe vežbanja, potrebno je sprovesti određene predradnje, a to su uvid u trenutne sposobnosti i karakteristike učesnika rekreativnog programa. Brojni testovi ili baterije testova koji služe za procenu sposobnosti, sprovode se nakon obavljenog pregleda kod lekara.

Značajnost rezultata dobijenih testiranjem fizičkih sposobnosti je višestruko. Pre svega pojedinac dobija veoma bitne informacije o svom trenutnom fizičkom stanju i na osnovu njega planira trening ili vežbanje. Takođe testiranjem se vrši praćenje ili kontrola postignutih rezultata treninga. Sa naučne strane testiranja takođe imaju značajnu ulogu kako bi se nešto proverilo, dokazalo ili proučilo. U oblasti medicine testovi se koriste za otkrivanje i dijagnostiku nekih oboljenja, na koja se adekvatno mogu uticati ako se otkriju na vreme.

Plan i program namenjen transformaciji antropoloških obeležja pojedinca razrađuju se na osnovu nekoliko kriterijuma:

- Dijagnostika učesnika u aktivnosti: stanje i stepen sposobnosti (testovi za procenu funkcionalnih sposobnosti kardiovaskularnog i respiratornog sistema, testovi za

procenu motoričkih sposobnosti, neuromotorička merenja, antropometrijska i morfološka merenja.

- Procena psiho-socijalnog statusa (različiti anketni upitnici).
- Procena uslova u kojima se obavlja profesionalni rad (radni uslovi, položaji, opterećenja i sl.)
- Zdravstveni status (lekarska ocena stanja zdravlja i indikacije za vežbanje).
- Ciljevi aktivnosti mogu biti kratkoročni i dugoročni (transformacija opštih sposobnosti, transformacija i delovanje na ciljane sposobnosti, korekcija i održavanje sposobnosti na optimalnom nivou, prevencija bolesti, učenje i savladavanje novih sportsko-rekreativnih sadržaja i aktivnosti, igra, zabava, takmičenje, opuštanje, druženje, i sl.)

Za testiranja rekreativaca važni su preduslovi koji moraju biti ispunjeni da bi neko mogao da učestvuje u odgovarajućem testu. Kriterijum očigledno zdravih ljudi (*apparently healthy people*) (Morrow et al, 2005) je važan preduslov postavljen od strane Američkog koledža sportske medicine (*American College of Sports Medicine*). Kriterijum očigledno zdravih ljudi ispunjavaju odrasle osobe, muškarci do 45, žene do 55 godina starosti, koje imaju najviše jedan faktor rizika za nastanak kardiovaskularnih bolesti (Prebeg, 2015). Faktori rizika su:

- Porodična anamneza KVB (otac ili brat do 55 godine; majka ili sestra do 65 godine)
- Pušenje (pušač ili da je nedavno pre testiranja ostavio cigarete)
- Hipertenzija (srčani i krvni pritisak > 140/90)
- Hiperholesterolemija (povišen holesterol > 200 mg/dl; HDL > 35 mg/dl)
- Povišen šećer u krvi (> 110 mg/dl)
- Gojaznost (BMI >30, obim struka >100cm)
- Sedentarne životne navike (manje od minimalne preporučene količine fizičke aktivnosti, 150 min umereno intenzivne fizičke aktivnosti nedeljno)

2.4. Podela testova izdržljivosti

Postoji nekoliko načina za testiranje kardiovaskularne izdržljivosti. Svi primenjivi testovi se mogu klasifikovati na nekoliko načina. Zbog svojih prednosti i nedostataka, testovi pronalaze svoju primenu u odnosu na potrebe i mogućnosti pojedinca koji ih primenjuje. Svaki standardizovani test mora posedovati sve metrijske karakteristike (validnost, pouzdanost, objektivnost i osetljivost).

U stručnoj literaturi je najprihvatljivija podela na terenske i laboratorijske testove.

Terenski testovi imaju mnogo veću primenu u rekreaciji iz razloga što ne zahtevaju korišćenje skupe opreme. Takođe su jako praktični i pogodniji za masovnu upotrebu, ali su zato i manje precizni od laboratorijskih testova.

Laboratorijski testovi sa druge strane imaju veću preciznost, bezbednost, dosta su skuplji i primenjuju se samo individualno. Ovakav vid testiranja uglavnom upućuju na vrhunski sportisti, ali i rekreativci koji po savetu trenera shvataju da su dobijeni rezultati ovim merenjem tačniji i primenjiviji ne samo za kontrolu prethodnog treninga nego i za dalje planiranje. Testiranje se vrši na pokretnoj traci, bicikl-ergometru ili veslačkom ergometru uz korišćenje metodologije progresivnog opterećenja, u toku kojeg se metodom “*breath by breath*” osigurava direktno “*on line*” praćenje i kasnija analiza ventilacijskih i metaboličkih parametara. Za razliku od trčanja na otvorenom (atletskoj stazi), pri trčanju na pokretnoj traci nema otpora vazduha.

Takođe razlikujemo testove koji u svojoj primeni od ispitanika zahtevaju ili ne zahtevaju maksimalno naprezanje. Testovi koji ne zahtevaju maksimalno naprezanje od ispitanika (testovi submaksimalnog intenziteta) su bezbedniji, daju manje precizne podatke, a najčešće se koriste za procenu izdržljivosti kod početnika. Laboratorijski test iz ove grupe je Astrandov test na bicikl ergometru, a terenski koji se najčešće koristi kod rekreativaca je UKK test hodanja na 2km. Ovim testovima se na osnovu frekvencije srca pri radu submaksimalnog intenziteta, približno procenjuje VO_{2max} . (Stojiljković i sar., 2012, str. 30).

Kada su u pitanju testovi maksimalnog opterećenja tu moramo biti obazrivi u njihovoj primeni i nikako ih ne koristiti u radu sa početnicima. Neki od terenskih testova maksimalnog intenziteta su: Kuperov test trčanja 12 minuta ili na 2400 metara za procenu

VO₂max, *Shuttle run* test za procenu VO₂max, Konkonijev test za određivanje anaerobnog praga. Što se tiče laboratorijskih testova sa maksimalnim opterećenjem možemo da spomenemo testove progresivnog rastućeg opterećenja na tredmilu i bicikl ergometru.

3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanja vezana za testiranja u prostoru izdržljivosti sprovedena u laboratorijskim uslovima na direktan način, predstavljaju najrelevantnija istraživanja. Uz pomoć rezultata dobijenih ovakvim testiranjem moguće je na precizniji način vršiti analize i davati zaključke.

Prilikom testiranja, maksimalno opterećenje se može postići upotrebom bilo kog ergometra, ali se najviše vrednosti VO₂max mogu izmeriti na tredmilu na kome se rad vrši hodanjem i trčanjem. *Shepard* 1988. uočava 7% više vrednosti rezultata VO₂max na tredmilu u odnosu na bicikl ergometar, dok *Škranc* i saradnici 1970. uočavaju 11% niže vrednosti na step klupici u odnosu na bicikl ergometar (*Šekeljić*, 1996).

Neka od istraživanja su se bavila komparacijom rezultata dobijenih primenom testova sa maksimalnim opterećenjem u odnosu na testove sa submaksimalnim opterećenjem. Prema *Šekeljiću* (1996), *Džonson* i saradnici uočavaju da je nakon programa trčanja 3 puta nedeljno po 20 minuta u zoni 75–80% MaxHR dolazi do poboljšanja korekcije između rezultata testova sa maksimalnim i submaksimalnim opterećenjem. Ovo samo potvrđuje i konstataciju *Astranda* i *Rodhala* da su relacije između srčane frekvencije i VO₂max više linearno izražene kod treniranih u odnosu na slabije trenirane ispitanike.

Kohrt i sar. (1989) pratili su grupu triatlonaca tokom perioda od 8 meseci treninga i uvideli da je njihov VO₂max povećan samo u biciklizmu. Predpostavili su da je to povećanje rezultat perifernog razvoja muskulature koja učestvuje u biciklizmu. S druge strane, statistički značajno poboljšanje anaerobnog praga je postignuto i u biciklizmu i u trčanju. Rezultati sugerišu da je poboljšanje u ekonomici i mehaničkoj efikasnosti moguće i iznad nivoa gde nema više poboljšanja maksimalne potrošnje kiseonika. (*Stojiljković*, 2005).

Bošković (2005) je vršio uporednu analizu terenskih testova za procenu $VO_2\text{max}$. Na osnovu dobijenih rezultata primenom T-testa došao je do zaključka da se rezultati BEST testa statistički značajno razlikuju od rezultata *Shuttle run* testa, dok u poređenju rezultata Astrandovog i *Shuttle run* testa nije bilo statistički značajnih razlika.

Millet (1999) analizirao je trening francuske ženske reprezentacije u triatlonu i između ostalog došao do zaključka da je veličina $VO_2\text{max}$ važna za uspeh u sprintu i Olimpijskoj distanci triatlona (naročito u konkurenciji amatera), dok njen značaj znatno opada na dužim distancama triatlona. Takođe navodi da iako je u triatlonu $VO_2\text{max}$ važan faktor uspeha među amaterima, veličina maksimalne potrošnje kiseonika ne objašnjava u dovoljnoj meri razlike u rezultatima unutar homogene grupe elitnih triatlonaca. Zato objašnjenje upravo treba potražiti u procentu $VO_2\text{max}$ koji se može izdržati više desetina minuta koliko traje triatlon. (Stojiljković, 2003).

4. PREDMET, CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Za potrebe ovog rada postavljen je eksperiment u kome su se uporedno analizirali rezultati $VO_2\text{max}$ dobijeni uz pomoć tri terenska testa za procenu izdržljivosti i rezultati dobijeni laboratorijskim testom.

Predmet ovog rada je testiranje opšte izdržljivosti primenom terenskih testova i laboratorijskog testa.

Cilj istraživanja je bila komparativna analiza rezultata terenskih testova za procenu izdržljivosti sa rezultatima laboratorijskog testa za merenje maksimalne potrošnje kiseonika kod studenata FSFV-a.

Zadaci istraživanja formulisani su u skladu sa predmetom i ciljem istraživanja:

1. Utvrditi da li postoje statistički značajne razlike između procenjene maksimalne potrošnje kiseonika dobijene Kuperovim testom i maksimalne potrošnje kiseonika direktno izmerene laboratorijskim testom.
2. Utvrditi da li postoje statistički značajne razlike između procenjene maksimalne potrošnje kiseonika dobijene *Shuttle run* testom i maksimalne potrošnje kiseonika direktno izmerene laboratorijskim testom.
3. Utvrditi da li postoje statistički značajne razlike između procenjene maksimalne potrošnje kiseonika dobijene UKK testom hodanja na 2km i maksimalne potrošnje kiseonika direktno izmerene laboratorijskim testom.
4. Utvrditi da li postoje statistički značajne razlike između maksimalne potrošnje kiseonika dobijene primenjenim terenskim testovima (Kuperov test, *Shuttle run* i UKK test hodanja na 2km).

5. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Na osnovu predmeta, cilja i zadataka istraživanja, a u skladu sa analiziranom literaturom, postavljene su jedna generalna i četiri pomoćne hipoteze:

- GH** – Neće biti statistički značajne razlike između procenjene $VO_2\text{max}$ dobijene terenskim testovima i direktno merenog $VO_2\text{max}$ laboratorijskim testom.
- H1** – Neće biti statistički značajne razlike između procenjene $VO_2\text{max}$ dobijene Kuperovim testom i direktno merenog $VO_2\text{max}$ laboratorijskim testom.
- H2** – Neće biti statistički značajne razlike između procenjene $VO_2\text{max}$ dobijene *Shuttle run* testom i direktno merenog $VO_2\text{max}$ laboratorijskim testom.
- H3** – Neće biti statistički značajne razlike između procenjene $VO_2\text{max}$ dobijene UKK testom i direktno merenog $VO_2\text{max}$ laboratorijskim testom.
- H4** – Neće biti statistički značajne razlike između maksimalne potrošnje kiseonika dobijene primenjenim terenskim testovima (Kuperov test, *Shuttle run* i UKK test).

6. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Ovo je bilo eksperimentalno istraživanje koje spada u grupu transverzalnih studija, odnosno studija preseka.

6.1. Uzorak ispitanika

U istraživanju je učestvovalo 25 ispitanika muškog pola, starosti 20-26 godina (22 ± 1.9), prosečne visine 182.3 ± 7.3 cm, mase tela 77.9 ± 8 kg i indeksa telesne mase $BMI = 23 \pm 1.7$ kg/m². Prilikom procene telesnog sastava dobijene su srednje vrednosti dve najvažnije komponente, ukupne mase skeletnih mišića 40.3 ± 4.4 kg i procenta masti u organizmu $11.0 \pm 4\%$. Svi ispitanici su bili studenti Fakulteta sporta i fizičko vaspitanja, Univerziteta u Beogradu. Niko od ispitanika nije prijavio neurološke, kardio-respiratorne probleme, hronične bolesti, kao ni povrede mišićno-skeletnog aparata. Pre početka testiranja svi ispitanici su bili obavešteni o samom istraživanju i u koje svrhe će se koristiti rezultati.

6.2. Uzorak varijabli

Prema metodološkoj prirodi varijable istraživanja su podeljene u dve grupe:

1. U prvu grupu spada pet nezavisnih varijabli morfološkog statusa i to: visina tela, masa tela, indeks telesne mase (BMI), masa skeletnih mišića i procenat masti u telu.
2. U drugu grupu spada varijabla $VO_2\text{max}$ (maksimalna potrošnja kiseonika)

6.3. Merni instrumenti i procedure

Instrumenti i oprema koja se koristila za realizaciju ovog eksperimenta su: antropometar po Martinu, aparat za bioimpedancu (*InBody 720m*, USA), terenski testovi za procenu $VO_2\text{max}$ (Kuperov test 12 min., *Shuttle run*, UKK na 2km.), laboratorijski test sa progresivno rastućem opterećenjem na tredmilu za merenje $VO_2\text{max}$.

- **Antropometar** - merenje visine je vršeno korišćenjem antropometra po Martinu čija je tačnost merenja 0.1 cm. Ispitanik se nalazi u standardnom stojećem stavu na čvrstoj, vodoravnoj podlozi. Stopala su sastavljena, a pete, sedalna regija i gornji deo leđa dodiruju antropometar. Glava se nalazi u položaju Frankfurtske ravni i ne sme da dodiruje skalu antropometra (*Norton et al.*, 2000).
- **Uređaj za bioimpedancu** (*InBody 720m*, USA) - Analiza bioelektričnom impedansom (BIA) je metoda za procenu sastava tela, emitovanjem niske i bezbedne doze električne struje kroz ljudski organizam. Struja prolazi kroz telo sa niskim otporom kroz mišiće, dok izvestan veći otpor postoji pri prolasku kroz masno tkivo. Ispitanici su bili u donjem vešu, ne smeju imati metalne predmete. U skladu sa preporukama proizvođača merenje je obavljeno u jutarnjim časovima, na prazan stomak, posle odlaska u toalet.
- **Kuperov test trčanja 12 min.** – ovaj terenski test se koristi za procenu $VO_2\text{max}$, a postavio ga je doktor *Kened Kuper*. Test je napravljen za masovnu upotrebu i svako ga može uraditi samostalno. Kuperov test ne zahteva nikakve složene uređaje, laboratoriju, a sve što je potrebno je štoperica, staza i patike. Zato ga

može izvoditi svako samostalno. Prema protokolu testa prvo se radi zagrevanje u trajanju od 5 do 7 minuta, a zadatak ispitanika je da najbrže što može trči ili hoda 12 minuta. Na kraju testa zabeleži se koja je distanca pređena i na osnovu tablične vrednosti prema polu i godinama (tabela 6.1.) očitava se stepen nivoa sposobnosti ispitanika, odnosno maksimalna potrošnja kiseonika kao realni fiziološki pokazatelj spremnosti organizma (Stojiljković i sar., 2012, str. 32).

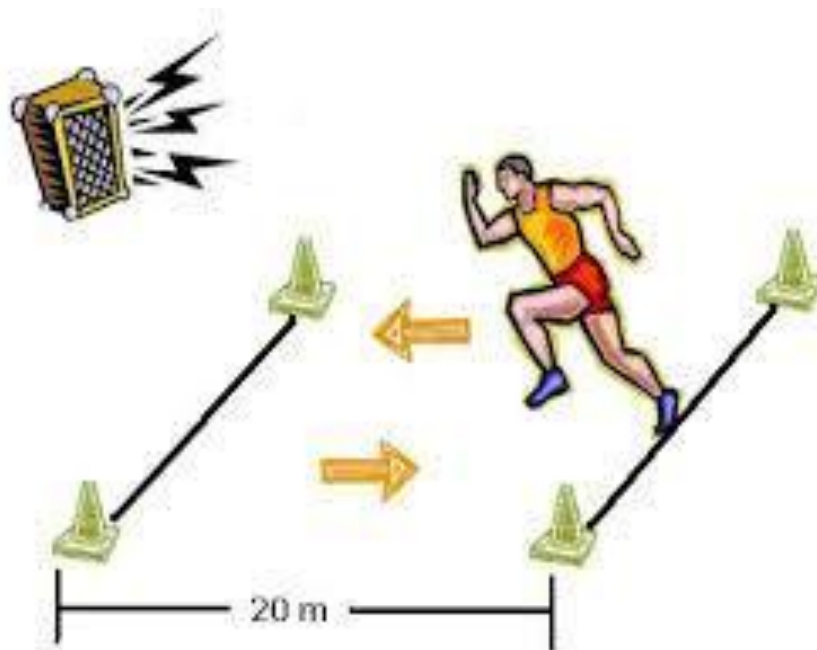
Tabela 6.1. Kategorije sposobnosti za muškarce prema testu 12 minuta (Stojiljković, 2012)

Kategorija	17 – 29 god.	30 – 39 god	40 – 49 god.	50 i više	mlO ₂ /kg/min
I	do 1600 m	do 1500 m	do 1350 m	do 1100 m	do 28,0 ml
II	1600 – 2000	1500 - 1850	1350 - 1700	1100 - 1600	28,1 – 34
III	2001 – 2400	1851 – 2250	1701 – 2100	1601 – 2000	34,1 – 42
IV	2401 – 2800	2251 – 2650	2101 – 2500	2001 – 2400	42,1 – 52
V	2801 i više	2651 i više	2501 i više	2401 i više	Preko 52,1

Potrošnja kiseonika manja od 28 ml/kg/min smatra se izuzetno slabom, praktično na granici bolesti. Naredne dve kategorije do potrošnje od 42 ml/kg/min spadaju u kategoriju slabe i osrednje kondicione pripremljenosti. Osobe koje imaju više od 42, odnosno 52 ml/kg/min, mogu smatrati da su u vrlo dobroj, odnosno odličnoj kondiciji.

- **Shuttle run** je kontinuirani višestepeni test progresivnog opterećenja koji se izvodi do maksimalnih mogućnosti ispitanika. Konstruisali su ga *Leger* i *Lambert* (1982). Test istovremeno može da izvodi nekoliko ispitanika, a za svakog od njih treba predvideti 1 – 1,5m širok prostor za trčanje i promenu smera. Prednost ovog testa u odnosu na Kuperov je u tome što je tempo diktiran i smanjena pogrešna procena ispitanika o sopstvenim sposobnostima. Sa druge strane rizičniji je od UKK testa hodanja na 2km zbog toga što zahteva maksimalno opterećenje ispitanika. Za sprovođenje testa potrebno je obeležiti dve linije na rastojanju od 20 m i pripremiti CD ili drugi izvor zvuka na kome je snimljen program trčanja

(slika 6.1.). Početna brzina trčanja je 8 km/h koja odgovara tempu laganog trčanja (na granici brzog hoda), i povećava se svakog minuta za 0,5 km/h. Brzina trčanja treba da bude usklađena sa zvučnim signalom sa CD-a. Ispitanici prelaze rastojanje od jedne do druge linije tako da svaki put obema nogama pređu liniju, a potom se okrenu i trče u suprotnom smeru. Na zvučni signal ispitanici treba da budu iza linije, a ako dođu ranije treba da sačekaju. U slučaju kašnjenja treba ubrzati kretanje. Svakog minuta se čuje dvostruki zvučni signal koji daje znak da se prelazi na viši nivo intenziteta kretanja. Kada ispitanik tri puta uzastopno ne uspe da stigne na liniju testiranje se završava. Potrebno je da ispitanik u momentu odustajanja zapamti nivo i broj deonica. Druga i pouzdanija mogućnost predstavlja merenje proteklog vremena koga prati ispitivač pomoću štoperice. Na osnovu postignutog rezultata iz tabele se očitava procena $VO_2\max$ izražena u relativnim vrednostima (ml/kg/min).



Slika 6.1. *Shuttle run*

Tabela 6.2. Parametri za procenu VO_2max *Shuttle run* testom: brzina kretanja u svakom minutu, trajanje jedne deonice od 20m i potrošnja kiseonika na svakom nivou rada (Stojiljković, 2012)

Minut rada	Brzina (km/h)	Vreme za deonicu (sec)	mlO ₂ /kg/min
1	8	9.000	19.94
2	8.5	8.000	23.23
3	9	7.579	26.53
4	9.5	7.200	29.82
5	10	6.858	33.12
6	10.5	6.545	36.41
7	11	6.261	39.71
8	11.5	6.000	43.01
9	12	5.760	46.30
10	12.5	5.538	49.59
11	13	5.333	52.89
12	13.5	5.143	56.185
13	14	4.966	59.48
14	14.5	4.800	62.77
15	15	4.645	66.07
16	15.5	4.500	69.36
17	16	4.364	72.66
18	16.5	4.235	75.95
19	17	4.114	79.25
20	17.5	4.000	82.54
21	18	3.892	85.84

Tabela 6.3. Preciznija tabela *Shuttle run* testa sa delovima deonica

Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
4	2	26,8		5	2	30,2		6	2	33,6
4	4	27,6		5	4	31,0		6	4	34,3
4	6	28,3		5	6	31,8		6	6	35,0
4	9	29,5		5	9	32,9		6	8	35,7
								6	10	36,4
Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
7	2	37,1		8	2	40,5		9	2	43,9
7	4	37,8		8	4	41,1		9	4	44,5
7	6	38,5		8	6	41,8		9	6	45,2
7	8	39,2		8	8	42,4		9	8	45,8
7	10	39,9		8	11	43,3		9	11	46,8
Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
10	2	47,4		11	2	50,8		12	2	54,3
10	4	48,0		11	4	51,4		12	4	54,8
10	6	48,7		11	6	51,9		12	6	55,4
10	8	49,3		11	8	52,5		12	8	56,0
10	11	50,2		11	10	53,1		12	10	56,5
				11	12	53,7		12	12	57,1
Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
13	2	57,6		14	2	61,1		15	2	64,6
13	4	58,2		14	4	61,7		15	4	65,1
13	6	58,7		14	6	62,2		15	6	65,6
13	8	59,3		14	8	62,7		15	8	66,2
13	10	59,8		14	10	63,2		15	10	66,7
13	13	60,6		14	13	64,0		15	13	67,5
Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
16	2	68,0		17	2	71,4		18	2	74,8
16	4	68,5		17	4	71,9		18	4	75,3
16	6	69,0		17	6	72,4		18	6	75,8
16	8	69,5		17	8	72,9		18	8	76,2
16	10	69,9		17	10	73,4		18	10	76,7
16	12	70,5		17	12	73,9		18	12	77,2
16	14	70,9		17	14	73,4		18	15	77,9
Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
19	2	78,3		20	2	81,8		21	2	85,2
19	4	78,8		20	4	82,8		21	4	85,6
19	6	79,2		20	6	82,6		21	6	86,1
19	8	79,7		20	8	83,0		21	8	86,5
19	10	80,2		20	10	83,5		21	10	86,9
19	12	80,6		20	12	83,9		21	12	87,4
19	15	81,3		20	14	84,3		21	14	87,8
				20	16	84,8		21	16	88,2

- **UKK test hodanja na 2 km** – test aerobne izdržljivosti namenjen osobama oba pola uzrasta od 18-65 godina. Ovaj test je vrlo jednostavan za primenu, ne zahteva veliku veštinu ispitivača. Izvodi se u terenskim uslovima, a istovremeno se može testirati veći broj ispitanika. Prednost ovog testa je u tome što ne zahteva maksimalno opterećenje od ispitanika, već se umerenim naprezanjem procenjuje maksimalna potrošnja kiseonika. Prilikom testiranja ispitanici treba da budu u komotnoj odeći i obući, a temperatura vazduha od 5-25⁰ C. Pre starta treba uraditi zagrevanje od 5-10 minuta. Takođe ispitanicima treba skrenuti pažnju da uspore ili stanu ako u toku hodanja osećaju neka probadanja, lupanje srca ili mučninu. U toku testa meri se vreme za koje ispitanik hodajući umerenom brzinom pređe rastojanje od 2km i frekvencija srca neposredno po završetku testa. Puls se meri postavljanjem dlana desne ruke na grudi u visini vrha srca i broji puls u trajanju od 20 sekundi i dobijenu vrednost pomnoži sa 3 i unosi u formulu. Pouzdanija je varijanta ukoliko ispitanici nose pulsmetar i sa njega očitavaju podatke (Stojiljković i sar., 2012, str. 34).

Formula za izračunavanje maksimalne potrošnje kiseonika-VO₂max (mlO₂/min/kg):

Muškarci: $VO_2\max = 184,9 - 4,65 \text{ vreme} - 0,22 \text{ HR} - 0,26 \text{ godine} - 1,05 \text{ BMI}$

Žene: $VO_2\max = 116,2 - 2,98 \text{ vreme} - 0,11 \text{ HR} - 0,14 \text{ godine} - 0,39 \text{ BMI}$

Vreme na testu se u formulu unosi na sledeći način: 15 min i 30 sec = 15,5 min

HR = puls na kraju testa u toku jednog minuta

BMI = telesna masa (kg) / telesna visina (m) na kvadrat

Godine starosti ispitanika

Tabela 6.4. Kategorije prema Fitnes indeksu

vrednosti FITNES INDEX-a	kategorije prema BMI (težina u kg / visina u m²)
< 70 znatno ispod proseka	18,5 mršav
70 – 80 nešto ispod proseka	18,5 – 25 normalan
90 – 110 PROSEK	25 – 30 povišena TM
110 – 130 nešto iznad proseka	30 – 35 gojaznost 1. stepena
> 130 znatno iznad proseka	35 – 40 gojaznost 2. stepena
	> 40 ekstremna gojaznost (patologija)

- **Laboratorijski test za merenje VO₂max** – test progresivno rastućeg intenziteta na tredmilu koji spada u grupu testova maksimalnog opterećenja. Na osnovu sprovedenog testiranja na tredmilu dobija se niz izmerenih i izvedenih parametara, pomoću kojih se utvrđuje nivo funkcionalnih sposobnosti i određuju individualne trenatne pulsne zone opterećenja. Protokol opterećenja započinje potpunim mirovanjem u prvoj minuti, uz praćenje svih ventilacijskih i metaboličkih parametara (slika 6.2.).



Slika 6.2. Startna pozicija u laboratorijskom testu na tredmilu

Nakon faze mirovanja u trajanju od 1 minute, ispitanik započinje hodanje pri brzini od 3 km/h (koje traje 2 minute). Nakon toga se brzina trake povećava svakih 30 sekundi za 0.5 km/h. Ispitanik hoda prva četiri nivoa opterećenja (do 6 km/h), a pri brzini od 7 km/h započinje trčanje. Po pravilu se test izvodi do iscrpljenja ispitanika, ukoliko nema kontraindikacija ili ograničavajućih faktora. Ispitanik u oporavku nastavlja hodati 2 min pri brzini od 5 km/h, uz dalje praćenje spiro-ergometrijskih parametara. Da bi se dobila objektivna potvrda da se aerobni sistem kompletno angažovao, postoje kriterijumi koji to i pokazuju. Za utvrđivanje postignutih stvarnih maksimalnih vrednosti u testu, koriste se različiti kriterijumi, kao što su: porast VO_2 do platoa, kada ispitanik ne može dalje da nastavi, kada ispitivač na osnovu parametara utvrdi da treba prekinuti test. Za potrebe ovog istraživanja korišćen je uređaj *Fitmate Pro*, a testiranje je izvršeno u nacionalnom trening centru Republičkog zavoda za sport.

Fitmate Pro (slika 6.3.) je savremeno dizajniran uređaj koji meri kardio-plućna opterećenja i predlaže novi pristup za merenje potrošnje kiseonika u kliničke i sportsko-rekreativne svrhe. *Fitmate PRO* je jedan od niza desktop uređaja na baterije, sa velikim LCD ekranom i ugrađenim štampačem koji omogućava testiranje bez računara ili mrežnog napajanja. Nakon završenog testiranja ispitanik istog momenta

dobija listu sa rezultatima.

Fitmate Pro prikuplja rezultate testova i skladišti sve informacije unutar svoje interne memorije, spreman za prenošenje na računar. *Fitmate Pro* meri VO_{2max} , frekvenciju srca na anaerobnom pragu, HR trening zone itd.



Slika 6.3. *Fitmate Pro*

6.4. Protokol testiranja

- Istraživanje je sprovedeno u okviru redovnih časova praktične nastave na predmetu Rekreacija – Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja
- Razmak između dvazličitih testova je bio sedam dana
- Terenski testovi su realizovani na otvorenim terenima Fakulteta
- Laboratorijski test je rađen u Zavodu za sport i medicinu sporta Republike Srbije uz pomoć uređaja *Fitmate Pro* na treditilu.
- Sve terenske testove su obavili isti merioci
- Ispitanici su bili u sportskoj opremi
- Objašnjene su procedure i zadaci u testovima

Instrukcije za ispitanike kod Kuperovog testa:

- Zagrevanje pre početka testa
- Istezanje naročito donjih ekstremiteta, pre početka testa
- Trčanje maksimalno mogućom brzinom u trajanju od 12 minuta
- Na kraju testa nastavak hodanja radi postepenog smanjivanja pulsa

Instrukcije za ispitanike kod Shuttle run testa:

- Zagrevanje i istezanje pre početka testa
- Svaki put pre zvučnog signala sa obe noge biti iza markera (linije)
- Kada ispitanik dostigne svoj subjektivni maksimum daje signal meriocu podizanjem ruke

Instrukcije za ispitanike kod UKK testa hodanja na 2 km:

- Zagrevanje i istezanje pre početka testa
- Hodanje 2 km najbržim mogućim tempom
- Očitavanje vrednosti sa pulsmetra neposredno po završetku testa

Instrukcije za ispitanike kod Laboratorijskog testa na treditilu:

- Zagrevanje i istezanje pre početka testa
- U toku izvođenja testa merilac daje instrukcije ispitaniku
- Kada ispitanik dostigne svoj subjektivni maksimum daje signal meriocu podizanjem ruke

6.5. Statistička obrada podataka

Za prikupljanje podataka kod terenskih testova korišćeni su zapisnici prilagođeni za unos podataka na terenu. Kod laboratorijskog testa u cilju prikupljanja podataka korišćen je softver prilagođen za ovo testiranje.

Za sve varijable urađena je deskriptivna statistika (srednja vrednost, standardna devijacija, opseg vrednosti za celu grupu ispitanika). Povezanost između rezultata maksimalne potrošnje kiseonika dobijenih različitim testovima je urađena Anovom za ponovljena merenja. Određeno je da prag značajnosti statističkih nalaza bude na nivou poverenja od $p = 0.05$. Svi statistički testovi su računati korišćenjem softvera SPSS 17.0 (SPSS Inc, Chicago, IL) i Office Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, WA).

7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

U tabeli 7.5. prikazani su rezultati deskriptivne statistike morfoloških karakteristika ispitanika. Prosek godina ispitanika je 22, prosečne visine 182,3 cm, i telesne mase 77,9 kg. Odnos mišićne mase i procenta masti u organizmu pokazuje da uzorak čine osobe koje se bave fizičkim aktivnostima što i jeste odlika rečima i načina života studenata FSFV-a.

Tabela 7.5. Deskriptivni pokazatelji morfoloških karaktersitika

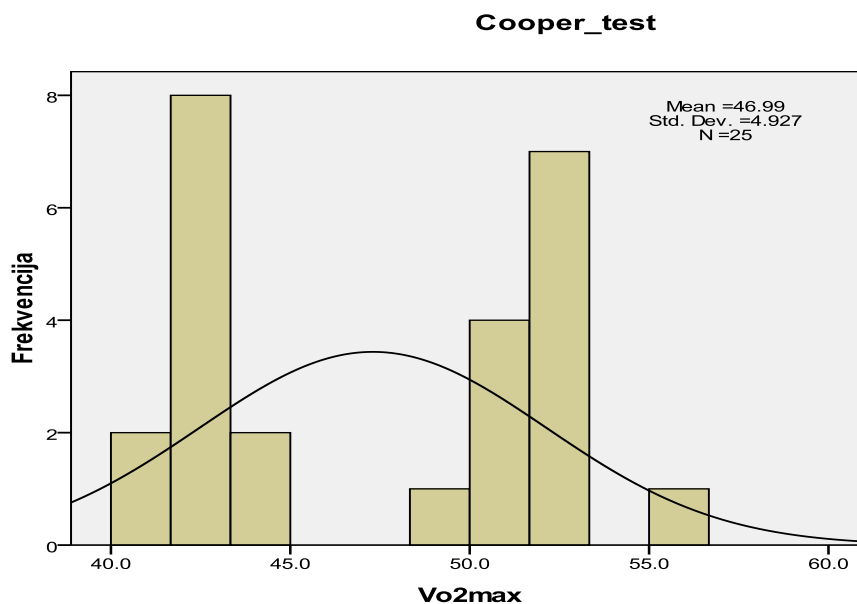
N=25	SV	SD	Min	Max	Opseg
Starost (godine)	22	1.9	20	26	6
TV (cm)	182.3	7.3	169.0	196.4	27.4
TM (kg)	77.9	8.0	60.4	91.5	31.1
BMI (kg/m ²)	22.9	1.7	19.1	26.0	6.4
Mišićna masa (kg)	40.3	4.4	33.1	47.3	14.2
PMT %	11.0	4.0	4.1	18.6	14.5

U tabeli 7.6. prikazani su deskriptivni pokazatelji rezultata testova izdržljivosti, odnosno maksimalne potrošnje kiseonika. Rezultati su prikazani na osnovu srednjih vrednosti (SV), srednje devijacije (SD), minimalne vrednosti (Min.), maksimalne vrednosti (Max.), razlike između minimuma i maksimuma (Opseg), varijanse (V), standardne greške (St. greška) i statistike koja govori o asimetričnosti distribucije skjunis (SK) i kurtozis (KU).

Tabela 7.6. Rezultati testova izdržljivosti

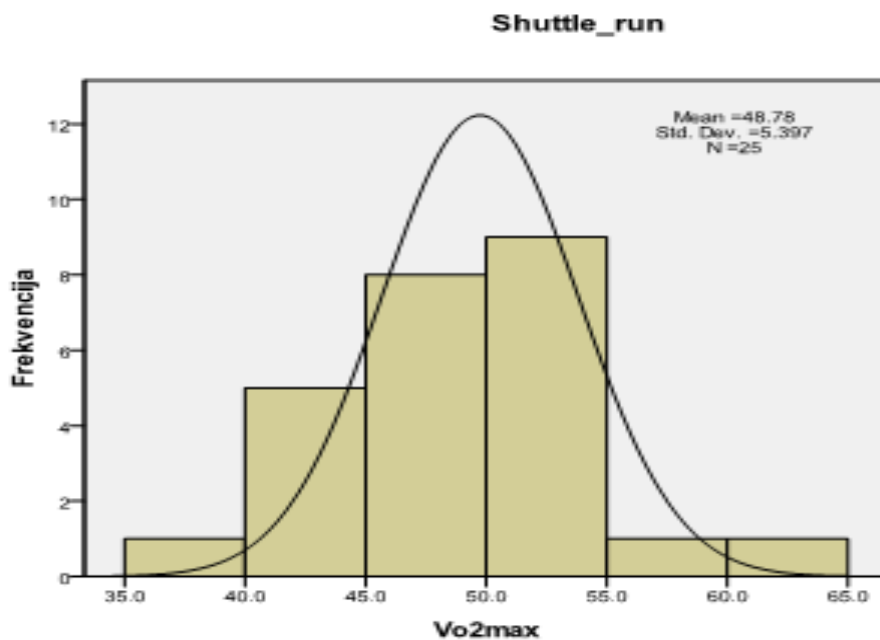
N=25		SV	SD	Min	Max	Opseg	V	St. greska	SK	KU
Kuperov test	Vo2 max	47,2	4,9	40,1	55,0	14,9	24,276	,98542	-,015	-1,775
Shuttle run test	Vo2 max	48,8	5,4	38,5	62,7	24,2	29,126	1,07937	,269	,763
UKK2km test	Vo2 max	48,5	5,9	36,1	57,6	21,4	34,815	1,18008	-,516	,038
Lab test	Vo2 max	51	5,6	40	62	22,7	31,456	1,12172	-,324	-,008

Kod Kuperovog testa ispitanici su u proseku prelazili distancu od 2616 m u roku od 12 minuta, u opsegu od 2300 do 3200 m. Srednja vrednost VO₂max kod Kuperovog testa je iznosila 47.2 ml/kg/min. Prema kuperovim tablicama potrošnje kiseonika ispitanici spadaju u četvrti razred što znači da imaju dobro razvijenu izdržljivost. Grafički prikaz rezultata Vo2max je vidljiv na grafiku 7.1. gde se može videti da su podaci nepravilno raspoređeni u odnosu na Gausovu krivu normalne distribucije podataka. To potvrđuju i rezultati statističke analize prikazani u tabeli 7.6. (SK i KU). Jedno od mogućih objašnjenja je to što se Kuperov test preporučuje za testiranje treniranih osoba koje imaju iskustvo sa ovim testom. Česta je pojava loša procena sopstvenih mogućnosti što kod korišćenja ovog testa dovodi do lošijih rezultata nego što ispitanik može da postigne, odnosno do prestanka testa pre isteka vremena zbog precenjivanja sopstvenih mogućnosti.



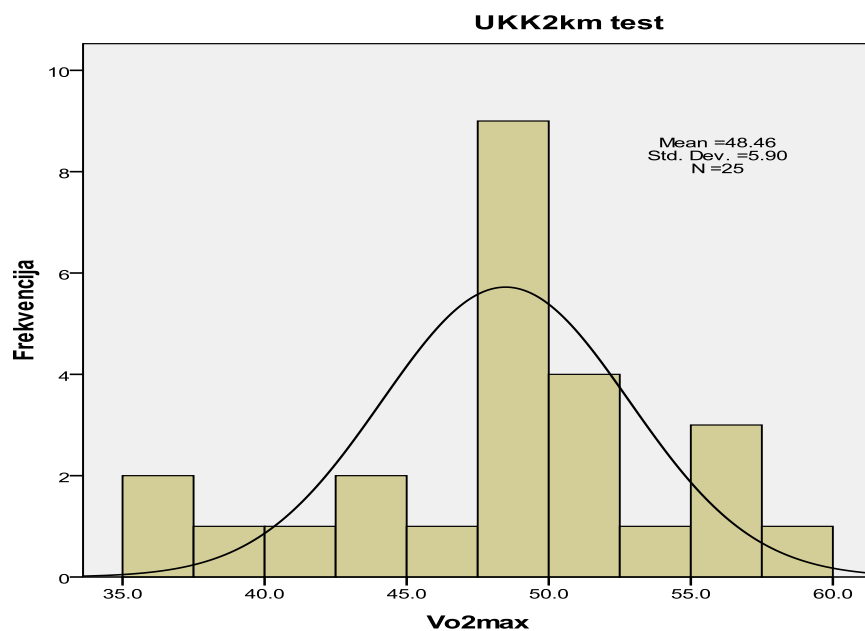
Grafik 7.1. Distribucija vrednosti $VO_2\max$ dobijenih Kuperovim testom

Kod *Shuttle run* testa se broj istrčanih deonica kreće u opsegu od nivoa 7-6 pa sve do nivoa 14-8. Srednja vrednost $VO_2\max$ kod ovog testa iznosi 48.8 ml/kg/min, što takođe spada u četvrti razred izdržljivosti prema Kuperu. Vizuelnom analizom grafika 7.2. distribucije podataka $VO_2\max$ vidi se uglavnom dobra veza minimalnih, srednjih i maksimalnih vrednosti. Prednost ovog terenskog testa u odnosu na Kuperov je ta što ovde ne može doći do pogrešne procene ispitanika, brzinu trčanja i dužinu pauze diktira zvučni signal.



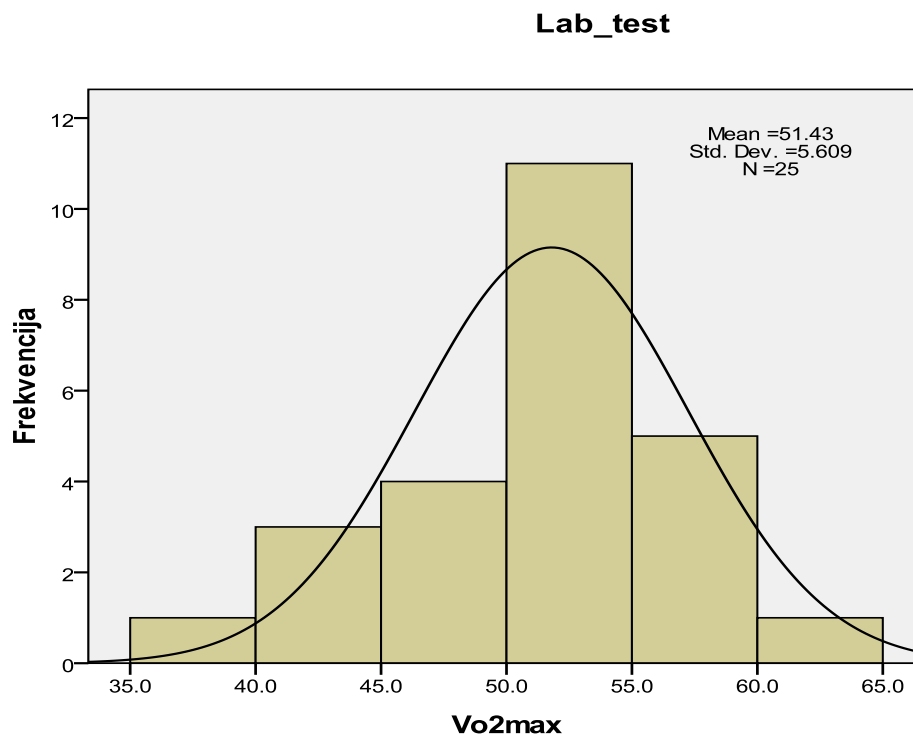
Grafik 7.2. Distribucija vrednosti $VO_2\max$ dobijenih *Shuttle run* testom

Kod UKKtesta trčanja na 2 km dobijena je srednja vrednost fitnes indeksa od 96.6. I prema ovom kriterijumu ispitanici spadaju u prosek koji iznosi 90-110. Srednja vrednost $VO_2\text{max}$ kod ovog testa iznosi 48.5 ml/kg/min. Normalna distribucija podataka nije narušena kod ovog testa (grafik 7.3.). Ovaj test se preporučuje kod testiranja osoba koje nisu u procesu treninga i nemaju prethodna iskustva u ovom i sličnim testiranjima. Prednost, ovog testa u odnosu na druga dva terenska testa je ta što se osobe bez prethodne pripreme mogu sa minimumom rizika uključiti u test hodanja.



Grafik 7.3. Distribucija vrednosti $VO_2\text{max}$ dobijenih UKK2km testom

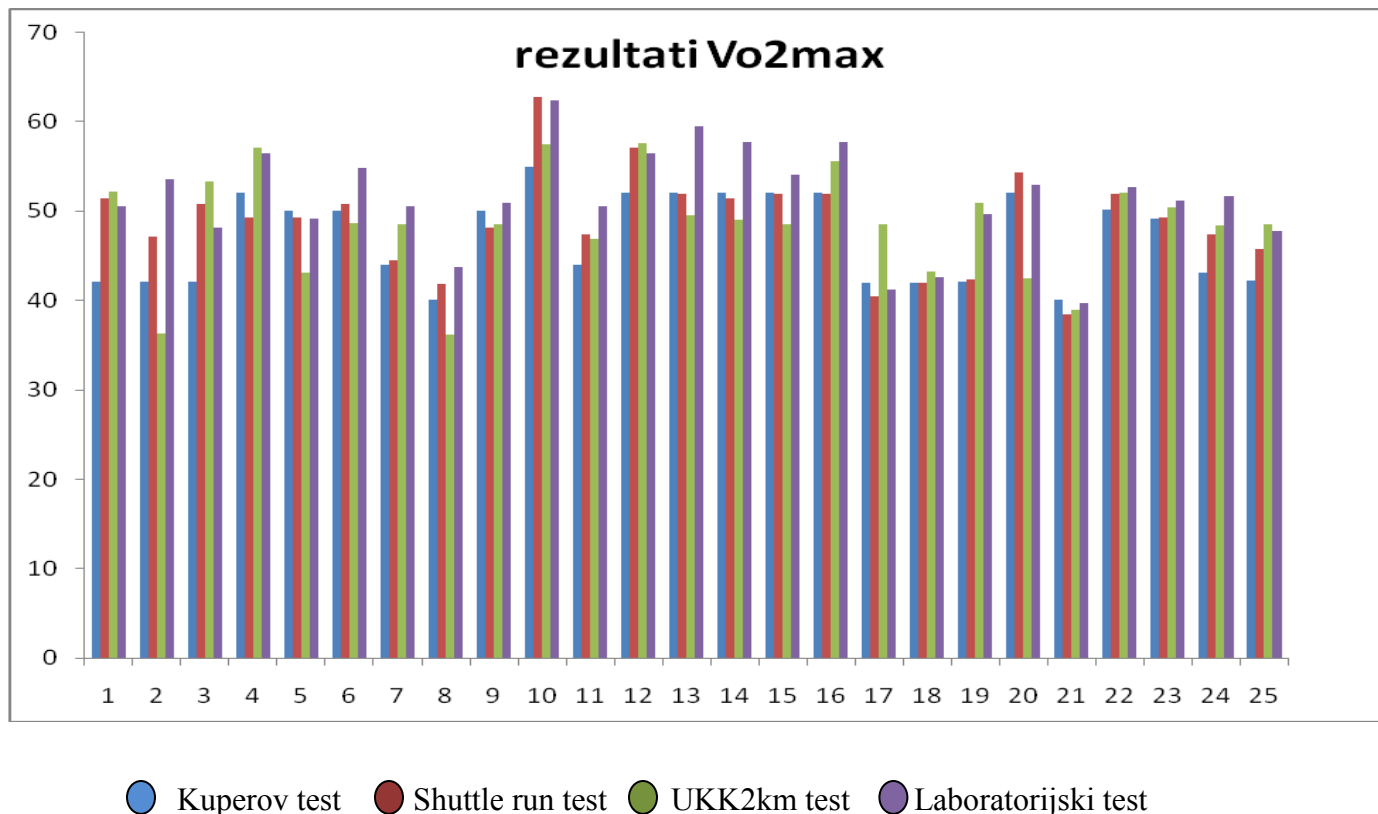
Kod laboratorijskog testa sa progresivno rastućem opterećenjem na tredmilu, srednju vrednost srčane frekvencije prilikom ostvarivanja $VO_2\text{max}$ je iznosila 192.4 otkucaja u minuti. Maksimalna frekvencija srca je bila 210 otkucaja, a minimalna 170. Nije narušena normalna distribucija podataka (grafik 7.4.). Srednja vrednost $VO_2\text{max}$ kod ovog testa iznosi 51.4 ml/kg/min, što je ujedno i najveća dobijena vrednost kod ova četiri testa.



Grafik 7.4. Distribucija vrednosti VO₂max dobijenih Laboratorijskim testom

Najmanja prosečna potrošnja kiseonika je dobijena Kuperovim 12 minutnim testom trčanja. Kod laboratorijskog testa vrednosti VO₂max su se u proseku dobijale u 12,40-om minutu testa. Na grafiku 7.5. su prikazane vrednosti VO₂max za svakog ispitanika ponaosob, za sva četiri testa (plavom bojom je označen Kuperov test, crvenom bojom *Shuttle run*, zelenom bojom UKK test i ljubičastom vrednosti VO₂max dobijeni Laboratorijskim testom). Kod nekih ispitanika su vrednosti vizuelno dosta različite od testa do testa. Jedan od razloga je motivacija svakog ispitanika na izvođenje svaka od četiri testa. Motivacija za postizanje maksimuma kod svakog testa je od velikog značaja za validnost rezultata. Motivaciju je mnogo teže kontrolisati kod terenskih testova u odnosu na laboratorijski test, zbog većeg broja ispitanika koji se prate istovremeno. Takođe kod laboratorijskog testa ispitanik ne mora da vodi računa o brzini trčanja, posto ga traka sama ubrzava prema protokolu samog testa. Ovo je jedan od mogućih razloga zašto su kod laboratorijskog testa dobijene u proseku najveće vrednosti VO₂max za sve ispitanike.

Grafik 7.5. Rezultati VO₂max dobijeni iz četiri testa za svih 25 ispitanika



Za sve varijable maksimalne potrošnje kiseonika urađena je Anova za ponovljena merenja (tabela 7.7.). Međusobnim poređanjem rezultata statistički značajna razlika je dobijena između vrednosti dobijenih Kuperovim i Laboratorijskim testom. Takođe statistički značajna razlika je dobijena između vrednosti *Shuttle run* testa i Laboratorijskog testa. U poređanju rezultata dobijenih UKK testom trčanja na 2km sa svim ostalim testovima nije dobijena statistički značajna razlika. Analiza nije pokazala statistički značajne razlike u međusobnom poređanju rezultata dobijenih terenskim testovima. U tabeli 7.8. prikazane su vrednosti korelacije svih testova, u kojoj se može videti da su sve korelacije pozitivne i umerene do visoke u opsegu od $r = 0.519-0.580$ ($p < 0.05$). Korelacije potvrđuju visok stepen validnosti terenskih testova u poređanju sa laboratorijskim, pri čemu ostaje činjenica o mogućim razlikama između testova.

Tabela 7.7. Anova za ponovljena merenja

(I) factor1	(J) factor1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
Kuper	Shuttle run	-1,792	,661	,073	-3,694	,110
	UKK	-1,476	1,075	1,000	-4,567	1,615
	Lab test	-4,444 [*]	,661	,000	-6,343	-2,545
Shuttle run	Kuper	1,792	,661	,073	-,110	3,694
	UKK	,316	1,021	1,000	-2,619	3,251
	Lab test	-2,652 [*]	,604	,001	-4,389	-,915
UKK	Kuper	1,476	1,075	1,000	-1,615	4,567
	Shuttle run	-,316	1,021	1,000	-3,251	2,619
	Lab test	-2,968	1,063	,061	-6,025	,089
Lab test	Kuper	4,444 [*]	,661	,000	2,545	6,343
	Shuttle run	2,652 [*]	,604	,001	,915	4,389
	UKK	2,968	1,063	,061	-,089	6,025

**statistički značajna razlika na nivou 0,01

***statistički značajna razlika na nivou 0,001

Tabela 7.8. Korelacije između rezultata svih testova

N= 25		<i>r</i>	Sig.
1	Cooper test & Shuttle run	.799	.000
2	Cooper test & UKK2Km	.519	.008
3	Cooper test & Lab test	.811	.000
4	Shuttle run & UKK2Km	.595	.002
5	Shuttle run & Lab test	.850	.000
6	UKK2Km & Lab test	.574	.003

Cilj istraživanja je bila komparativna analiza rezultata terenskih testova za procenu izdržljivosti sa rezultatima laboratorijskog testa merenih na uzorku od 25 studenata FSFV-a. Postavljena je generalna hipoteza koja je glasila da neće biti statistički značajne razlike između procenjene $VO_2\max$ dobijene terenskim testovima i direktno merenog $VO_2\max$ laboratorijskim testom. S obzirom da postoji statistički značajna razlika rezultata maksimalne potrošnje kiseonika dobijena terenskim testovima u poređenju sa laboratorijskim testom, možemo da zaključimo da je H_0 -generalna hipoteza odbačena. Analizom rezultata međusobnog poređenja svih testova dobijena je statistički značajna razlika između Kuperovog i *Shuttle run* testa u odnosu na laboratorijski test, što znači da su pomoćne hipoteze H_1 i H_2 odbačene. Pomoćna hipoteza H_3 je potvrđena pošto nema statistički značajnih razlika između rezultata maksimalne potrošnje kiseonika dobijenih terenskim testom UKK trčanja na 2km i direktno merenim $VO_2\max$ laboratorijskim testom na tredmilu. Takođe hipoteza H_4 je potvrđena pošto prema utvrđenim analizama nema statistički značajne razlike u međusobnom poređenju sva tri terenska testa.

Generalni zaključak u odnosu na dobijene rezultate poređenja testova izdržljivosti, uzimajući u obzir ispitivani uzorak, glasi da su rezultati dobijeni UKK testom trčanja 2km najbliži rezultatima Laboratorijskog testa sa progresivno rastućim opterećenjem na tredmilu. Pa se na osnovu toga UKK test preporučuje kao siguran izbor za terensko testiranje izdržljivosti kod rekreativaca, bez obzira na stepen treniranosti ispitanika.

8. ZAKLJUČAK

Pravilno odabrana fizička aktivnost ima uticaja na negativne životne pojave, koje utiču na smanjenje funkcije radne sposobnosti. Primena redovnog telesnog vežbanja, pozitivno utiče na sve funkcije organizma, smanjuje depresiju, anksioznost i doprinosi povećanju opšteg raspoloženja.

Veoma važan deo procesa vežbanja je svakako povremena provera i praćenje efekata vežbanja primenom odgovarajućih testova za procenu motoričkih sposobnosti. Inicijalno merenje daje informacije o trenutnom stanju pojedinca na osnovu kojeg se planira trening ili vežbanje. Svako sledeće merenje služi da se vrši kontrola postignutih rezultata treninga, na osnovu kojih se dalje utiče na promenu programa treninga.

Nivo sposobnosti ispitanika treba da bude najvažniji faktor prilikom odabira i primene adekvatnog protokola testiranja. Primena testova različitih intenziteta i oblika kretanja, mogu kod istih ispitanika da prikažu različite vrednosti u proceni VO_{2max} .

Cilj istraživanja je bila uporedna analiza rezultata maksimalne potrošnje kiseonika dobijena primenom terenskih testova (Kuper, *Shuttle run* i UKK2km) i Laboratorijskog testa. Tokom testiranja praćeni su razni parametri od kojih su najvažniji maksimalna potrošnja kiseonika i frekvencija srca.

Rezultati maksimalne potrošnje kiseonika dobijeni direktnom metodom Laboratorijskim testom sa progresivno rastućim opterećenjem, postavljeni su kao glavni za poređenje sa rezultatima terenskih testova. Srednja vrednost VO_{2max} kod Laboratorijskog testa iznosi 51.4 ml/kg/min, kod Kuperovog testa 47.2 ml/kg/min, kod *Shuttle run* testa 48.8 ml/kg/min, a kod UKK2km testa 48.5 ml/kg/min. Prema dobijenim rezultatima i statističkoj analizi za grupu testiranih ispitanika jedino je UKK test hodanja na 2 km pokazao da nema statistički značajnih razlika u odnosu na Laboratorijski test. Takođe međusobnom komparacijom rezultata VO_{2max} sva tri terenska testa, nije dobijena statistički značajna razlika. Ovakav rezultat istraživanja se može objasniti relativno lakom primenom protokola UKK2km sa jedne strane, a sa druge strane motivacija prilikom realizacije svih testova sigurno ima uticaj na rezultat.

9. LITERATURA

1. Blagajac, M. (1994). *Teorija sportske rekreacije*. Beograd
2. Bošković, M. (2005). *Uporedna analiza rezultata testova za procenu izdržljivosti*. Diplomski rad, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu.
3. Dikić, N.; Tivanić, S. (2003). *Osnove monitoringa srčane frekvencije u sportu i rekreaciji*, Beograd.
4. Đorđević, A. (2005). *Rekreacija kao način savremenog življenja*, Časopis „Sportska medicina”, Beograd.
5. Koković, D. (2000). *Sociologija sporta*. Beograd
6. Kukolj, M. i saradnici (1996). *Opšta Antropomotorika*. Fakultet fizičke kulture, Beograd.
7. Mitić D. (2001). *Rekreacija*. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
8. Mišigoj - Duraković, M. (2006). *Kinantropologija – biološki aspekti tjelesnog vježbanja*. Kineziološki fakultet, Zagreb.
9. Morrow R, Jackson W, DischG, MoodP. *Measurement and Evaluation in Human Performance*, third edition. Human Kinetics, Champaign, IL. 2005.
10. Nikolić, Z. (2003). *Fiziologija fizičke aktivnosti*. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
11. Norton K, Marfell-Jones M, Whittingham N, Kerr D, Carter L, Saddington K, Gore C. (2000). *Anthropometric Assessment Protocols*. In: Gore SJ, editor. *Physiological Tests for Elite Athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics.
12. Prebeg, G. (2015). *Relacije sile i brzine razvoja sile različitih mišića u odnosu na vrstu testa*. Doktorska disertacija. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu.
13. Stojiljković S, Mitić D, Mandarić S, Nešić D. (2012). *Personalni fitnes*. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu, Beograd.

14. Stojiljković, S. (2005). *Efekti trčanja u različitim zonama intenziteta*. Zadužbina Andrejević, Beograd.
15. Stojiljković, S. (2003). *Efekti treninga trčanja u različitim zonama intenziteta u odnosu na anaerobni prag*. Doktorska disertacija. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu.
16. Šekeljić, G. (1996). *Mogućnost procene funkcionalnih sposobnosti mladih sportista modifikovanim step testom*. Magistarski rad. Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu.
17. Wolanska, T. (1989). *Rekreacja ruschowa i turystyka*, AWF, Warszawa
18. Zaciorski, V.M. (1975). *Fizička svojstva sportiste*. Savez za fizičku kulturu Jugoslavije, Beograd.