

# Akutni utjecaj treninga jakosti na dinamičku i statičku ravnotežu kod mladih nogometaša

---

**Banovac, Josip**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:415652>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET  
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ KINEZIOLOGIJE

**AKUTNI UTJECAJ TRENINGA JAKOSTI  
NA DINAMIČKU I STATIČKU  
RAVNOTEŽU KOD MLADIH  
NOGOMETAŠA**

(DIPLOMSKI RAD)

**STUDENT:**

Josip Banovac

**MENTOR:**

doc.dr.sc. Šime Veršić

Split, 2024.

# SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	2
SAŽETAK .....	3
ABSTRACT .....	3
1. RAVNOTEŽA .....	4
1.1. Sustav posturalne kontrole .....	5
1.2. Periferni živčani organizam .....	6
1.3. Sustav središnjeg procesuiranja .....	6
1.4. Zašto je trening ravnoteže važan u kondicijskoj pripremi? .....	7
2. TESTOVI RAVNOTEŽE .....	8
2.1. Medicinski testovi .....	8
2.2. Laboratorijski testovi .....	8
2.3. Terenski testovi .....	9
3. UVODNO O JAKOSTI .....	10
3.1. Fiziološka osnova jakosti .....	11
3.2. Metodika treninga jakosti .....	12
3.3. Podjela vježbi jakosti .....	13
3.4. Metode treninga jakosti .....	14
4. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA .....	16
5. PROBLEM ISTRAŽIVANJA .....	18
6. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	19
7. HIPOTEZE .....	20
8. METODE RADA .....	21
8.1. Uzorak ispitanika i eksperimentalni postupak .....	21
8.2. Uzorak varijabli .....	21
8.3. Metode obrade podataka .....	30
9. REZULTATI .....	31
10. RASPRAVA .....	34
10.1. Statička ravnoteža .....	34
10.2. Dinamička ravnoteža .....	35
11. ZAKLJUČAK .....	37
12. LITERATURA .....	38

## **SAŽETAK**

Ovo istraživanje uključivalo je testiranje ravnoteže mladih nogometaša te utjecaj treninga jakosti na istu. Cilj je bio istražiti utječe li trening jakosti na ravnotežu i ako je, na koji način. Uzorak ispitanika se sastojao od 8 mladih nogometaša. Varijable u uzorku obuhvatile su antropometrijska mjerenja, visinu tijela i masu tijela te dužinu noge. Inicijalno i finalno testiranje sastojalo se od 2 testa ravnoteže, jedan statički (roda test) i jedan dinamički (y-test). Sportaši su imali pravo na 3 pokušaja u svakom testu. Trening jakosti sastojao se od 6 vježbi, a s obzirom da se radi o nogometašima, naglasak je stavljen na donje ekstremitete. Nakon treninga jakosti i ponovljenog testiranja došli smo do zaključka da je svim testiranim sportašima ravnoteža uvelike poboljšana. Trening jakosti pozitivno utječe na ravnotežu.

Ključne riječi: nogomet, jakost, ravnoteža, antropometrijska mjerenja, testovi ravnoteže

## **ABSTRACT**

This research included testing the balance of young soccer players and the impact of strength training on it. The aim was to explore whether strength training affects balance and, if so, in what way. The sample of participants included 8 young soccer players. The variables within the sample included anthropometric measurements, body height and body mass, and leg length. Initial and final testing consisted of 2 balance tests, one static (rod test) and one dynamic (y-test). Athletes were allowed to make 3 attempts in each test. The strength training consisted of 6 exercises, and considering the athletes were soccer players, the emphasis was on lower extremities. After strength training and repeated testing, we came to the conclusion that the balance of all tested athletes was greatly improved. Strength training has a positive effect on balance.

Keywords: football, strength, balance, anthropometric measurements, balance test

# 1.RAVNOTEŽA

Glavni problem definiranja ravnoteže je što se drugačije percipira unutar nekoliko različitih struka. Upravo iz tog razloga postoji više definicija ravnoteže. Tumačimo je na način ovisno kakvo značenje ima u praksi. Ravnoteža je potpuno različita za biomehaničare, fizioterapeute, liječnike, kondicijske trenere itd. U liječničkoj struci na ljude s poremećajem u ravnoteži gleda se kaon a pacijente, dok se u trenerskom poslu na ravnotežu gleda u smjeru tehničkog izvođenja određene vježbe ili kretnje. Različiti stručnjaci će ravnotežu definirati na svoj način ovisno o potrebama struke i njihovom fokusu. Ravnoteža predstavlja sposobnost organizma da se opire različitim perturbacijama koje su posebno izražene tijekom sportskih natjecanja zadržavajući ravnotežni položaj (Page, 2006.) Bez obzira na više različitih tumačenja i definicija svima je zajedničko to da je dobra ravnoteža temelj za graditi druge stvari. Trening ravnoteže se sve više koristi kao sredstvo poboljšanja živčanomišićne funkcije i eksplozivne jakosti vježbača (Gruber i Gollhofer, 2004, Gruber i sur., 2007.)

Primjeri različiti definicije ravnoteže:

- 1) **Ravnoteža** je stanje mirovanja tijela, točnije podrazumijeva balans tijela ujedno i sposobnost tijela da se zadrži u stanju mirovanja ili kretanja.
- 2) **Ekvilibrij** je stanje mirovanja (statični ekvilibrij) ili jednolikog gibanja sustava (dinamični ekvilibrij) u kojem je suma svih sila i momenata sila koji djeluju na sustav jednaki nuli.
- 3) **Stabilnost** je svojstvo sustava da se nakon destabilizacije vrati u prvotni tj. stabilni položaj, a smatra se i sposobnost odupiranja narušavanju ekvilibrija.
- 4) **Postura** je držanje tijela ili njegovih segmenata.
- 5) **Posturalna kontrola** je sposobnost kontrole položaja tijela i segmenata tijela u prostoru, a sve to s ciljem postizanja posturalne orijentacije i ekvilibrija.
- 6) **Posturalni ekvilibrij** je stanje u kojem su sve sile koje djeluju na tijelo u ravnoteži tako da je centar mase tijela pod kontrolom u odnosu na površinu oslonca.

Ravnoteža se može definirati kao sposobnost održavanja centra gravitacije unutar oslonacke površine (Nashner, 1985). Također, ravnoteža se može definirati na tri načina: kao sposobnost održavanja pozicije, kao sposobnost voljnog kretanja i kao sposobnost

tijela da reagira na promjene (Goldenberg i Twist, 2002). Ravnoteža se definira kao zadržavanje centra težišta tijela unutar površine oslonca. Jednostavnije rečeno, to je sposobnost zadržavanja i održavanja ravnotežnih položaja (izlaska i ponovnog vraćanja u isti ili neki drugi ravnotežni položaj).

Ostvaruje se aktivnim i pasivnim mišićno-zglobnim djelovanjem te refleksnim djelovanjem perifernog živčanog sustava ali i anticipatornom kontrolom centralnog živčanog sustava. Takav proces se naziva senzo-motorna kontrola, te ona neprestano preispituje i korigira položaj tijela uz pomoć više različitih osjetljivih informacija o kretanju i položaju samog tijela. Optimalna senzo-motorna kontrola funkcionira na način da pripremi, zadrži, predvidi te ponovno uspostavi stabilnost cijelog sustava za kretanje (posturalna stabilnost), kao i za svaki segment sustava za kretanje (stabilnost zglobova). Ravnoteža je komponenta svih pokreta, nebitno izvode li se oni jako, brzo, eksplozivno ili ekstremno pokretljivo.

Biološka osnova ravnoteže je kompletni živčani sustav. Ravnoteža je uglavnom uvjetovana mišićnom jakosti, ali osim treninga jakosti jako bitan je trening kontrole pokreta. Treniranjem ravnoteže zapravo treniramo živčani sustav. Postoje 2 različite vrste ravnoteže: statička i dinamička. Statičku ravnotežu možemo razvijati treningom stabilnosti, a dinamičku ravnotežu treningom snage i jakosti. Ravnoteža kao sposobnost tijela je osnova zdravstvenog statusa sportaša.

### 1.1. Sustav posturalne kontrole

Poneke radnje u sportskim aktivnostima naoko djeluju vrlo jednostavne, ali naše tijelo zapravo vodi konstantnu "borbu" pronalaska ravnoteže i postavljanja centra težišta unutar površine oslonca. Što je manja površina oslonca tijela to preciznije trebaju biti posturalne prilagodbe. Vizualni, vestibularni i proprioceptivni podražaji uvjetuju složene procese koje povezuje sustav posturalne kontrole. Takav proces se odvija uz pomoć perifernog živčanog mehanizma i sustava središnjeg procesuiranja.

## 1.2. Periferni živčani organizam

Pomoću osjetilnih receptora (vizualnih, vestibularnih I taktilnih) sakuplja informacije iz okoline. Drugi naziv za takve receptore je i mehanoreceptori. Nalaze se u koži, mišićima i vezivnim tkivima. Kao zadatak imaju slanje informacija CNS – u.

Razlikujemo 4 vrste mehanoreceptora:

- 1) Kožni
- 2) Mišićni
- 3) Zglobni
- 4) Ligamentni

Propriocepcija je skup neuralnih podražaja o poziciji tijela i pokreta pojedinih udova, mehanoreceptori ih prikupljaju i šalju ih u CNS. Glavni uzrok kinestezije, svjesnosti o pozicijama i pokretima zglobova je propriocepcija.

## 1.3. Sustav središnjeg procesuiranja

Kada propriocepcija odradi svoju ulogu tj. pošalje informacije CNS-u dolazi do anticipatorne posturalne prilagodbe. CNS radi aktivaciju mišića koji onda osiguravaju dobru ravnotežu tako što stabiliziraju tijelo tj. dio tijela koji izvodi pokret. Stabilizacija ili aktivacija mišića stabilizatora, događa se prije samog izvođenja voljnih pokreta i predstavlja optimalnu podlogu za njihovo učinkovito izvođenje. Sportaš nije ni svjestan kompleksnih senso – motornih procesa koji imaju u cilju održavanje ravnoteže. Neprestano reguliraju mijenjanje posture tijela, mijenjanje kutova u zglobovima i samih sila koje djeluju na ljudsko tijelo.

#### 1.4. Zašto je trening ravnoteže važan u kondicijskoj pripremi?

Vrlo jednostavno, loša ravnoteža prije ili kasnije dovodi sportaša do teških ozljeda. Ako nema funkcionalne stabilnosti zglobova i ako pokret nije izveden koordinirano, učinkovito i kontrolirano, CNS će pronaći neki drugi obrazac kretanja da izvede pokret koji zahtjevu tehniku tog određenog sporta. Gdje nastaje problem? Obrazac kretanja neće moći proizvesti dovoljno veliku silu, brzinu ili preciznost koju zahtjeva tehnika sporta, pa CNS prebacuje ulogu stvaranja sile ili brzine na mišiće koji nisu trenirani ni predviđeni za to, a to su stabilizatori ili sinergisti. Takvi mišići se puno brže umaraju i imaju manju preciznost izvođenja od primarnih pokretača tj. agonista.

Posljedice toga su:

- 1) Stvaranje pogrešnog obrasca kretanja te kompenzacijskih pokreta
- 2) Lošije sportske izvedbe kojoj nedostaje preciznosti, brzine i jakosti
- 3) Ozlijede ili kronična oštećenja



## 2. TESTOVI RAVNOTEŽE

Testiranja ravnoteže najviše ovise o ciljevima same profesije kojom se ta profesija bavi. Npr. kod liječničke struke cilj je utvrditi ima li pacijent poremećaj ravnoteže, a najčešće poremećaje ravnoteže pripisujemo oštećenjima vestibularnog aparata. Testove ravnoteže koristimo i za utvrđivanje stanja trijeznosti jer osobe koje su pod utjecajem alkohola imaju problema s održavanjem ravnoteže. Kineziolozi se bave ravnotežom na potpuno drugi način, gledaju je u smjeru tehničkog izvođenja određene vježbe ili kretnje ovisno o sportu kojeg promatraju.

Postoje 3 grupe testova za procjenu ravnoteže:

- 1) Medicinski testovi
- 2) Laboratorijski testovi
- 3) Terenski testovi

### 2.1. Medicinski testovi

Koriste ih ponajviše liječnici i fizioterapeuti, a kao cilj imaju utvrditi zdravstveno stanje ravnoteže. Loši rezultati na medicinskim testovima najčešće se pripisuju oštećenjima vestibularnog aparata. Tu spadaju Fukuda stepping test i test jednonožnog stajanja.

### 2.2. Laboratorijski testovi

Za ovu vrstu testiranja potrebni su laboratorijski uvjeti i sofisticirana i skupa oprema. Uglavnom ih koriste znanstvenici koji imaju za cilj utvrditi efekte treninga ili morfologije na izvedbu ravnoteže. Imaju mogućnost precizne procjene više dimenzija ravnoteže, a temelje se na biomehaničkim analizama i parametrima. Najčešće se primjenjuju na zdravoj populaciji, ali mogu i na pacijentima. Tu spadaju Biodex test posturalne stabilnosti i Biodex test limita stabilnosti.

### 2.3. Terenski testovi

Ova vrstu testova izvodi se na sportskim terenima ili u dvoranama. Uglavnom ih koriste kondicijski treneri, kineziterapeuti i fizioterapeuti. Jako su bliski primjeni u sportu i općenito treningu i stoga su najvažniji za našu struku. Temelj im je sustav ocjenjivanja i vizualne opservacije pa je sam rezultat na testu vrlo često povezan sa subjektivnom procjenom ispitivača. Dijelimo ih na bazične testove (stajaće, hodajuće i dinamičke) i sportsko – specifične testove.

### 3. UVODNO O JAKOSTI

Vrlo često dolazi do miješanja pojmova jakosti i snage, no jako je važno napraviti jasnu razliku između ta 2 pojma kako ne bi dolazilo do nesporazuma. Osnovna funkcija mišića je proizvodnja sile (Marković, 2008). Jakost definiramo kao sposobnost mišića da voljnom kontrakcijom proizvede silu, dok s druge strane snaga podrazumijeva savladavanje otpora u što kraćem vremenu.

Jakost je maksimalna sila ili obrtni moment koji mišić može proizvesti prilikom izvođenja pojedinog pokreta (Knuttgén i Komi, 2003). McBride (2016) definira jakost kao sposobnost proizvodnje sile. Vršnu silu koju proizvedemo tijekom maksimalne voljne kontrakcije u definiranim uvjetima nazivamo jakost (Marković, 2008). Postoji više različitih podtipova i podjela jakosti, ali pojednostavnit ćemo stvari pa ćemo je podijeliti na:

- 1) Repetitivnu - sposobnost ponovljene ekscitacije mišićnih (motoričkih jedinica), a koja je određena medijalnim i submaksimalnim opterećenjem, te koja se manifestira ponavljanjem određene kretnje.
- 2) Statičku - sposobnost održavanja ekscitacije mišićnih (motoričkih) jedinica, što ukonačnici omogućava zadržavanje položaja koji je zauzet aktivacijom mišićnih (motoričkih) jedinica.
- 3) Maksimalnu – sposobnost maksimalne ekscitacije mišićnih (motoričkih) jedinica koja se manifestira generiranjem maksimalne mišićne sile.

Podjela s obzirom na tip mišićne kontrakcije:

- 1) Izometrijska – karakteristična je za statički trening snage pošto ne dolazi do skraćivanja mišića već se zadržava duljina mišića prilikom obavljanja rada. Kod ovog tipa kontrakcije, vanjski otpor koji se savladava je jednak sili koju proizvodi mišić.
- 2) Izotonička – karakteristična je za vježbe u kojima se savladava otpor koji je manji od sile koja se proizvodi u mišiću pa dolazi do promijene duljine mišića pošto se uslijed vanjskog opterećenja skraćuje i izdužuje. Premda se ovaj tip kontrakcije smatra koncentričnim, u sebi uključuje i ekscentričnu (propuštajuću fazu).

3)Ekscentrična – mišić ne uspijeva savladati silu kojoj se suprotstavlja, pa dolazi do njegovog istezanja. Predstavlja tzv. negativnu ili propuštajuću fazu.

Osim navedenih, najčešće podjele jakosti su prema opterećenju (medijalno, submaksimalno, maksimalno...) i topološkim regijama (ruke i rameni pojas, noge, trup...).

### 3.1. Fiziološka osnova jakosti

Svaki skeletni mišić posjeduje tri temeljne sposobnosti:

- sposobnost da proizvede maksimalnu silu (maksimalna jakost)
- sposobnost da silu proizvede brzo (snaga)
- sposobnost da silu proizvodi kroz duži vremenski period (statička ili repetitivna jakost)

Jakost je produkt djelovanja 2 sustava, mišićnog i živčanog. Djelovanjem motoričkih jedinica (motoričkih živčanih stanica i mišićnih vlakana koje te stanice inerviraju) odvija se savladavanje vanjskog otpora. Ovisno o tipu i veličini vanjskog opterećenja ovisiti će kakav će biti oblik mišićne kontrakcije i koliki broj motoričkih jedinica će biti uključen.

Faktori živčanog sustava koji utječu na jakost su:

- intramuskularna (unutar mišićna) koordinacija – voljna kontrola proizvodnje sile unutar mišića što se postiže povećanjem broja aktiviranih motoričkih jedinica, učestalosti i sinkronizacije aktiviranja motoričkih jedinica
- intermuskularna (među mišićna) koordinacija – međusobna sinkroniziranost agonista koja omogućava da se oni kontrahiraju pravovremeno i koordinirano

Kod mišićnog sustava determinante jakosti su:

- poprečni presjek mišića - presjek mišića poprečno u odnosu na smjer pružanja mišićnih vlakana
- arhitektura mišića - kut pod kojim su vlakna postavljena u odnosu na tetivu (vretenasti i perasti mišići)
- vrsta i omjer mišićnih vlakana - spora – tip I, brza – tip IIA i brza – tip IIB.

Usljed treninga jakosti događaju se adaptacije na brojnim organskim sustavima, a nama najzanimljivije su adaptacije mišićnog i živčanog sustava. Najpoznatija mišićna adaptacija na trening jakosti je hipertrofija odnosno povećanje poprečnog presjeka mišićnih vlakana. Hipertrofija nastaje kao posljedica umnažanja aktinskih i miozinskih niti. Postoje i neke indikacije da dolazi i do povećanja broja mišićnih vlakana odnosno drugim nazivom hiperplazije. Treningom jakosti najviše dolazi do hipertrofije brzih. oksidativno-glikolitičkih vlakana odnosno tipa IIA. Tijekom treninga jakosti dolazi i do promjene arhitekture mišića jer se povećava kut hvatanja mišićnih vlakana za tetivu pa se na taj način, bez hipertrofije, povećava poprečni presjek mišića.

Mehanizmi živčane prilagodbe na trening jakosti ogleda se kroz sljedeće pojave:

- povećana aktivacija agonista – poboljšana unutar mišićna koordinacija
- povećana aktivacija sinergista – poboljšana među mišićna koordinacija
- smanjena aktivacija antagonista

### 3.2. Metodika treninga jakosti

U treningu jakosti za cilj imamo morfološke i motoričke transformacije. Drugim riječima morfološke transformacije su promjene u sastavu tjelesne građe tj. povećanju mišićne mase. Kod motoričkih transformacija dolazi do razvoja jakosti, a uz to dolazi i poboljšanje sportske izvedbe.

Trening jakosti okarakteriziran je određenim varijablama:

- Intenzitetom (veličina otpora)
- Tempom (max. jakost 30x, hipertrofija 301,402, mišićna izdržljivost 101)
- Ekstenzitetom (broj vježbi, ponavljanja i serija)
- Trajanje intervala odmora (max. jakost 2-5min, hipertrofija 1-2 min, mišićna izdržljivost do 30 sec)
- Vrstom mišićne akcije (izometrična, izotonična, koncentrična, ekscentrična)
- Odabirom vježbi (prema mišićnim skupinama, prema osnovnim ljudskim pokretima)
- Redoslijedom vježbi (glavne, dopunske, izolirajuće)
- Vrstama otpora (elastični, viskozni, inercijski, kombinirani)

- Učestalostu treninga (početnik 2-3, sportaši 4-7)

### 3.3. Podjela vježbi jakosti

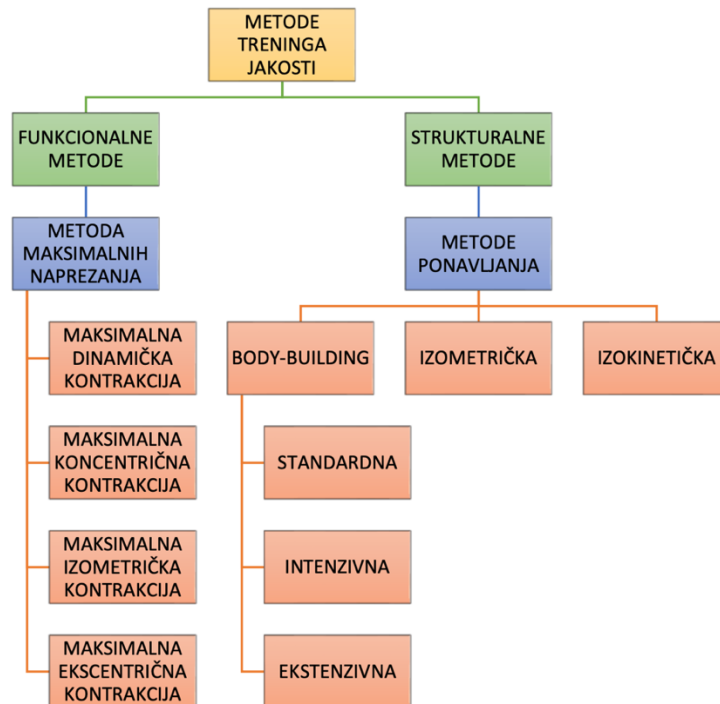
Nekada se trening jakosti dijelio prema mišićnim skupinama (ramena, ruke, prsa, leđa, noge). Takav koncept se u sportu smatra zastarjelim. Danas trening jakosti koncipiramo prema osnovnim ljudskim pokretima. Znači pokreti, a ne mišići.

S obzirom na pokrete podjela je slijedeća:

- Cijelo tijelo (povlačenja, potisci, kombinacija)
- Gornji ekstremiteti (povlačenja, potisci)
- Donji ekstremiteti (povlačenja, potisci)
- Trup (ekstenzija, fleksija, laterofleksija, rotacija)

### 3.4. Metode treninga jakosti

Slika 1. Metode treninga jakosti (Foretić, Žuvela i Veršić – skripta KPS, Teorija i metodika treninga jakosti)



Prema Markoviću i Perušku (2003) razlikujemo 2 skupine metoda za razvoj jakosti, funkcionalne i strukturalne metode. Razvoj jakosti kod funkcionalnih metoda se temelji na neurološkim promjenama tj. poboljšanju mišićne kordinacije, a ne dolazi do značajnijeg povećanja mišićnog volumena. U funkcionalne metode ubrajamo i eksplozivno – dinamička napreznja te reaktivnu metodu, a najviše služe za razvoj snage.

Za razvoj jakosti koriste se metode maksimalnih napreznja unutar kojih razlikujemo:

- Maksimalne dinamičke kontrakcije
- Maksimalne koncentrične kontrakcije
- Maksimalne izometričke kontrakcije
- Maksimalne ekscentrične kontrakcije

Strukturalnim metodama treninga do povećanja jakosti primarno dolazi kroz djelovanje na mišićni sustav tj. hipertrofiju mišića. Osnovna metoda ovog sustava je metoda ponavljanja.

Tu spadaju:

- Bodybuilding metode
- Izokinetička metoda
- Izometrična metoda



## 4. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

U narednom poglavlju predstavljena su istraživanja koja su se bavila utjecajem treninga jakosti na ravnotežu. S obzirom na popularnost nogometa, a i samu raširenost ravnoteže u svakodnevnom životu pronađeno je mnogo istraživanja ove tematike. Brojna istraživanja pomogla su u boljem razumijevanju jakosti i ravnoteže, a time i primjenu u svim potrebnim segmentima sporta i rekreacije.

Utjecaj treninga ravnoteže na razvoj mišićne jakosti (Ivan Bugarin, 2020.). Istraživao je fiziološke mehanizme koji stoje u pozadini jakosti i ravnoteže te utjecaj treninga ravnoteže na mišićnu jakost. Došli su do zaključka da trening ravnoteže pozitivno utječe na razvoj eksplozivne jakosti, ali važno je naglasiti da pritom nema utjecaja na maksimalnu jakost.

Bruno Stošić (2021.) je istraživao utjecaj treninga s opterećenjem na antropološki status vježbača. Cilj treninga je bila kontrakcija mišića na koje djeluju vanjske sile u suprotnom smjeru od kontrakcije ili otpora. Takva vrsta treninga je primjenjiva na svim dobnim skupinama i svakoj skupini daje rezultate. Trening s opterećenjem djeluje na cjelokupno ljudsko zdravlje, na srčanožilni sustav, sustav za kretanje, živčani sustav, endokrini sustav i dišni sustav, također razvija mišićnu izdržljivost, motoričku koordinaciju i povećava plućni kapacitet.

Trošt Bobić i sur. (2016.) kao glavni cilj ovog randomiziranog kontroliranog istraživanja imali su utvrditi utjecaj dva različita modaliteta treninga ravnoteže na razvoj eksplozivne jakosti tipa skočnosti. Dobiveni rezultati mogu znatno unaprijediti svakodnevnu trenersku praksu u području prevencije ozljeda sportaša, a pogotovo u području funkcionalne rehabilitacije ozljeda donjih ekstremiteta. Zaključno, ovo istraživanje pruža znanstvenu osnovu za planiranje primjene vježbi ravnoteže u svrhu razvoja eksplozivne jakosti tipa skočnosti u ranim fazama funkcionalne rehabilitacije, odnosno onda kada sportaš radi ozljede nije u mogućnosti izvoditi zahtjevne pliometrijske treninge.

Iva Rudinica (2022.) istraživala je utjecaj trenažnog procesa na poboljšanje ravnoteže. Cilj istraživanja bio je procijeniti učinke treninga na plutajućoj vodenoj prostirci. Osnovna ravnoteža je inicijalno testirana na platformi BIODIX. Proveden je 5-tjedni program treninga u bazenu s plutajućim strunjačama. Cijeli proces treninga na vodenim plutajućim strunjačama poboljšao je i statičku i dinamičku ravnotežu na kopnu, a dinamička ravnoteža se znatno više poboljšala zbog samog procesa treninga. Iako su bile uključene vježbe statičke ravnoteže, zbog nestabilne površine vode dinamička ravnoteža bila je prisutna cijelo vrijeme. Vodene plutajuće prostirke pogodne su za vježbanje i poboljšanje ravnoteže, a ponajviše dinamičke.

Vjekoslav Roguljić (2015.) u svom istraživanju testirao je jednomjesečni program treninga, a kao glavni cilj istraživanja bio je razvoj ravnoteže kod nogometaša NK Zeline. Uzorak varijabli je sadržavao četiri testa za procjenu statičke ravnoteže. Dobiveni rezultati pokazali su da je program bio uspješan te da se uvelike poboljšala ravnoteža sportaša.

Dora Mlinarić (2023.) je u svom istraživanju ispitivala utjecaj treninga jakosti i snage na performanse atletičara srednjih i dugih pruga. Zaključak istraživanja je da pravilno strukturiran program treninga jakosti i snage doprinosi boljoj izdržljivosti, efikasnosti pokreta i smanjenom riziku od ozljeda. Potrebno je izraditi jasan plan treninga, postaviti ciljeve i konstantno pratiti napredak.

Miloš Provčin (2016) je u svom istraživanju testirao kako trening propriocepcije djeluje na prevenciju padova te smanjenje broja i težine ozljeda kod starije populacije. Trening jakosti, ravnoteže i kordinacije poboljšava psiho-fizičke sposobnosti kod starije populacije. Takvim poboljšanjima smanjuje se rizik od padova i mogućih ozljeda.

I. Didović i. O. Buneta (2016) su u svom istraživanju ispitivali utjecaj tjelesne aktivnosti na ravnotežu osoba starije životne dobi. Istraživanje je provedeno na 60 korisnika doma za starije i nemoćne osobe "Mali Kartec". Istraživanjem su došli do zaključka da redovito tjelesno vježbanje pozitivno utječe na ravnotežu kod starijih osoba, a time i uveliko smanjuje rizik od pada.

## **5. PROBLEM ISTRAŽIVANJA**

Unatoč brojnim istraživanjima o ravnoteži i jakosti, nedostaje istraživanja koja ispituju sami akutni utjecaj jakosti na ravnotežu. Nedostatak takvih istraživanja nam uvelike otežava pravilno planiranje i programiranje treninga, jer nedostatkom kvalitetne ravnoteže sve ostale sposobnosti gube smisao jer bez dobre ravnoteže nijedan pokret se ne može kvalitetno izvesti. Slobodno možemo reći da je dobra ravnoteža temelj sportske izvedbe. Ovim istraživanjem naglašava se važnost ravnoteže i dokazuje da treningom jakosti možemo unaprijediti ravnotežu. Uvrštavanjem treninga jakosti u plan i program treninga potaknuti ćemo razvoj ravnoteže, a s tim i poboljšanje sportske izvedbe koji vodi do boljih sportskih rezultata i uspjeha.

## **6. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Cilj ovog istraživanja je utvrditi utječe li akutno trening jakosti na ravnotežu i ako je u kojoj mjeri i na koji način. Rezultati ovog istraživanja su od velike važnosti za trenere, da dobiju širu sliku o važnosti treninga jakosti i o ravnoteži kao sposobnosti bez koje sportska izvedba ne bi bila moguća. Uz ovo istraživanje lakše i kvalitetnije se može napraviti plan i program treninga za nadolazeće sportske izazove.

## **7. HIPOTEZE**

Sukladno dosadašnjim spoznajama te ciljevima ovog istraživanja postavljena je slijedeća hipoteza:

H0 – trening jakosti akutno utječe pozitivno na ravnotežu

## **8. METODE RADA**

### **8.1. Uzorak ispitanika i eksperimentalni postupak**

Uzorak ispitanika sačinjavalo je 8 nogometaša s područja Splitsko – dalmatinske županije. Nogometaši su kronološke dobi između 15 i 16 godina, te igraju za klubove splitskog područja. Napravljena su mjerenja antropometrijskih karakteristika (visina, težina, dužina noge), nakon čega su sportaši podvrgnuti dvama testovima ravnoteže (dinamički Y-test i statički Roda test). Za svaki test nakon prethodnog zagrijavanja i pokušaja tj, upoznavanja sa testom, imali su po 3 ponavljanja na svakoj nozi. Nakon inicijalnih testiranja, odrađen je trening jakosti koji je sadržavao 6 vježbi (naglasak na donje ekstremitete). Na svakoj vježbi se radilo po 12 ponavljanja, te tako 3 kruga s odmorima između. Nakon treninga jakosti odrađeno je finalno testiranje te su dobiveni podaci uneseni i obrađeni u računalnom program Statistica.

### **8.2. Uzorak varijabli**

Uzorak varijabli sačinjen je od antropometrijskih mjerenja i 2 testa ravnoteže, jedan statički (Roda test), a drugi dinamički (Y test). Varijable antropometrije su tjelesna visina (BH), tjelesna masa (BH) te dužina noge.

#### **Tjelesna visina - (BH)**

Ispitanici su stajali uspravno, bez obuće uza zid. Glava im je postavljena u tzv. Frankfutskoj ravnini. Visina je mjerena metrom.

#### **Tjelesna masa – (BM)**

Ispitanici bez obuće sunožno stoje na digitalnoj vagi s koje očitamo tjelesnu masu u kilogramima.

#### **Roda test (statička ravnoteža)**

Test podrazumijeva stajanje na prstima 1 noge u stavu „roda”. Stav podrazumijeva držanje ruku na kukovima i postavljanje stopala noge koja nije na podlozi na unutrašnju

stranu koljena stajace noge. Ispitaniku je dozvoljeno 1 minutu vježbati održavanje ravnoteže nakon čega se pristupa izvođenju testa. Podiže se na prste stajace noge i održava ravnotežu. Mjerenje vremena se zaustavlja u slučaju: ako se ruke ili ruka odmakne od kukova, ako se stajaca noga pomakne u bilo kojem smjeru, ako noga koja nije na podlozi izgubi kontakt sa koljenom ili ako peta stajace noge dotakne pod.

Slika 2. Prikaz izvedbe Roda testa



### **Y test (dinamička ravnoteža)**

Koristi se za procjenu stanja dinamičke ravnoteže, a izvođenje od ispitanika zahtjeva jakost, kontrolu pokreta te mobilnost i fleksibilnost. Također se koristi kao indikator rizika ozljeda donjih ekstremiteta. Može se izvoditi uz pomoć posebno dizajnirane opreme ili (kao i Zvijezda test) se na podlozi mogu označiti crte u obliku slova „Y“ (prednje crte su pod kutom od 90°). Zadatak testa je zadržati ravnotežu na jednoj nozi i pritom što dalje dosegnuti crtu suprotnom nogom u 3 različita smjera: naprijed (anterior), natrag medijalno (posteriomedial) te natrag lateralno (posteriolateral). Pokreti se izvode na obje noge; 6 rezultata ukupno. Slobodna noga smije samo lagano dotaći podlogu te na

njoj nije dozvoljeno oslanjanje a mora se vratiti u početni položaj potpunom kontrolom pokreta. Ispitanik tijekom pokreta mora stalno biti na punom stopalu stajace noge. Svaki se pokret izvodi 3 puta obzirom da mobilnost i familijarizacija imaju veliki utjecaj na izvedbu i rezultat. Normalizacija rezultata izračunava se omjerom prosječnih rezultata (apsolutna udaljenost) svakog pokreta i dužine noge ispitanika. Ukupni rezultat na testu predstavlja zbroj sve 3 apsolutne udaljenosti podijeljene 3x sa duljinom noge x 100.

Slika 3. Prikaz izvedbe Y balans testa



U treningu jakosti odabrane su slijedeće vježbe:

- 1) Stražnji čučanj
- 2) Nožna fleksija
- 3) Nožna ekstenzija
- 4) Stojeća plantarna fleksija
- 5) Hip thrust ili potisak kuka
- 6) Rumunjsko mrtvo dizanje



Način rada: stanični (3 kruga)

Broj ponavljanja na stanici: 12

Odmor između krugova: 3 – 5 min

### 1. Stražnji čučanj

Šipka se nalazi na ramenima tj. na gornjem dijelu leđa i vrata. Hvat šipke je malo širi od širine ramena. Prsa je potrebno izbaciti prema naprijed kako bi zategnuli leđa i na taj način zadržali stabilnost. Stopala su postavljena u razini širine ramena, te malo u vanjskoj rotaciji. Kretanja započinje u kukovima, nakon čega savijamo koljena i ulazimo u čučanj. Koljena ne bi smjela prelaziti projekciju nožnih prstiju. Prije izvođenja samog pokreta potrebno je udahnuti na trbuh i stisnuti trbušne mišiće, a nakon podizanja tereta izdahnuti. Dubina čučnja ovisi o mobilnosti kukova. U našem slučaju išli smo oko 90 stupnjeva u čučanj.

Slika 4. Prikaz izvedbe stražnjeg čučnja



## 2. Nožna fleksija

Ovu vježbu za stražnju ložu smo izvodili na spravi. Korištenje sprave je vrlo jednostavno, sjednemo uspravno, fiksiramo natkoljenice i jednostavno povlačimo pete prema stražnjici. Prostor za pogrešku je vrlo malen jer smo fiksirani i radimo izolacijsku vježbu.

Slika 5. Prikaz izvedbe nožne fleksije na spravi



### 3. Nožna ekstenzija

Ovu vježbu za kvadričepse smo izvodili na izolacijskoj spravi. Korištenje sprave je vrlo jednostavno, sjednemo uspravno, fiksiramo natkoljenice i potkoljenice i nastojimo snagom kvadričepsa opružiti noge u koljenima. Pri izvođenju pokreta stopala su u dorzalnoj fleksiji.

Slika 6. Prikaz izvedbe nožne ekstenzije na spravi



#### 4. Stojeća plantarna fleksija

Ovu vježbu za mišiće stražnjeg dijela potkoljenice izvodimo na steperu. Najvažnije pri izvođenju ove vježbe je da smo uspravni, te da su koljena maksimalno opružena. Pokret se izvodi u punoj amplitudi pokreta.

Slika 7. Prikaz izvedbe stojeće plantarne fleksije



## 5.Hip thrust ili potisak kuka

Za izvođenje ove vježbe potrebna nam je klupa, na koju ćemo se nasloniti površinom cijelih lopatica. Stopala su postavljena u razini širine ramena. Šipka je postavljena na kukove i rukama je potrebno pridržavati, radi bolje ravnoteže i stabilnosti. Pogled je usmjeren ispred tijela, a zdjelica je u posteriornom tiltu radi bolje aktivacije gluteusa i trbušnih mišića. Pokret izvodimo stiskanjem i aktivacijom gluteusa te dolazi do ekstenzije kukova tj. podizanja kukova prema gore.

Slika 8. Prikaz izvedbe hip thrusta ili potiska kuka



## 6. Rumunjsko mrtvo dizanje

U ovu vježbu za mišiće stražnje lože i gluteusa krećemo pokretom pretklona iz kukova. Noge ostaju opružene, uz minimalan pregib u koljenima tijekom spuštanja šipke. Leđa su ravna i zategnuta. Šipku je potrebno držati što bliže tijelu. Koljena su blago savijena, ali cijeli pokret ide isključivo iz kukova. Prije izvođenja samog pokreta potrebno je udahnuti na trbuh i stisnuti trbušne mišiće, a nakon uspravljanja prema gore izdahnuti prethodno udahnuti zrak.

Slika 9. Prikaz izvedbe rumunjskog mrtvo dizanja



### 8.3. Metode obrade podataka

Primjenjena je deskriptivna statistika, nakon koje je provjeren normalitet distribucije preko kojeg je utvrđeno da su podaci normalno distribuirani. Za analizu razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja, korištena je analiza varijance. Za obradu podataka korišten je program Statistica.

## 9. REZULTATI

Tablica 1. Prikaz antropometrijskih varijabli i testova ravnoteže deskriptivnom statistikom provedenom na uzorku mladih nogometaša

	<b>AS</b>	<b>SD</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>K-S (p)</b>
<b>TV</b>	182	6,28	173	192	p > .20
<b>TM</b>	70,75	8,33	60	82	p > .20
<b>R D INI</b>	11,77	6,84	3,71	23,06	p > .20
<b>R L INI</b>	12,63	6,83	3,63	25,52	p > .20
<b>R D FIN</b>	13,09	7,65	6,39	26,35	p > .20
<b>R L FIN</b>	15,16	4,52	10	21,69	p > .20
<b>YBT D INI</b>	97,41	5,55	88,63	104,65	p > .20
<b>YBT D FIN</b>	102,22	5,39	92,04	108,66	p > .20
<b>YBT L INI</b>	95,95	6,9	82,52	104,5	p > .20
<b>YBT L FIN</b>	102,24	7,04	87,31	110,05	p > .20

LEGENDA: AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimum , MAX – maksimum , TV – tjelesna visina, TM – tjelesna masa , R D INI – roda test inicijalno desna, R L INI – roda test inicijalno lijeva, R D FIN – roda test finalno desna, R L FIN – roda test finalno lijeva, YBT D INI – y balans test inicijalno desna, YBT L INI – y balans test inicijalno lijeva, YBT D FIN – y balans test finalno desna, YBT L FIN – y balans test finalno lijeva.

U tablici su prikazani rezultati deskriptivne statistike, u kojoj možemo vidjeti da su podaci normalno distribuirani.



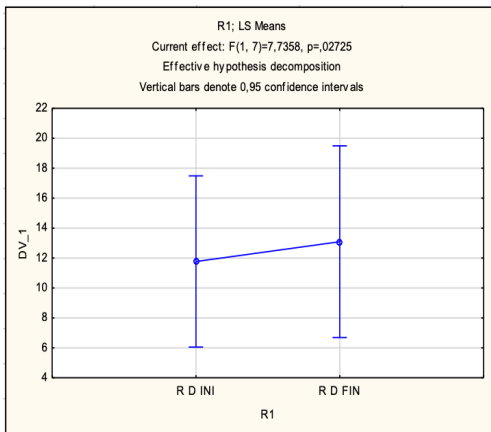
Tablica 2. Anova za analizu razlika

	<b>F</b>	<b>p</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
<b>R D</b>	7,74	0,03*	0,52
<b>R L</b>	2,15	0,19	0,24
<b>YBT D</b>	36,17	0,01*	0,84
<b>YBT L</b>	31,68	0,01*	0,82

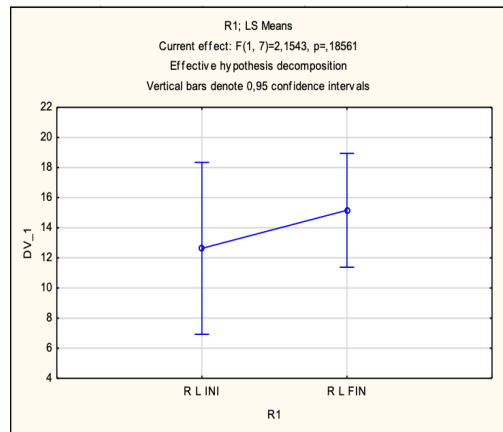
LEGENDA: F – f vrijednost , P – pogreška,  $\eta^2$  – effect size, R D – roda desna , R L – roda lijeva, YBT D – y balans test desna, YBT L – y balans test lijeva

U tablici je prikazana anova (analiza varijance) iz koje je vidljivo da su statistički značajne razlike u varijablama R D (  $p = 0,03$ ), YBT D ( $p = 0.01$ ) i YBT L ( $p = 0.01$ ).

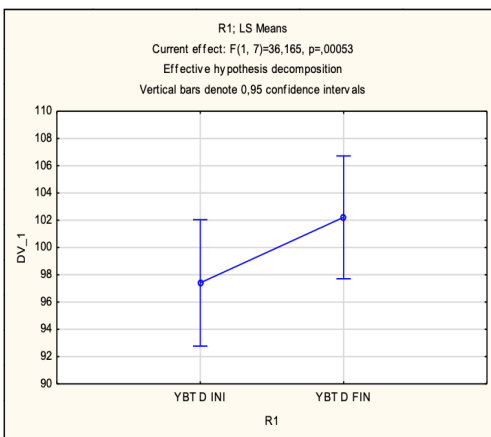
Graf 1.



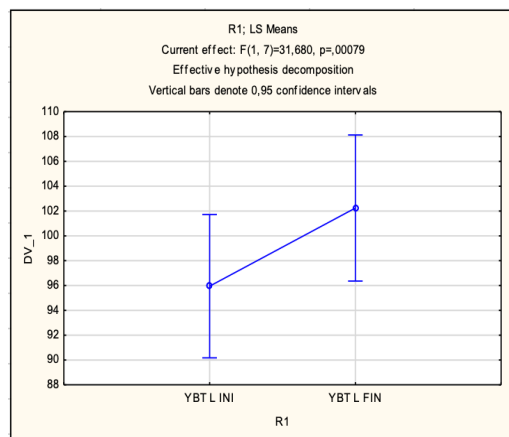
Graf 2.



Graf 3.



Graf 4.



U grafovima su prikazane grafičke vrijednosti anove tj. analize varijance, od svih prikazanih varijabli statistički značajne su sve, osim varijable “Roda lijevo”.

## 10. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utječe li akutno trening jakosti na ravnotežu, tj. hoće li ravnoteža nakon odrađenog treninga jakosti biti bolja, lošija ili ista. Sukladno tome, rezultati istraživanja ukazuju na statistički značajne razlike u poboljšanju ravnoteže, u svim varijablama, osim varijable Roda lijevo.

### 10.1. Statička ravnoteža

Roda testom je testirana statička ravnoteža kod mladih nogometaša. Nakon odrađenog treninga jakosti, na desnoj nozi je vidljivo akutno poboljšanje ravnoteže, dok na lijevoj nema statistički značajne razlike. Pretpostavke su da sportaši nisu navikli na takvu vrstu testa tj. da se prvi put u životu s takvim nečim susreću te također nemaju dovoljno jakosti u lijevoj nozi koja većini sportaša nije primarna. Pregledom literature vidljivo je da nema istraživanja koja su se bavila akutnim utjecajem treninga jakosti na ravnotežu, no ima analiza kroničkih efekata. Baš kao što je radio Vjekoslav Roguljić (2015.) u svom istraživanju gdje je testirao jednomjesečni program treninga, a kao glavni cilj istraživanja bila je “mogućnost razvoja ravnoteže kod mladih nogometaša NK Zeline”. Uzorak varijabli je sadržavao četiri testa za procjenu statičke ravnoteže. Dobiveni rezultati pokazali su da je program bio uspješan te da se uvelike poboljšala ravnoteža sportaša. Ravnoteža je bitna u svim segmenetima života, pa osim sportaša, mogu se napraviti istraživanja i na starijoj populaciji. Kako dobra ravnoteža kod sportaša smanjuje rizik od ozljeda, što nam je dokazala Dora Mlinarić (2023.) u svom istraživanju gdje rezultati kažu da “pravilno strukturiran program treninga jakosti i snage doprinosi boljoj izdržljivosti, efikasnosti pokreta i smanjenom riziku od ozljeda”, tako s druge strane Miloš Prović (2016) preko svog istraživanja dolazi do zaključka da “trening jakosti, ravnoteže i koordinacije poboljšava psiho-fizičke sposobnosti kod starije populacije, a takvim poboljšanjima smanjuje se rizik od padova i mogućih ozljeda.” Isti zaključak imaju i I. Didović i O. Buneta (2016) koji su u svom istraživanju na čak 60 korisnika doma za starije i nemoćne osobe došli do zaključka da redovito tjelesno vježbanje pozitivno utječe na ravnotežu kod starijih osoba, a time i uveliko smanjuje rizik od pada. S obzirom na sva istraživanja na ovu temu dolazimo do zaključka da je ravnoteža jako bitan faktor kvalitete života, nebitno sportaša ili običnog čovjeka, a očito je da je jakost bitna

determinanta statičke ravnoteže. Sportašima doprinosi u kvaliteti sportske izvedbe dok ostalim ljudima poboljšava kvalitetu u svakodnevnom životu.

## 10.2. Dinamička ravnoteža

Y balans testom testirana je dinamička ravnoteža kod mladih nogometaša. Nakon odrađenog treninga jakosti, i na desnoj i na lijevoj nozi su uočena poboljšanja ravnoteže. Kod Y balans testa vrlo je bitna komponenta jakosti jer se sportaš više puta spušta u čučanj, a upravo taj pokret smo imali u treningu jakosti, te tome možemo pridonijeti veliku ulogu u poboljšanju dinamičke ravnoteže. Benjamin R. Wilson i sur. (2018.) su istraživali povezanost jakosti kukova i rezultata u Y balans testu, gdje su došli do zaključka da jakost abdukcije kuka ima značajan utjecaj na izvedbu u Y balans testu, a osim abdukcije, povezanost se pokazala i s ekstenzijom kuka i snagom vanjske rotacije. Time dolazimo do zaključka da trening jakosti akutno pozitivno utječe na dinamičku ravnotežu. Osim na ravnotežu trening jakosti utječe i na mnoge druge sposobnosti, a to nam je dokazao Bruno Stošić (2021.) u svom istraživanju gdje je zaključio da trening s opterećenjem djeluje na cjelokupno ljudsko zdravlje, na srčanožilni sustav, sustav za kretanje, živčani sustav, endokrini sustav i dišni sustav, također razvija mišićnu izdržljivost, motoričku kordinaciju i povećava plućni kapacitet. Dinamička ravnoteža je od velike važnosti u sportovima jer se sve izvodi u pokretu, i ako ravnoteža nije dobra, neće ni pokret biti kvalitetne izvedbe. Trošt Bobić i sur. (2016.) u svom istraživanju dokazali su utjecaj ravnoteže na razvoj eksplozivne jakosti tipa skočnosti. Dobiveni rezultati mogu znatno unaprijediti svakodnevnu trenersku praksu u području prevencije ozljeda sportaša, a pogotovo u području funkcionalne rehabilitacije ozljeda donjih ekstremiteta. S druge strane, Dora Mlinarić (2023.) je u svom istraživanju ispitivala utjecaj treninga jakosti i snage na performanse atletičara srednjih i dugih pruga. Zaključak istraživanja je da pravilno strukturiran program treninga jakosti i snage doprinosi boljoj izdržljivosti, efikasnosti pokreta i smanjenom riziku od ozljeda. Iz više spomenutih istraživanja zaključujemo da trening jakosti utječe na ravnotežu pozitivno, gdje s boljom ravnotežom dolazi i kvalitetniji obrazac kretanja te time i bolja tehnička izvedba određenog pokreta, a kvalitetnijim pokretom smanjuje mogućnost ozljede. Sportske ozljede su najveći razlog ranog prekidanja sportske karijere, čime još više uočavamo važnost jakosti i ravnoteže. Svakako je potrebno napraviti što više istraživanja na ovu temu, u više različitih sportova sa što više različitih sportaša. Rezultati iz ovakvih i sličnih

istraživanja uvelike mogu pridonijeti razvoju programa treninga i pripreme za sportske izvedbe, čime se izvlači maksimum iz sportaša, a. pritom sa što manjim brojem ozljeda.

## 11. ZAKLJUČAK

U radu je bilo analizirano 8 mladih nogometaša s područja Splita, u rasponu od 15 do 16 godina. Nakon provedenih testova ravnoteže (statički – Roda test, dinamički – Y balans test) te odrađenog treninga jakosti možemo zaključiti da je ravnoteža uvelike poboljšana. U 3 varijable postoji značajna razlika, dok jedino u jednoj varijabli, Roda lijevo, nema značajne razlike. Postavljena hipoteza je potvrđena čime zaključujemo da jakost akutno pozitivno utječe na ravnotežu, zbog aktivacije mišića, tetiva te živčanog podražaja, dok su pretpostavke da na lijevoj nozi je deficit jer većini sportaša lijeva noga nije primarna tj. jača noga, te bih svakako naglasio nedostatak jakosti da bi se stopalo zadržalo u plantarnoj fleksiji pri izvođenju Roda testa. Važno je naglasiti da su ovi testovi nešto novo kod mladih nogometaša jer se nikad prije nisu susretali s njima. Svakako istraživanje treba provesti na većem broju sportaša, različitih uzrasta, te podjednakom broju desnjaka i lijevaka, uz više različitih testova ravnoteže te više kombinacija treninga jakosti. Istraživanja bi trebalo provesti i u više različitih sportova, da se usporede potrebe istih za jakošću i ravnotežom. Naglašeno je više puta koliko je važna jakost i ravnoteža u sportskoj izvedbi i u prevenciji od ozljeda. Upravo to je jedan od razloga zašto je ovo istraživanje bilo korisno, kao i sva istraživanja na sličnu temu. Daju sliku trenerima kako mogu treningom jakosti utjecati na druge sposobnosti kao i u ovom slučaju na ravnotežu, a bez dobre ravnoteže nemoguće je kvalitetno izvesti bilo koji pokret ili tehniku određenog sporta. Znanstveni doprinos ovog istraživanja je da smo potvrdili rezultate nekih dosadašnjih istraživanja u kojima se naglašavala važnost jakosti i ravnoteže u samom sportu, ali također i u svakodnevnom životu. Osim nogometa, može se napraviti testiranje i u drugim sportovima kako bi imali što više podataka i kako bismo mogli utvrditi postoje li značajne razliku i kod drugih sportaša i sportova kojima se bave. U sportskom smislu ovakva istraživanja daju mnogo više podataka o važnosti određenih sposobnosti i sami utjecaj jedne na drugu, s takvim saznanjima mnogo kvalitetnije i preciznije se mogu složiti programi treninga i pripreme sportaša. Osim sportske izvedbe, dobrim programom treninga i pripremom tijela na napore smanjuje se mogućnost ozljede, dok kod normalne populacije ljudi treningom jakosti i utjecajem na ravnotežu smanjujemo mogućnost od pada, a poboljšavamo funkcioniranje u svakodnevnom životu.

## 12. LITERATURA

- Bugarin, Ivan. "UTJECAJ TRENINGA RAVNOTEŽE NA RAZVOJ MIŠIĆNE JAKOSTI." Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, 2020.
- Gruber, M. i Gollhofer, A. (2004). Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *European Journal of Applied Physiology*, 92: 98–105 doi: 10.1007/s00421-004-1080-y
- Gruber, M., Gruber, S. B. H., Taube, W., Schubert, M., Beck, S.C., i Gollhofer, A. (2007). Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 21, 274-282
- Knuttgen, H.G. i Komi, P.V. (2003). Basic Considerations for Exercise. U P.V. Komi (ur.), *Strength and power in sport (str.3-7)*. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Marković, G. (2008). Jakost i snaga u sportu: definicija, determinante, mehanizmi prilagodbe i trening. U I. Jukić, D. Milanović i C. Gregov (ur.), *Kondicijska priprema sportaša 2008: trening snage*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Marković, G. i Peruško, M. (2003). Metodčke osnove razvoja snage. U D. Milanović i I. Jukić (Ur.), *Zbornik radova Kondicijske pripreme sportaša*, Zagreb. 21 – 22 veljače, 2003. (187 –194). Zagreb: Kineziološki fakultet.
- McBride, J.M. (2016). Biomechanics of Resistance Exercise. U G. G. Haff i N. T. Triplett (ur.), *Essentials of Strength Training and Conditioning (str.19-85)*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mlinarić, Dora. "Utjecaj treninga jakosti i snage na performanse atletičara srednjih i dugih pruga : završni rad." Završni rad, Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet, 2023. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:221:235960>

- Nashner, L. M., McCollum, G. (1985). The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. 1985,8:135-172. Goldenberg, L., Twist, P. (2002.). Strength ball training Champaign, IL: Human Kinetics
- O. Buneta, I. Didović: Utjecaj tjelesne aktivnosti na ravnotežu u starijoj životnoj dobi, *Physioterapia Croatica*, vol. 14. Br. 1 2017., 140-145. 2016. <https://hrcak.srce.hr/174056>
- Page, P. (2006). Sensorimotor training: A “global” approach for balance training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 10, 77–84
- Provcin, Miloš. "Trening propriocepcije u cilju prevencije padova, smanjenja broja i težine ozljeda kod starije populacije." Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, 2016. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:320608>
- Roguljić, Vjekoslav. "Mogućnost poboljšanja ravnoteže kod mladih nogometaša.." Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, 2015. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:526645>
- Rudinica, Iva. "Utjecaj trenažnog procesa na poboljšanje ravnoteže : diplomski rad." Diplomski rad, Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet, 2022. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:221:224942>
- Stošić, Bruno. "Utjecaj treninga s opterećenjem na antropološki status vježbača : završni rad." Završni rad, Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet, 2021.
- Trošt Bobić, Tatjana, Pezić, Marta ; Bobić, Goran Utjecaj treninga ravnoteže različitog modaliteta na eksplozivnu jakost tipa skočnosti // Zbornik radova 2. Međunarodnog znanstveno- stručnog skupa „Fizioterapija u sportu, rekreaciji i wellness-u“. 2016



- Wilson, Benjamin R., et al. "The relationship between hip strength and the Y balance test." *Journal of sport rehabilitation* 27.5 (2018): 445-450.