

# VALIDACIJA TESTA ZA PROCJENU JAKOSNE IZDRŽLJIVOSTI TRUPA U TENISU

---

Solak, Toni

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:757088>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-25**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva:  
magistar kineziologije u edukaciji i kondicijskoj pripremi sportaša)

**Toni Solak**

**VALIDACIJA TESTA ZA PROCJENU JAKOSNE**  
**IZDRŽLJIVOSTI TRUPA U TENISU**

diplomski rad

**Mentor:**

**doc. dr. sc. Dario Novak**

Zagreb, rujan, 2023.

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Kineziološki fakultet**  
Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

**Naziv studija: Kineziologija; smjer: Kineziologija u edukaciji i kondicijska priprema sportaša**

**Vrsta studija: sveučilišni**

**Razina kvalifikacije: integrirani prijediplomski i diplomski studij**

**Studij za stjecanje akademskog naziva: sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i kondicijskoj pripremi sportaša (univ. mag. cin.)**

**Znanstveno područje:** društvene znanosti

**Znanstveno polje:** kineziologija

**Vrsta rada:** znanstveno-istraživački / stručni rad

**Naziv diplomskog rada:** je prihvaćen od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2022./2023. dana 2. svibnja 2023.

**Mentor:** Doc. dr. sc. Dario Novak

**Pomoć pri izradi:** *Ime i prezime, zvanje*

#### **VALIDACIJA TESTA ZA PROCJENU JAKOSNE IZDRŽLJIVOSTI TRUPA U TENISU**

*Toni Solak, 0034082795*

#### **Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

- |                                      |                     |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1. doc. dr. sc. Dario Novak          | predsjednik, mentor |
| 2. izv. prof. dr. sc. Petar Barbaros | član                |
| 3. izv. prof. dr. sc. Luka Milanović | član                |
| 4. prof. dr. sc. Boris Neljak        | zamjena člana       |

**Broj etičkog odobrenja: /2023.**

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u** Knjižnici Kineziološkog fakulteta, Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima potvrđuje se da je ovo završna verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

---

doc. dr. sc. Dario Novak

Student:

---

Toni Solak

# VALIDACIJA TESTA ZA PROCJENU JAKOSNE IZDRŽLJIVOSTI TRUPA U TENISU

## Sažetak

Jakosna izdržljivost trupa u tenisu predstavlja značajan faktor, kako na profesionalnoj razini, tako i na amaterskoj i rekreativnoj razini. S obzirom na zahtjeve ovoga sporta, njegovu kompleksnost i zahtjevne kretne strukture, ozljede trupa jedne su od najčešćih ozljeda. U procjeni tjelesnog fitnesa tenisača rijetko se koriste standardizirani testovi za procjenu specifične mišićne izdržljivosti. Cilj je ovog istraživanja kreirati novi test za procjenu specifične jakosne izdržljivosti trupa i utvrditi njegove metrijske karakteristike. Istraživanje je provedeno u teniskoj akademiji Ivana Ljubičića u Velom Lošinju. Uzorak ispitanika čine 12 tenisača prosječne starosne dobi  $16,75 \pm 7,33$  godina, tjelesne visine  $176,43 \pm 16,59$  cm i tjelesne mase  $64,99 \pm 20,35$  kg. Svi su ispitanici testirani dvama testovima – jednim standardnim testom za procjenu jakosne izdržljivosti trupa (podizanje trupa iz ležanja u 60 sekundi) i jednom novim testom za procjenu specifične jakosne izdržljivosti trupa (rotacije trupa s medicinskom loptom od 1 kg u 30 sekundi). Rezultati ovoga istraživanja ukazuju na nižu razinu pouzdanosti novokonstruiranog testa, no isti test ima visoku razinu homogenosti, valjanosti i osjetljivosti. Predlaže se daljnje razvijanje ovoga testa na homogenijim uzorcima ispitanika, no već i rezultati ove studije ukazuju na mogućnost korištenja ovoga testa za utvrđivanje specifične jakosne izdržljivosti trupa što u konačnici može pomoći u planiranju i programiranju trenažnog procesa.

Ključne riječi: izdržljivost trupa, tenis, ozljede trupa, testiranje jakosne izdržljivosti trupa

# **VALIDATION OF A TEST FOR EVALUATING SPECIFIC TRUNK STRENGTH IN TENNIS**

## **Abstract**

Trunk muscular endurance in tennis represents a significant factor, both at the professional and amateur levels. Considering the demands of this sport, its complexity, and demanding movement patterns, trunk injuries are among the most common injuries. Standardized tests for assessing specific muscular endurance are rarely used in assessing the physical fitness of tennis players. The aim of this research is to create a new test for assessing specific trunk muscular endurance and determine its metric characteristics. The study was conducted at the Ivan Ljubičić Tennis Academy in Veli Lošinj. The sample consisted of 12 tennis players with an average age of  $16.75 \pm 7.33$  years, a height of  $176.43 \pm 16.59$  cm, and a weight of  $64.99 \pm 20.35$  kg. All participants were tested with two tests: one standard test for assessing trunk muscular endurance (sit-ups in 60 seconds) and one new test for assessing specific trunk muscular endurance (trunk rotations with a 1 kg medicine ball in 30 seconds). The results of this study indicate a lower level of reliability of the newly constructed test, but the same test has a high level of homogeneity, validity, and sensitivity. Further development of this test on more homogeneous samples of participants is suggested, but even the results of this study suggest the possibility of using this test to determine specific trunk muscular endurance, which ultimately can aid in planning and programming the training process.

Key words: trunk endurance, tennis, trunk injuries, strength trunk endurance testing

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	2
1.1. Dosadašnja istraživanja .....	3
2. CILJEVI I HIPOTEZE.....	7
3. METODE ISTRAŽIVANJA.....	7
3.1. Uzorak ispitanika .....	7
3.2. Opis protokola istraživanja .....	8
3.3. Uzorak varijabla.....	8
3.4. Opis mjernih instrumenata.....	11
3.5. Metoda obrade podataka.....	12
4. REZULTATI.....	13
5. RASPRAVA .....	19
5.1. Pouzdanost.....	19
5.2. Homogenost.....	20
5.3. Valjanost.....	20
5.4. Osjetljivost.....	21
6. ZAKLJUČAK .....	24
LITERATURA.....	25

## 1. UVOD

Tenis je sport koji zahtijeva brze promjene smjera, brze pokrete ruku i reketa, te spretnost i dinamičku ravnotežu, često uključujući skokove i brze manevre (Gullikson, 2003). Uspjeh u tenisu ovisi o kombinaciji faktora kao što su brzina, kako statička tako i dinamička ravnoteža, snaga, vrijeme reakcije, koordinacija, kao i različiti fizički, tehnički, taktički i psihološki aspekti. Također, igrači moraju posjedovati sposobnosti u agilnosti, brzini i snazi (Egesoy i sur., 2021). Osim taktičke i tehničke vještine ukomponirane s visokom razinom motoričkih znanja i sposobnosti, igrači tenisa moraju imati snažan trup kako bi podržali svoje pokrete i udarce te održali ravnotežu tijekom intenzivnih igračkih situacija (Girard i sur., 2015).

S obzirom na zahtjeve ovoga sporta, njegov visok intenzitet (prosječno trajanje poena na travi 2,7 sekundi u muškom tenisu, 5,4 sekundi u ženskom tenisu; International Tennis Federation, 2007), brze promjene smjera kretanja i brzu pretvorbu lateralne sile u frontalnu kroz kretanje i udaranje loptice reketom, tenis je sport podložan ozljedama, a ozljede trupa jedne su od najčešćih. Često se javljaju ozljede mišića trupa, kao što su povrede mišića leđa, trbušnih mišića i mišića donjeg dijela leđa (Pavlović, 2018). Ove ozljede mogu značajno utjecati na performanse igrača, smanjujući snagu, agilnost i stabilnost te u konačnici povećavati rizik od daljnjih, ponavljanih ozljeda.

Jedna od grana, koja se razvila kasnije nego moderni sport, no s vremenom se počinje sukladno razvijati s njim i pridodaje joj se sve veća pažnja u kontekstu sporta, jest dijagnostika. Dijagnostika, kao važan segment sportske medicine, ima ključnu ulogu u procjeni sposobnosti sportaša, uspoređivanja s najboljima u sportu, te u utvrđivanju okvirnih modelnih vrijednosti kojim sportaš treba težiti kako bi postizao najbolje rezultate. Također, dijagnostika ima i ključnu ulogu u identifikaciji i procjeni ozljeda u sportu. Sve te informacije pomažu trenerima u utvrđivanju onoga što dobro rade sa svojim sportašima, odnosno deficite svog sportaša što im ultimativno pomaže u kreiranju individualnog plana i programa za sportaša, odnosno trenerskom osoblju da razumiju stanje ozljede i razviju prilagođeni plan i program treninga i rehabilitacije (Suchomel i sur., 2019).

S obzirom na sve veći razvoj sporta, a s njim i dijagnostike, sportski treninzi za razvoj sposobnosti, ali i dijagnostika i svi njezini testovi za procjenu sposobnosti, sve se više okreću specifičnosti. Treneri će danas radije, ako mogu, koristiti *game-specific* način razvoja sportaševih sposobnosti, nego standardni način razvoja sposobnosti, odnosno treneri sve više kroz trening pokušavaju simulirati sportsku igru i zahtjeve toga sporta. Prema Milanoviću (2013) za razvoj motoričkih sposobnosti iznimno je važan princip specifičnosti. Imati



specifičan trening znači implementirati onaj pokret i varijacije tog pokreta kojeg želimo poboljšati. Tako su i dijagnostički testovi za procjenu raznih sposobnosti bitnih za određeni sport. U nedostatku testa za procjenu specifične jakosti trupa u tenisu, odnosno standardizirani su i koriste se samo standardni nespecifični testovi, cilj je ovoga istraživanja kreirati novi, specifični test i dokazati mu valjanost.

Korištenje validnog testa za procjenu specifične jakosti trupa u tenisu, kao i cjelokupna dijagnostika, imaju brojne, gore navedene koristi. Omogućuju preciznu procjenu trenutnog stanja specifične jakosti trupa kod igrača, pružajući temelj za individualizirani trening ili program rehabilitacije. Također će nam testiranje trupa pomoći u identifikaciji slabosti i disbalansa mišića, što omogućava ciljano jačanje tih područja i smanjenje rizika od ozljeda.

### **1.1. Dosadašnja istraživanja**

S obzirom da ne postoje dosadašnja istraživanja koja bi pokušala dokazati validnost nekog novog testa za procjenu jakosti trupa u tenisu, u ovome poglavlju opisana su neka koja govore o ukupnoj važnosti jakosti trupa i o testiranju iste općenito.

O važnosti jakosti trupa, specifično u tenisu, govori istraživanje (Samson, 2005) koje navodi kako je ona esencijalan dio tjelesne spremne ne samo tenisača već svakog sportaša. S obzirom da sport nije jednodimenzionalan, strateška komponenta sporta zahtijeva da sportaš tijekom poena natjera protivnika da trči i što više radi promjene smjera kretanja kako bi ga izbacio izvan ravnoteže. Kako bi se to dokazalo, proveden je trenažni proces od pet tjedana u kojemu su se mjerili efekti treninga stabilizacije trupa na dinamičku ravnotežu u tenisu. Studija je provedena s eksperimentalnom i kontrolnom skupinom. Eksperimentalna skupina uključivala je 13 fizički aktivnih tenisača na fakultetskoj razini, a kontrolna 15 studenata jednakih godina i tjelesne aktivnosti. Subjekti su provodili program tri puta tjedno u prosjeku od 30 minuta. Mjerenje se provelo prije i nakon provedbe procesa. Provele su se tri progresivne razine vježba usmjerenih na jačanje trupa. Osvrćući se na istraživanje, njegova je svrha bila procijeniti kako petotjedni program treninga stabilizacije trupa utječe na dinamičku ravnotežu kod teniskih sportaša. Uočena je značajna razlika između rezultata prije i nakon provedenog testiranja, dok razlika između različitih ispitivanih grupa nije bila značajna. Analiza interakcije između grupe i testiranja nije pokazala statistički značajne rezultate, sugerirajući da ta dinamika nije znatno utjecala na rezultate.

U okviru istraživanja postavljene su tri eksperimentalne hipoteze. Prva je predviđala razlike u dinamičkoj ravnoteži između rezultata prije i nakon testiranja, za kontrolnu skupinu i za skupinu

koja je prošla trening stabilizacije trupa. Druga hipoteza ukazivala je na veće poboljšanje u dinamičkoj ravnoteži kod skupine koja je prošla trening stabilizacije trupa, koristeći dominantni donji ekstremitet. Treća je hipoteza sugerirala da će skupina koja je sudjelovala u programu treninga stabilizacije trupa pokazati veće poboljšanje u dinamičkoj ravnoteži korištenjem dominantnog donjeg ekstremiteta od početnog do završnog testiranja, u usporedbi s kontrolnom skupinom. Prve dvije eksperimentalne hipoteze za Star Excursion Balance Test potvrđene su, dok je treća hipoteza odbačena.

Važnost fizičkih determinanta, točnije motoričkih sposobnosti u tenisu, i njihovu korelaciju s uspjehom u sportu u grupi od 12 mlađih tenisača (13,6 +/- 1,4 godina) prikazali su Girard i Millet iz 2009. godine. Mladi tenisači izvodili su bateriju testova: (*countermovement jump*, 5 m sprint, 10 m sprint, 20 m sprint, *squat jump*, *drop jump*, *multi rebound jump*, najjača voljna kontrakcija izometričke snage stiska šake te najjača voljna kontrakcija plantarnih fleksora dominantnog i nedominantnog uda). Svi testovi brzine, testovi vertikalne skočnosti i maksimalne jakosti dominantnog uda imali su visoku razinu korelacije s uspjehom u sportu, dok jakost nedominantnog uda (jakost stiska i plantarnog fleksora) nisu bili u korelaciji s uspjehom tenisača. Ono što nam ovi rezultati prikazuju, osim što fizički atributi imaju visoku razinu korelacije na njihov uspjeh u sportu, također je visoka razina asimetrije već kod mlađih dobnih kategorija. Asimetrija u jakosti udova također će vjerojatno značiti i asimetriju u jakosti dominantne i nedominantne strane trupa, što u budućnosti može dovesti do ozljeda kod sportaša. Redovitim praćenjem takvih fizičkih komponenata tijekom puberteta, trener može/treba prilagoditi program treninga kako bi kompenzirao asimetrije. Upravo to je i jedan od ciljeva ovoga istraživanja i kreiranja novog specifičnog testa jakosti trupa – uvidjeti asimetriju između dominantne i nedominantne strane tijela u svrsi prevencije pojave ozljeda.

O važnosti jakosti trupa u tenisu pogotovo u mlađim dobnim skupinama govori istraživanje provedeno od Arslana i Ergina 2022. godine. Testirano je 25 tenisača od 10 do 14 godina. Podijeljeni su u eksperimentalnu i kontrolnu skupinu. Prvo su svi sudionici prošli testove za vertikalni skok, test agilnosti *pro-agility* i teniske vještine ITN. Nakon toga, eksperimentalnoj skupini od 11 osoba, osim redovitih teniskih treninga, tijekom osam uzastopnih tjedana, tri su puta tjedno provođeni treninzi za jačanje trupa sukladno literaturi. Tenisači u kontrolnoj skupini nastavili su samo s teniskim treninzima. Kako bi se ispitaio utjecaj treninga trupa na snagu, agilnost i teniske vještine, testovi provedeni prije početka treninga ponovno su primijenjeni na svim sudionicima nakon osam tjedana kao post-testovi. Rezultati su pokazali statistički značajan napredak u ITN brojevima, ITN ocjenama i agilnosti tenisača u eksperimentalnoj

skupini. Također je, unutar ograničenih aspekata, uočena statistički značajna razlika u ITN brojevima i ITN ocjenama u kontrolnoj skupini. S druge strane, nije bilo statistički značajne razlike u rezultatima testova za vertikalni skok i testa za skok s kontrastnim pokretom u obje skupine. Kao rezultat, zaključeno je da trening trupa pozitivno doprinosi agilnosti i teniskim performansama u tenisača u dobi od 10 do 14 godina.

Jedno od područja u tenisu koje se ekstenzivno istraživalo, i kojem se pridodaje sve veća pažnja kako u tenisu, tako i u svim sportovima, kondicijska je priprema sportaša. Tenis kao sport, sadrži tri različite podloge igre od kojih svaka ima svoje karakteristike i drukčije opterećuju energetske sustav sportaša (kraće i sporije trajanje poena, brža/sporija igra i loptica, broj izmjena itd...). Tako dolazi do pojava igrača koji su se specijalizirali za jednu podlogu jer više odgovara njihovim energetske karakteristikama i općenito preferencijama igre. Primjer je Rafael Nadal koji je bez premca najbolji igrač na zemlji ikada, ili Roger Federer kojemu je najviše odgovarala travnata podloga. Nadalova aerobna pripremljenost, zbog duljeg trajanja poena, većeg broja izmjena i sporije putanje teniske loptice, dolazila je do izričaja, dok je na travi loptica puno brža, poeni su puno kraći i više dolazi do izričaja anaerobni fosfageni sustav. Iako dominantno anaerobno fosfageni (95 % poena traje manje od 15 sekundi) sport zahtijeva i iznimno razvijenu aerobnu bazu jer nakon svakog intervala slijedi interval odmora u kojemu je cilj kvalitetan oporavak sportaša u početno stanje, isto je tako kvalitetna aerobna baza bitna jer teniski meč ponekad može trajati i preko tri sata (Kaučić, 2015). Može se zaključiti kako je sport aerobno-anaerobni i kako će zahtjevi u budućnosti sve više rasti te će sportaši trebati imati sve bolje razvijene funkcionalne sposobnosti. Kaučić (2015) navodi da vrhunski tenisači imaju raspon primitka kisika od 50 mL/kg/min do 70 mL/kg/min, no može se zaključiti da su današnje vrijednosti još više.

Jedne od najčešćih ozljeda u tenisu prema Pavloviću (2018) su abdominalne ozljede (najčešće ozljeda nedominantne strane ravnog trbušnog mišića, te povreda vanjskih i unutrašnjih kosih trbušnih mišića. Bitno je naglasiti da se ove navedene ozljede događaju upravo pri rotaciji tijela.

Što se tiče drugih sportova, postoji zavidan broj istraživanja. Manchado i suradnici (2017) ustanovili su da je program vježba za jačanje trupa koji su primijenili na rukometaše tijekom deset tjedana, poboljšao njihove brzine bacanja. Istovremeno Afyon i suradnici (2017) izvještavaju da vježbe za jačanje trupa poboljšavaju brzinu i agilnost nogometaša, a Sever i Zorba (2018) te Prieske i suradnici (2016) navode da vježbe za jačanje trupa nemaju utjecaj na vještine agilnosti prema rezultatima njihovih istraživanja provedenih s nogometašima.

Sva gore opisana istraživanja ukazuju da je uspjeh u tenisu multifaktorijalan, odnosno zavisi o mnogim komponentama. Treneri su dužni pronaći sklad između svih sposobnosti poštujući principe treninga te čuvati sportaše od potencijalnih ozljeda karakterističnih za sport kvalitetnom dijagnostikom, trenažnim procesom i prevencijom ozljeda.

## 2. CILJEVI I HIPOTEZE

Primarni je cilj ovoga rada konstruirati test za procjenu specifične jakosne izdržljivosti trupa u tenisu te utvrditi njegove metrijske karakteristike.

Na temelju svega, formilirane su hipoteze:

H1: Očekuje se da će novokonstruirani test za procjenu specifične jakosne izdržljivosti trupa u tenisu biti pouzdan.

H2: Očekuje se da će novokonstruirani test za procjenu specifične jakosne izdržljivosti trupa u tenisu biti homogen.

H3: Očekuje se da će novokonstruirani test za procjenu specifične jakosne izdržljivosti trupa u tenisu biti valjan.

H4: Očekuje se da će novokonstruirani test za procjenu specifične jakosne izdržljivosti trupa u tenisu biti osjetljiv.

## 3. METODE ISTRAŽIVANJA

### 3.1. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika čine 12 tenisača prosječne starosne dobi  $16,75 \pm 7,33$  godina, tjelesne visine  $176,43 \pm 16,59$  cm i tjelesne mase  $64,99 \pm 20,35$  kg. Istraživanje je provedeno u teniskoj akademiji Ivana Ljubičića u Velom Lošinj. Ispitanici se bave tenisom duži niz godina te su aktivni natjecatelji. Tablica 1. prikazuje deskriptivne pokazatelje za svakog ispitanika.

Tablica 1. Prikaz deskriptivnih pokazatelja svakog ispitanika pojedinačno

IME I PREZIME	DOB	SPOL	VISINA (cm)	TEŽINA (kg)	DOMINANTNA STRANA
R. F.	13	M	176	59,3	L
M. M.	16	M	188	65,7	D
Đ. Š.	14	M	177,3	58	D
F. S.	12	M	147	41,2	D
F. D.	13	M	160,1	45,3	D
I. H.	10	M	159,5	43	D
B. H.	13	M	160	50,5	D
G. B.	38	M	185	74,7	L
A. P.	18	M	197,4	110,5	D
A. A.	15	M	201	84,1	D
C. N.	20	Ž	184	65,4	L
T. N.	19	Ž	181,9	82,2	D

Od ukupno 12 ispitanika u dobi od 10 do 38 godina svega dvije su bile žene dok se ostatak odnosio na muškarce. Visina ispitanika varira od 147 cm do 201 cm s težinom koja se kreće od 41,4 kg do 110,5 kg. Dominantna strana kod većine ispitanika, odnosno kod 75 % njih, desna je dok je svega kod 25 % ispitanika dominantna lijeva (*Tablica 1.*).

### **3.2. Opis protokola istraživanja**

Ispitanici su proveli dva testa s dovoljno vremena između dva mjerenja kako bi se postigao potpuni oporavak za kvalitetnu izvedbu testa.

Mjerene su varijable:

- specifičan test za procjenu jakosne izdržljivosti trupa – test rotacije trupa s medicinskom loptom od 1 kg u 30 sekundi (TRTML1KG)
- podizanje trupa iz ležanja u 60 sekundi (MRSPTL).

Prva skupina ispitanika (n = 7) provela je oba testa u prvom terminu od sat vremena u skupinama po 2-3 ispitanika. Prvo su proveli dinamičko istežanje i zagrijavanje s trenerima *Ljubičić Tennis Academy*, a zatim su pristupili testiranju. Prvi ispitanik provodi test rotacije trupa s medicinskom loptom od 1 kg (30 s), zatim ima period odmora, dok drugi ispitanik izvodi test. Nakon što su oba ispitanika provela test tri puta, dolaze nova 2-3 ispitanika.

Nakon što su svi ispitanici proveli prvi test, slijedi test MRSPTL. Svaki ispitanik provodi maksimalan broj podizanja trupa u 60 sekundi. Ispitanici ponovo dolaze u skupinama po 2-3 ispitanika kod ispitivača. Ispitanici izvode test jedan po jedan. Nakon što je prva skupina provela oba testa, na testiranje dolazi druga skupina (n = 5). Ispitanici također prolaze istu proceduru. Nakon dinamičkog istežanja i zagrijavanja, u parovima pristupljaju izvođenju testova. Prvo se izmjenjuju u izvođenju testa TRTML1KG s pauzama za potpuni oporavak. Zatim, kada su gotovi s tim testom, imaju odmor za potpuni oporavak te ponovno u skupinama izvode test MRSPTL jedan po jedan.

### **3.3. Uzorak varijabla**

#### **1. Test rotacije trupa s medicinskom loptom (TRTML1KG)**

Svrha je ovoga testa detaljno vrednovanje jakosne izdržljivosti trupa, pri čemu se posebno analizira kapacitet mišića rotatora. Preciznije rečeno, jakost trupa definiramo kao sposobnost generiranja maksimalne sile bez obzira na vremenski okvir u kojemu se ta sila primjenjuje. Kada razmotrimo važnost jakosti i jakosnu izdržljivost trupa u kontekstu tenisa, dolazimo do

spoznaje da ona ima iznimno ključnu ulogu u uspješnom izvođenju u ovom sportu. Oko 90 % svih pokreta u tenisu odvija se u lateralnom smjeru, što dodatno naglašava važnost stabilnosti jakosti trupa. Svaki udarac reketom zahtijeva preciznu i kontroliranu rotaciju trupa kako bi se postigla potrebna snaga i napravio kvalitetan udarac loptice. U tom kontekstu, mišići rotatora trupa igraju ključnu ulogu u optimizaciji teniske izvedbe.

Trajanje: test se izvodi u trajanju od 30 sekundi. Uključimo li u to upis rezultata za sve ispitanike, ukupno trajanje je 45-60 sekundi.

Pomagala: jedan mobilni uređaj s aplikacijom Tabata Timer sa zvučnim pomagalom, jedna medicinska lopta od 1 kilograma.

Mjesto izvođenja: zatvoreni prostor, teretana / sportsko rekreacijski centar hotela Vitality Punta, u korištenju *Ljubičić Tennis Academy*. Na izabranom dijelu prostora nalazi se zid uz koji ispitanici stoje u teniskom stavu i izvode zadatak.

Tijek testiranja:

1. Početni položaj – Ispitanik je u stojećoj poziciji, leđima okrenut od zida tako da gluteusima dodiruje zid, u teniskom stavu, sa stopalima širim od širine kukova. Koljena su blago zgrčena kako bi se što više simulirao teniski stav, i trup je u blagom pretklonu naprijed. Ispitanik drži ruke u predručenju u visini ramena. U dlanovima drži medicinku od 1 kilograma u supinaciji.
2. Izvođenje zadatka – Na prvi zvučni signal, ispitanik staje u početni položaj, ispitivač odbrojava 10 sekundi do početka testa. Na drugi zvučni signal i odbrojavanje ispitivača, test započinje. Ispitanik započinje rotaciju udesno rukama u visini ramena, zatim trupom popraćenim s glavom, kukovima, koljenom i stopalom u desnu stranu s ciljem da dotakne zid medicinskom loptom zadržavajući desni gluteus uza zid, dok se lijevi prilikom rotacije u desnu stranu, odvaja od zida. Zatim ispitanik vrši rotaciju u drugu (lijevu) stranu poštujući dosad navedena pravila izvođenja (lijevi gluteus uz zid, desni se odvaja od zida, blago zgrčene ruke u visini ramena, pogled za medicinskom loptom). Cilj je za ispitanika napraviti što više naizmjeničnih rotacija u desnu i lijevu stranu tako da dotakne zid medicinskom loptom.
3. Završetak izvođenja zadatka – Zadatak završava kada istekne vrijeme trajanja testa (30 sekunda), odnosno ako ispitanik ne može napraviti više nijedno ponavljanje (Crofit norme, 2012).

4. Položaj ispitivača – Ispitivač se nalazi 1-2 metra udaljen od ispitanika i broji ponavljanja.

Broj ponavljanja testa: svaki ispitanik test izvodi tri puta s dovoljnim razmakom između serija kako bi došlo do potpunog oporavka. Razlog je tome da bi se prikupilo što više podataka o novome testu, u cilju kvalitetnijeg izračunavanja metrijskih karakteristika testa.

Mjerenje, očitavanje i upisivanje rezultata: mjeri se vrijeme od zvučnog signala za početak, do zvučnog signala za kraj, odnosno istek 30 sekundi. Rezultat testa je broj pravilno izvedenih rotacija trupa i dodira zida s medicinskom loptom. Pravilna rotacija trupa određena je dodirima zida s loptom u visini ramena, s blago zgrčenim rukama u zglobu lakta. Broji se svaki pravilan dodir lopte sa zidom. Rezultat se upisuje u brojčanom obliku (Crofit norme, 2012). Svaki nepravilan dodir zida (zgrčene ruke, lopta više/nije od visine ramena) ili nedodirivanje zida ne se broji kao kvalitetno ponavljanje.

## 2. Podizanje trupa iz ležanja (MRSPTL)

„Svrha ovog testa je procjena repetitivne snage prednje strane trupa, koja se definira kao sposobnost dugotrajnog rada mišića trupa u izotoničkom režimu naprezanja.“ (Crofit norme, 2012).

Trajanje: test se izvodi u trajanju od 60 sekundi. Uključimo li u to i upis rezultata za sve ispitanike, ukupni je iznos 80-90 sekundi.

Pomagala: jedan mobilni uređaj s aplikacijom *Tabata timer* sa zvučnim pomagalom, jedna tanka strunjača.

Mjesto izvođenja: zatvoreni prostor, teretana / sportsko rekreacijski centar hotela Vitality Punta, u korištenju *Ljubičić Tennis Academyje*. Na izabranom dijelu prostora nalazi se nekoliko tankih strunjača za ispitanike.

Tijek testiranja:

1. Početni položaj – Ispitanik leži na tankoj strunjači na leđima, koljenima zgrčenim pod 90 stupnjeva i stopalima razmaknutim u širini kukova. Ruke su prekrížene na prsima i postavljene na suprotnu nadlaktičnu kost. Ispitivač u klečećem položaju drži stopala ispitanika kako bi mogao izvoditi podizanja (Crofit norme, 2012).
2. Izvođenje zadatka – Na zvučni signal ispitanik se, najbrže što može, uzastopno podiže iz ležanja u sjed što više puta može. Prilikom svakog podizanja mora dotaknuti vrh



natkoljenice laktovima te prilikom svakog povratka u ležanje dotaknuti tlo objema lopaticama (Crofit norme, 2012).

3. Završetak izvođenja zadatka – Zadatak završava kada istekne vrijeme trajanja testa (60 sekundi), odnosno ako ispitanik ne može napraviti više nijedno ponavljanje (Crofit norme, 2012).
4. Položaj ispitivača – Ispitivač drži stopala ispitanika i broji mu ponavljanja.

Broj ponavljanja testa: test se izvodi samo jedanput.

Mjerenje, očitavanje i upisivanje rezultata: mjeri se vrijeme od zvučnog signala za početak, do zvučnog signala za kraj, odnosno istek 60 sekundi. Rezultat testa broj je pravilno izvedenih podizanja trupa iz ležanja. Pravilno podizanje trupa iz ležanja određeno je dodirima natkoljenice laktovima i spuštanja trupa na tlo, a broji se dodir natkoljenica. Rezultat se upisuje u brojčanom obliku (Crofit norme, 2012).

Svako odstupanje od gore opisane izvedbe (pomicanje ruku s ramena, stavljanje ruku iza glave, nedodirivanje tla objema lopaticama...) ne broji se kao kvalitetno ponavljanje.

### **3.4. Opis mjernih instrumenata**

U svrhu provedbe ovoga istraživanja koristili su se: mobilni uređaj Samsung Galaxy S22 zajedno s mobilnom aplikacijom Tabata Timer, jedna medicinska lopta od 1 kilograma, antropometar i vaga za mjerenje tjelesne mase.

Tabata Timer mobilna je aplikacija sa zvučnim signalom korištena za mjerenje vremena gore opisanih testova. Prilikom testa TRTML1KG ispitanici su bili upozoreni zvučnim signalom 10 sekundi prije početka testa kada bi stali u početnu poziciju, krajem odbrojavanja čuli bi drugi zvučni signal koji je označavao početak testa. Za kraj testa, uz odbrojavanje ispitivača, ispitanici bi čuli i treći, posljednji zvučni signal za kraj testa. Prilikom testa MRSPTL procedura je bila ista; ispitanici bi čuli prvi signal koji je označavao da test počinje za 10 sekundi, ispitanici bi stali u početnu poziciju. Odbrojavanjem ispitanika i drugim zvučnim signalom test bi započeo, te istekom 60 sekundi oglasio bi se treći, posljednji zvučni signal označavajući kraj testa.

Antropometar je mjerni instrument za sve longitudinalne dimenzije tijela (visina tijela, raspon ruku, duljina noge, duljina ruke...) sastavljen od pomičnoga i nepomičnog metalnog kraka. U svom duljem obliku koristi se za mjerenje duljine tijela, dok je u skraćenom za ostale navedene longitudinalne dimenzije. Preciznost mjerenja je 0,1cm (Breslaurer, Hublin, Koretić, 2014).

Vaga za mjerenje tjelesne mase mjerni je instrument koji nam omogućuje provjeru tjelesne mase ispitanika, odnosno zbroj kilograma ispitanika.

### **3.5. Metoda obrade podataka**

Za analizu podataka koristit će se program Statistica 14.0. te program Microsoft Excel na prijenosnom računalu Lenovo. Parametri kvantitativnih varijabli uključivat će: aritmetičku sredinu (AS), standardnu devijaciju (SD), minimalni rezultat (MIN), i maksimalni rezultat (MAX).

Pouzdanost testa provjeriti će se putem Cronbach alfa koeficijenta ( CA) zajedno s unutarrazrednim korelacijskim koeficijentom (ICC).

Valjanost testa provjerit će se setom korelacijskih analiza, uključujući Pearsonov koeficijent korelacije, zajedno s regresijskom analizom.

Homogenost testa provjerit će se korištenjem analize varijance ( ANOVA ).

Osjetljivost testa provjerit će se putem normalnosti distribucija Kolmogorov Smirnovljevim testom.

Set faktorskih analiza izračunat će se kako bi se odredila prisutnost latentnih dimenzija i konačno definirala validnost (valjanost) testa. Svi zaključci donositi će na razini statističke pogreške od 5%.

#### 4. REZULTATI

Tablica 2. Rezultati ispitanika u provedenim testovima TRTML1KG i MRSPTL

Ime i prezime ispitanika	TRTML1KG (1.)	TRTML1KG (2.)	TRTML1KG (3.)	MRSPTL
R. F.	58	60	63	55
M. M.	57	63	64	56
Đ. Š.	55	61	60	57
F. S.	54	61	67	51
F. D.	59	67	67	39
I. H.	54	59	60	39
B. H.	60	62	63	28
G. B.	61	53	57	26
A. P.	61	64	66	47
A. A.	47	64	62	42
C. N.	63	60	65	33
T. N.	60	59	61	38

Prilikom mjerenja TRTML1KG, odnosno testa specifične jakosne izdržljivosti trupa, i MRSPTL, odnosno standardnog testa jakosne izdržljivosti trupa, odrađena su ukupno četiri mjerenja. Kako bi se ustanovile materijske karakteristike testa i kako bi se dobilo što više rezultata, odrađena su tri mjerenja testa specifične jakosne izdržljivosti (1., 2., 3.). Razlog tome je da bi se prikupilo što više podataka o testu TRTML1KG radi lakšeg mjerenja metrijskih karakteristika te kako bi ispitanici imali nekoliko prilika za savladati tehničku izvedbu. Test MRSPTL standardiziran je i ispitanici su vrlo dobro s njim upoznati, nije tehnički zahtjevan, stoga je bilo dovoljno jedno mjerenje (*Tablica 2.*).

## POUZDANOST

Tablica 3. Prikaz rezultata pouzdanosti testa rotacije s medicinskom loptom od 1 kg

varijable	Sažetak za mjerilo: Aritmetička sredina=184,250				
	Standardna devijacija.=14,8270				
	Valjani N:12				
	Cronbach alfa koeficijent: 0,31				
	Standardizirana alfa: 0,46				
	Prosječna unutarrazredna korelacija: 0,24				
	Ar. sred. ako obrisana	Var. ako obrisana	StDv. ako obrisana	Itm-Totl korelacija	Alfa ako obrisana
TRTML1KG 1. (30 s)	126,83	179,47	13,40	0,04	0,42
TRTML1KG 2. (30 s)	120,33	28,89	5,37	0,32	0,18
TRTML1KG 3. (30 s)	121,33	152,39	12,34	0,55	0,02

Za izračunavanje metrijske karakteristike pouzdanosti, poseban se naglasak stavlja na Cronbach alfa koeficijent i prosječnu unutarrazrednu korelaciju. Cronbach alfa koeficijent iznosi 0,31. Navedena vrijednost ukazuje na relativno nisku unutarnju pouzdanost mjerenja, što sugerira da varijable u istraživanju možda nisu u potpunosti usklađene ili da postoji određena varijabilnost među njima.

Prosječna unutarrazredna korelacija iznosi 0,24. Navedena vrijednost ukazuje na nižu korelaciju između različitih varijabli unutar istraživanja. To sugerira da varijable nisu vrlo snažno povezane međusobno, već postoji niža veza između njih.

Ostale vrijednosti odnose se na statističke karakteristike varijabli kao što su aritmetička sredina, standardna devijacija i korelacije ako bi pojedina varijabla bila izbrisana (Tablica 3.).

Tablica 4. Prikaz rezultata korelacije između 1., 2. i 3. mjerenja testa TRTML1KG

varijable	korelacije		
	TRTML1KG 1. (30 s)	TRTML1KG 1. (30 s)	TRTML1KG 1. (30 s)
TRTML1KG 1. (30 s)	1,00	0,02	0,10
TRTML1KG 2. (30 s)	0,02	1,00	0,55
TRTML1KG 3. (30 s)	0,10	0,55	1,00

Matrica korelacija između triju različitih mjerenja testa TRTML1KG, ovisno o vremenskom intervalu (30 sekundi) prikazuje da su ta tri mjerenja povezana međusobno. Na dijagonalama matrice (glavna dijagonala) nalaze se savršene korelacije jer svako mjerenje savršeno korelira sa samim sobom (vrijednost 1,00). Izvan glavne dijagonale prikazane su korelacije između različitih mjerenja. Na primjer, korelacija između prvog i drugog mjerenja iznosi 0,02, između prvog i trećeg mjerenja iznosi 0,10, dok je korelacija između drugog i trećeg mjerenja veća i iznosi 0,55. Ove vrijednosti korelacija ukazuju na to koliko su mjerenja međusobno povezana, pri čemu veće vrijednosti korelacija sugeriraju jaču povezanost između mjerenja (*Tablica 4.*).

## HOMOGENOST

*Tablica 5. Rezultati homogenosti putem ANOVE ispitanika u testovima TRTML1KG i MRSPTL*

efekt	analiza varijance				
	zbrojevi kvadrata	df	srednji kvadrat	F	p
između ispitanika	806,08	11	73,28		
unutar ispitanika	1398,67	24	58,28		
između varijabla	294,00	2	147,00	<b>2,93</b>	<b>0,07</b>
preostali	1104,67	22	50,21		
ukupno	2204,75	35			

U analizi varijance (ANOVA) koja je provedena kako bi se istražila homogenost među ispitanicima u testovima TRTML1KG i MRSPTL, ključni je fokus bio na F-vrijednosti i p-vrijednosti, koji omogućuje razumijevanje statističke značajnosti rezultata. Fokusirajući se na ključne aspekte, F-vrijednost iznosi 2,93, a p-vrijednost 0,07. S obzirom na postavljeni prag statističke značajnosti na manje od 0,05, ovi rezultati ne predstavljaju statistički značajne razlike između ispitanika u testu. Test se može smatrati homogenim s obzirom na promatrane varijable (*Tablica 5.*).

## VALJANOST

Tablica 6. Rezultat korelacijske analize između testova TRTML1KG i MRSPTL

varijable	Korelacije – Označene varijable značajne su pri $p < ,05000$ N = 12 (izbrisani su slučajevi s nedostajućim podacima)
	MRSPTL (60 s)
TRTML1KG X	<b>0,94</b>

Rezultati korelacijske analize između testova TRTML1KG iz sva tri mjerenja i MRSPTL pokazuju iznimno visoku pozitivnu korelaciju od 0,94. Ova visoka korelacija ukazuje na snažnu povezanost između rezultata dobivenih na oba testa. Ovo je značajno jer sugerira da su ovi testovi međusobno valjani i da mjere slične aspekte ili u ovom slučaju sposobnost jakosne izdržljivosti (Tablica 6.).

Tablica 7. Regresijska analiza zavisne varijable testa TRTML1KG X

N = 12	Regresijsko izvješće za Zavisnu varijablu: TRTML1KG X R = ,942989 R <sup>2</sup> = ,889229 Prilagođeni R <sup>2</sup> = ,878151 F(1,10) = 80,276 p					
	Beta	Standardna pogreška od Beta	B	St. pogreška B vrijednosti	t (0)	p-vrijednost
Intercpt			<b>37,54</b>	<b>2,02</b>	<b>18,58</b>	<b>0,00</b>
MRSPTL (60 s)	<b>0,943</b>	<b>0,105</b>	<b>0,41</b>	<b>0,05</b>	<b>8,96</b>	<b>0,00</b>

U analizi regresije za zavisnu varijablu testa TRTML1KG X dobiveni rezultati sugeriraju izuzetno jaku pozitivnu korelaciju između te varijable i varijable MRSPTL (60 s), prikazanu visokim koeficijentima determinacije ( $R^2 = 0,889$ ). To znači da čak 88,9 % varijabilnosti u testu TRTML1KG X može biti objašnjeno varijabilnošću u varijabli MRSPTL (60 s).

Također, F-vrijednost analize je visoka ( $F = 80,276$ ) s niskom p-vrijednošću ( $< 0,05$ ), što ukazuje na statistički značajan utjecaj varijable MRSPTL (60 s) na test TRTML1KG X. Ovo potvrđuje valjanost regresijskog modela i sugerira da je MRSPTL (60 s) dobar prediktor rezultata na testu TRTML1KG X.

Ukupno, rezultati regresije pokazuju da je test TRTML1KG X valjan, s obzirom na visoku korelaciju i statistički značajan utjecaj varijable MRSPTL (60 s) na njegove rezultate. (Tablica 7.).

## OSJETLJIVOST

Tablica 8 . Prikaz mjera centralne tendencije svih testiranih varijabli

varijable	Deskriptivna statistika				
	Valjani N	Ar. sred.	Minimum	Maksimum	Std. Dev.
DOB	12	16,75	10,00	38,00	7,33
VISINA	12	176,43	147,00	201,00	16,59
TEŽINA	12	64,99	41,20	110,50	20,35
DOM.STRANA	12	101,75	101,00	102,00	0,45
TRTML1KG 1. (30 s)	12	57,42	47,00	63,00	4,38
TRTML1KG 2. (30 s)	12	63,92	53,00	101,00	12,04
TRTML1KG 3. (30 s)	12	62,92	57,00	67,00	3,09
MRSPTL (60 s)	12	42,58	26,00	57,00	10,70

Na temelju prikazane deskriptivne statistike svih testiranih varijabla, uočava se raznolikost unutar uzorka ispitanika za varijable DOB (dob), VISINA (visina), TEŽINA (težina) i DOM. STRANA (dominantna strana). Na primjer, dob ispitanika varira od 10 do 38 godina, visina se kreće u rasponu od 147 do 201 centimetra, težina varira između 41,2 i 110,5 kilograma, dok je dominirajuća strana gotovo konstantna s minimalnim odstupanjima.

Što se tiče rezultata testova TRTML1KG i MRSPTL, također možemo vidjeti različite razine između ispitanika, s različitim minimalnim i maksimalnim vrijednostima. Na primjer, rezultati TRTML1KG 2. testa variraju od 53 do 101, dok su rezultati MRSPTL testa u rasponu od 26 do 57.

S obzirom na varijable TRTML1KG i MRSPTL, ovo ukazuje na osjetljivost testova jer su rezultati raznoliki među ispitanicima, što znači da svi testovi mogu razlikovati performanse između pojedinaca u istraživanju (*Tablica 8.*).

*Tablica 9 . Prikaz normalnosti distribucija navedenih varijabli*

varijable	Testovi normalnosti distribucije		
	N	max D	K-S p
DOB	12	0,25	p > .20
VISINA	12	0,17	p > .20
TEŽINA	12	0,15	p > .20
DOM. STRANA	12	0,46	p < ,01
TRTML1KG 1. (30 s)	12	0,14	p > .20
TRTML1KG 2. (30 s)	12	0,41	p < ,05
TRTML1KG 3. (30 s)	12	0,09	p > .20
MRSPTL (60 s)	12	0,13	p > .20

Rezultati testova normalnosti distribucije prikazani Kolmogorov Smirnovljevim testom prikazani u tablici pokazuju kako su varijable DOB (dob), VISINA (visina), TEŽINA (težina), TRTML1KG 1. (30 s), TRTML1KG 2. (30 s), TRTML1KG 3. (30 s) i MRSPTL (60 s) imale p-vrijednosti veće od 0,20. Ovo ukazuje na to da ove varijable slijede normalnu distribuciju jer p-vrijednosti nisu statistički značajne na razini značajnosti od 0,05.

S druge strane, varijabla DOM. STRANA (dominantna strana) ima p-vrijednost manju od 0,01, što znači da ne slijedi normalnu distribuciju i da postoji statistički značajna odstupanja od normalnosti (*Tablica 9.*).



## 5. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je kreirati novi test za procjenu specifične jakosne izdržljivosti trupa i utvrditi njegove metrijske karakteristike. Rezultati ovoga istraživanja ukazuju na nižu razinu pouzdanosti novokonstruiranog testa, no isti test ima visoku razinu homogenosti, valjanosti i osjetljivosti. Predlaže se daljnje razvijanje ovoga testa na homogenijim uzorcima ispitanika, no već i rezultati ove studije ukazuju na mogućnost korištenja ovoga testa za utvrđivanje specifične jakosne izdržljivosti trupa što u konačnici može pomoći u planiranju i programiranju trenažnog procesa.

Kako bi sve ovo što se testiralo postalo validno, odnosno da ovi podatci i brojevi imaju svoju svrhu, valja utvrditi metrijske karakteristike testa. One su ključni alat u procesu validacije novih testova pa tako igraju i ključnu ulogu u procjeni kvalitete i pouzdanosti novog testa. Ove karakteristike predstavljaju kvantitativne mjere koje omogućuju analizu performansi testova, čime se pomaže istraživačima, stručnjacima i ostalima u kontekstu sporta da bolje razumiju njihovu valjanost i korisnost.

Metrijske karakteristike koje postoje i koje su prikazane u rezultatima i vrednovani su:

1. pouzdanost
2. objektivnost
3. homogenost
4. valjanost
5. osjetljivost.

Zašto se koriste metrijske karakteristike? Prvenstveno ih se koristi kako bi kvantitativno procijenili performanse testova i omogućili objektivnu usporedbu različitih testova. Ove mjere pomažu razlučiti testove koji su visokovaljani i pouzdani od onih koji nisu, čime se štedi vrijeme i resursi kako u sportskom kontekstu tako i u ostalim kliničkim, istraživačkim ili obrazovnim postavkama. Također, metrijske karakteristike omogućuju identificiranje i rješavanje nedostataka ili problema u testiranju, poboljšavajući tako kvalitetu i pouzdanost dijagnostičkih ili evaluacijskih alata, tj. mjernih instrumenata.

### 5.1. Pouzdanost

Pouzdanost je metrijska karakteristika koja se odnosi na točnost mjerenja, odnosno na nezavisnost mjerenja od nesistematskih, tj. slučajnih pogrešaka (Dizdar, 2006). Može se kretati u intervalu od 0 do 1, pri čemu 1 označava potpuno odsustvo slučajne pogreške mjerenja. Postoji nekoliko metoda utvrđivanja povezanosti, no ona koju je korištena u ovom radu je test-

retest metoda, odnosno ista skupina ispitanika specifični je test provela nekoliko puta (Dizdar, 2006). Iz *Tablice 3.*, prema varijablama Cronbach alfa koeficijenta i unutarrazrednog korelacijskog koeficijenta prema Hopkinsu i suradnicima (2009) može se zaključiti kako test TRTML1KG ima nisku razinu pouzdanosti prema unutarrazrednom korelacijskom koeficijentu, odnosno srednju razinu pouzdanosti prema Cronbachovom alfa koeficijentu. H1 hipoteza nije ostvarena. Razlog niže razine povezanosti između ispitanika vjerojatno se može atribuirati širokom rasponu dobnih skupina među sudionicima (10-38 godina). Uz to, stariji su ispitanici demonstrirali značajno bolje razumijevanje tehnike izvođenja u odnosu na mlađe sudionike, što se očituje u tehnički preciznijem izvođenju testa tijekom drugog i trećeg mjerenja. Takvi su nalazi očekivani s obzirom na dobne razlike među ispitanicima i činjenicu da su prvi put pristupili navedenom testu. Predviđa se da bi, uzimajući u obzir ostale metrijske karakteristike, razina pouzdanosti testa bila viša u homogenijoj grupi ispitanika, odnosno u skupini ispitanika istog spola i slične dobi. Oba čimbenika pozitivno bi utjecala na razinu pouzdanosti testa. Stoga bi bilo korisno provesti buduća istraživanja na skupini ispitanika koju karakterizira veća homogenost kako bi se bolje razumjela pouzdanost ovog testa.

## **5.2. Homogenost**

Homogenost je mjerna karakteristika koja pokazuje koliko rezultati ispitanika u svi česticama zavise od istog predmeta mjerenja ili identične kombinacije različitih predmeta mjerenja (Dizdar, 2006). Prema rezultatima statističke analize, obje vrijednosti (F-vrijednosti i p-vrijednost) ne dostižu statističku značajnost, što dodatno potvrđuje da nema statistički značajnih razlika između različitih testova. Ovi nalazi sugeriraju da su rezultati ispitanika u testovima homogeni, što znači da razlike među rezultatima ispitanika nisu statistički značajne na temelju raspoloživog uzorka. Pretpostavka je da bi rezultati bili još homogeniji u slučaju kada bi grupa ispitanika bila homogenija u smislu spola ili dobnih karakteristika. Navedeni rezultati podržavaju H2 hipotezu, što znači da nema dovoljno statističkih dokaza za odbacivanje pretpostavke da su različiti testovi slični u učincima na ispitane varijable.

## **5.3. Valjanost**

Pragmatička ili prognostička valjanost nekog testa pokazuje koliko uspješno, odnosno s kolikom sigurnošću možemo predvidjeti uspjeh u nekoj praktičnoj aktivnosti na temelju rezultata tog testa (Dizdar, 2006). Temeljem rezultata u testu Podizanje trupa u ležanju u 60 sekundi (MRSPTL) pokušalo se predvidjeti uspješan rezultat u novom specifičnom Testu

rotacije trupa s medicinskom loptom od 1 kg u 30 sekundi ( TRTML1KG). S koeficijentom korelacije, upravo se to uspjelo i potvrditi. Kada se pogleda skalu povezanosti varijabli od Hopkinsa i suradnika (2009), može se uvidjeti kako je koeficijent korelacije (p-vrijednost) skoro savršen. Rezultati nepobitno pokazuju da je novokreirani test valjan, no potrebno je provesti još nekoliko istraživanja s većim uzorkom ispitanika kako bi se ubuduće mogle kreirati modelne vrijednosti za određenu dobnu skupinu tenisača. Također, kada bi se prikupilo dovoljno rezultata, bilo bi korisno provesti istraživanje koje prikazuje utječe li uspješnost u testu na uspješnost u teniskoj igri.

#### **5.4. Osjetljivost**

Prema Dizdaru (2006), osjetljivost je metrijska karakteristika koja pokazuje koliko uspješno mjerni instrument razlikuje ispitanike po predmetu mjerenja. Tablica 8. prikazuje rezultate svih ispitanika u varijablama (dob, visina, težina, dominantna strana, TRTML1KG 1., 2. i 3. te MRSPTL) i daje nam mjere centralne tendencije za pojedinu varijablu. Može se uvidjeti da je velika dobna razlika u ispitanicima uzrokovala i velike razlike u tjelesnoj masi ispitanika te u tjelesnoj visini, no zanimljivo je protumačiti da su mlađi ispitanici imali jednake, neki i veće rezultate u testu TRTML1KG od svojih starijih kolega. Razlog tome može biti i manji put koji mlađi ispitanici moraju prijeći s loptom, no isto tako može biti i niža razina tehničkog znanja prilikom izvođenja testa te veće savijanje ruku u zglobu lakta čime smanjuju putanju lopte i olakšavaju si izvođenje zadatka. Tablica 9. prikazuje rezultate testova normalnosti za različite varijable. Testovi normalnosti koriste se kako bi se utvrdilo jesu li distribucije tih varijabla približno normalne ili ne. Općenito, ovi rezultati pružaju informacije o tome jesu li podatci približno normalno distribuirani. Čini se da su varijable DOB, VISINA i TEŽINA blizu normalne distribucije, dok varijabla DOMINANTNA STRANA pokazuje statistički značajno odstupanje od normalnosti. Ovo je važno uzeti u obzir prilikom primjene statističkih metoda koje pretpostavljaju normalnost podataka na tu varijablu. Ostale varijable (TRTML1KG 1., TRTML1KG 2., TRTML1KG 3. i MRSPTL) imaju distribucije koje nisu statistički značajno različite od normalne distribucije.

Razlog odabira ove teme diplomskog rada i pokušaja pronalaska novog testa za specifičnu jakosnu izdržljivost trupa, jest taj što u modernom sportu, osobito tenisu, trup i njegove rotacijske komponente postaju sve veći predmet istraživanja kako u trenažnom, tako i u rehabilitacijskom i preventivnom aspektu. Korištene su gore opisane metrijske karakteristike kako bi se dokazala valjanost novokreiranog testa za procjenu specifične jakosti. O njoj

važnosti ukazuje dosadašnja znanstvena i stručna literatura. Kibler i suradnici (2006) naglašavaju da je stabilnost trupa neizostavna za efikasno obavljanje sportskih aktivnosti, uključujući tenis. Njihova analiza sugerira da poboljšanje stabilnosti trupa može znatno doprinijeti boljoj izvedbi na teniskom terenu, smanjujući rizik od ozljeda. Willardson (2007) produbljuje ovu temu istražujući primjenu treninga stabilnosti trupa u programima kondicijske pripreme sportaša. Njegovo istraživanje ističe da jačanje trupa i njegova stabilnost i snaga imaju izravan utjecaj na sportske performanse, uključujući tenisku izvedbu. Roetert i Kovacs (2011) navode da su tijelo i trup uključeni u svaki udarac u tenisu te se stoga moraju vježbati na programiran način. Bitnost jakosti trbušnih mišića u kontekstu cijelog trupa ističu također Bompaa i Carrera (2015) koji govore da se dugoročni programi treninga trupa za djecu i mlade sportaše ne bi trebali usredotočiti samo na ruke i noge, već bi također trebali uključivati trbušne, leđne i spinalne mišiće. Drugim riječima, vježbe bi, u programima treninga za mlade sportaše, posebno prije i tijekom adolescencije, trebale započeti iz središnjeg dijela tijela i izvoditi prema udovima. Prije nego što se ojačaju noge i ruke, fokus bi trebao biti usmjeren na skupine trbušnih mišića i razvijanje veza među njima. Istodobno, Hibbs i kolege (2008) posebno istražuju optimizaciju sportske izvedbe kroz unapređenje stabilnosti i jakosti trupa. Njihova studija naglašava kako trening stabilnosti trupa može značajno poboljšati kontrolu rotacije trupa, što je ključno za preciznost udaraca u tenisu. Može se zaključiti kako svi dosadašnji autori naglašavaju da jakost trupa, osobito mišića rotatora, igra presudnu ulogu u postizanju vrhunske teniske izvedbe. Stoga, istraživanje i implementacija programa kondicijske pripreme koji se fokusiraju na razvoj specifične jakosti i jakosne izdržljivosti trupa postaju ključni elementi u razvoju uspješnih tenisača.

Nakon analize rezultata mjerenja i obrade podataka, može se s povjerenjem zaključiti da je novokreirani Test rotacije trupa s medicinskom loptom od 1 kilograma pokazao iznimno dobre metrijske karakteristike. Uspjele su se potvrditi tri od četiri postavljene hipoteze te se uspio ostvariti cilj rada. Ovaj test demonstrira visoku razinu valjanosti u odnosu na standardizirani test s kojim je uspoređen (MRSPTL), čime pruža čvrstu osnovu za daljnje planiranje i programiranje trenažnog procesa u kontekstu razvoja jakosne izdržljivosti i stabilnosti trupa. Osim toga, ovaj rad ukazuje na potencijal ovoga testa kao korisnog alata u sportskim disciplinama gdje rotacijska jakosna izdržljivost trupa igra ključnu ulogu.

Rezultati ovoga istraživanja otvaraju vrata za daljnja istraživanja u ovom specifičnom području koje do sada nije bilo obuhvaćeno opširnim analizama. S obzirom na važnost općenite jakosti

trupa, uključujući rotaciju, u sportskoj izvedbi, rezultati ovog istraživanja pružaju temelj za daljnje istraživanje i razvoj u ovom području, ali i ono bitnije, pruža trenerima uvid u stanje specifične jakosne izdržljivosti njihovog sportaša, na kojoj je razini, je li zadovoljavajuća i treba li se na njoj raditi. U konačnici, istraživanje predstavlja značajan doprinos razumijevanju i unapređenju sportske izvedbe te pruža smjernice za buduće istraživanje.

Naravno, postoje i određeni nedostaci ovog testa i istraživanja. Prvi identificirani nedostatak istraživanja naglašava izazove susretane tijekom provođenja testiranja, posebice kod mlađih ispitanika. Ovaj problem posebno se iskazao tijekom izvođenja specifičnog testa rotacije trupa s medicinskom loptom od jednog kilograma. Primijećeno je da su neki ispitanici, posebno tijekom zadnjih trenutaka testa, razvijali nepravilne tehničke obrasce, uključujući savijanje ruku u zglobu lakta do te mjere da bi medicinska lopta došla ispred njihova lica. Unatoč tome što su upute za izvedbu testa bile jasne, kratke, i ponavljane tijekom samog izvođenja i kod ponovljenih testova, ovaj tehnički izazov ostao je izražen kod određenih sudionika. Rješenje ovog problema može se razmotriti kroz dva pristupa. Prvi bi uključivao dodatno obrazovanje mlađih ispitanika o tehnikama izvedbe testa, s fokusom na pravilnom držanju tijela i položaju ruku tijekom rotacijskog pokreta trupa. Druga opcija, koja također može biti korisna, jest prisutnost dodatnog ispitivača tijekom izvođenja testa. Ovaj ispitivač imao bi zadatak pratiti i ispravljati tehničke aspekte ispitanika u stvarnom vremenu te pružiti dodatne usmjeravajuće upute tijekom testiranja. Oba pristupa mogu značajno unaprijediti tehničku ispravnost izvedbe testa kod mlađih sudionika.

Drugi nedostatak ovog istraživanja odnosi se na heterogenost uzorka ispitanika u smislu dobi, tjelesne mase, visine i spola. Iako su dobiveni rezultati zadovoljavajući i sugeriraju važne zaključke, važno je napomenuti da bi buduća istraživanja trebala razmotriti provođenje testiranja na većim uzorcima ispitanika. To bi uključivalo homogenizaciju sudionika prema određenim karakteristikama, kao što su dobna skupina ili spol. Ovim pristupom omogućilo bi se bolje razumijevanje specifičnih učinaka testa na različite podskupine ispitanika te bi se omogućila detaljnija analiza potencijalnih povezanosti između rezultata testa i teniske izvedbe.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj istraživanja bio je razviti novi test za procjenu specifične jakosne izdržljivosti trupa i ispitati njegove metrijske karakteristike. Glavni je fokus bio na procjeni prognostičke valjanosti između ovog novog testa i postojećeg, a dobivena korelacija ukazuje na gotovo savršenu povezanost između rezultata obaju testova. Ovo znači da, ako ispitanik postigne visok rezultat u jednom testu, vjerojatno će postići visok rezultat i u drugom testu.

Proučavane su i druge metrijske karakteristike, uključujući pouzdanost, homogenost i osjetljivost. Pouzdanost nije pokazala statističku značajnost, no to se može objasniti širokim rasponom karakteristika ispitanika, kao što su dob (od 10 do 38 godina), spol, tjelesna masa i visina. Homogenost rezultata između ispitanika bila je zadovoljavajuća, što znači da nije bilo statistički značajnih razlika između njihovih rezultata u testovima. Osjetljivost testa također je bila zadovoljavajuća, s malim razlikama u rezultatima između dominantnih strana i drugog mjerenja specifičnog testa. Istraživanje je ispunilo svoj cilj u kreiranju novog testa za procjenu jakosne izdržljivosti trupa kod tenisača te je zadovoljilo 3 od 4 postavljene hipoteze.

Osnovni motiv za stvaranje ovoga testa bio je proširenje istraživanja u područje koje dosad nije bilo temeljito istraženo. S obzirom na sve veću važnost specifičnih aspekata u treningu i dijagnostici u sportu, ovaj se test usmjeravao na specifičnu jakosnu izdržljivost trupa u tenisu, za koju dosad nije postojao standardizirani test. Ovim istraživanjem pokušalo se popuniti tu prazninu i stvoriti temelj za buduće istraživanje i razvoj u ovom području.

Iako su se pojavili određeni nedostaci u istraživanju, kao što je veća heterogenost uzorka i moguće greške tijekom testiranja, ti bi nedostaci mogli biti adresirani u budućem istraživanju. Uzimanjem starijeg uzorka tenisača i većom pažnjom na tehničke aspekte testiranja, rezultati bi mogli biti još precizniji.

## LITERATURA

1. Afyon, Y., Mulazimoglu, O. i Boyaci, A. (2017). The effects of core trainings on speed and agility skills of soccer players. *International Journal of Sports Science*, 7(6), 239-244. DOI: 10.5923/j.sports.20170706
2. Arslan, E. i Ergin, E. (2022). The effect of core training on agility, strength performance and tennis skills on 10-14 year old tennis players. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 5(4), 834-843. DOI: <https://doi.org/10.38021/asbid.1165237>
3. Bompa T. i Carrera M. (2015). *Conditioning young athletes*. Champaign: Human Kinetic Publishing.
4. Breslauer, N., Hublin, T. i Zegnal Koretić, M. (2014). *Osnove kineziologije*. Čakovec: Međimursko veleučilište u Čakovcu.
5. Dizdar, D. (2006). *Kvantitativne metode*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
6. Egesoy, H., Oksuzoglu, A. Y. i Ilhan, A. (2021). The effect of static and dynamic core training on some motoric characteristic and tennis service velocity of tennis athletes. *About This Special Issue*, 303.
7. Girard, O. i Millet, G. P. (2009). Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1867-1872. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b3df89. PMID: 19675471.
8. Girard, O., Millet, G. P. i Micallef, J. P. (2015). Mechanical alterations during interval-training sessions in elite tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(10), 2858-2866.
9. Gullikson, T. (2003). Teniste fiziksel uygunluk testleri (Çev. Yavuz Yarsuvat B.), *Spor Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 135-156.
10. Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A. i Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Medicine*, 38(12), 995-1008. doi: 10.2165/00007256-200838120-00004. PMID: 19026017.
11. Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M. i Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
12. International Tennis Federation. (2007). *Level 2 coaching course - Energy systems in tennis*. London: ITF.

13. Kaučić, P. (2015). *Specifična izdržljivost u tenisu*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
14. Kibler, W. B., Press, J. i Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3), 189-198.
15. Machado, C., García-Ruiz, J., Cortell-Tormo, J. M. i Tortosa-Martínez, J. (2017). Effect of core training on male handball players' throwing velocity. *Journal of Human Kinetics*, 56, 177-185. DOI: 10.1515/hukin-2017-0035
16. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
17. Neljak, B., Novak, D., Sporiš, G., Višković, S. i Markuš, D. (2012). *Cro-fit norme*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
18. Pavlović, A. (2018). *Prevenција najčešćih ozljeda u tenisu*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
19. Prieske, O., Muehlbauer, T., Borde, R., Gube, M., Bruhn, S., Behm, D. G. i Granacher, U. (2016). Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(1), 48-56. DOI: 10.1111/sms.12403
20. Roetert, E. P. i Kovacs, M. S. (2011). *Tennis anatomy*. Champaign: Human Kinetics Publishing.
21. Samson, K. M. (2005). *The effects of a five-week core stabilization-training program on dynamic balance in tennis athletes* [Doktorska disertacija, West Virginia University]. ProQuest Dissertations Publishing. (Broj indeksa: 1426550)
22. Sever, O. i Zorba, E. (2018). Comparison of static and dynamic core exercises' effects on speed and agility performance in soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 26(1), 29-36. DOI: 10.13140/RG.2.2.11789.74720
23. Suchomel, T. J., Nimphius, S. i Stone, M. H. (2019). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*, 49(5), 765-785.
24. Willardson, J. M. (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 979-985.