

# Utjecaj programa treninga prevencije ozljeda na stabilnost donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica

---

**Battaia, Lucia**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:472761>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-27**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ FIZIOTERAPIJE

Lucia Battaia  
UTJECAJ PROGRAMA TRENINGA PREVENCIJE OZLJEDA NA  
STABILNOST DONJIH EKSTREMITETA KOD MLADIH KOŠARKAŠICA:  
rad s istraživanjem  
Završni rad

Rijeka, 2023.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF HEALTH STUDIES  
UNDERGRADUATE STUDY OF PHYSIOTHERAPY

Lucia Battaia

THE EFFECT OF AN INJURY PREVENTION TRAINING PROGRAM ON  
THE LOWER LIMB STABILITY OF YOUNG BASKETBALL PLAYERS:

research

Final work

Rijeka, 2023.

Mentor rada: Verner Marijančić, mag. rehab.educ.

Završni rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u

Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

## Izvješće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

### Opći podatci o studentu:

Sastavnica	Fakultet zdravstvenih studija
Studij	Prijediplomski stručni studij fizioterapije
Vrsta studentskog rada	Završni rad
Ime i prezime studenta	Lucia Battaia
JMBAG	0351011944

### Podatci o radu studenta:

Naslov rada	UTJECAJ PROGRAMA TRENINGA PREVENCIJE OZLJEDA NA STABILNOST DONJIH EKSTREMITETA KOD MLADIH KOŠARKAŠICA
Ime i prezime mentora	Verner Marjančič
Datum predaje rada	22. srpanj 2023.
Identifikacijski br. podneska	21379855264
Datum provjere rada	22. srpanj 2023.
Ime datoteke	Zavr_ni_rad.docx
Veličina datoteke	1.57M
Broj znakova	35097
Broj riječi	5464
Broj stranica	33

### Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	10
-----------------	----

### Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	22. srpanj 2023.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/> DA
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	

Datum  
22. srpanj 2023.

Potpis mentora  


# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. BIOMEHANIKA DONJIH EKSTREMITETA</b> .....	2
1.1.1. <i>Biomehanika koljena</i> .....	2
1.1.2. <i>Biomehanika gornjeg i donjeg nožnog zgloba</i> .....	5
<b>1.2. OZLJEDE U KOŠARCI</b> .....	7
1.2.1. <i>Vrsta i učestalost ozljeda u košarci</i> .....	7
1.2.2. <i>Biomehanika i mehanika najčešćih ozljeda donjih ekstremiteta</i> .....	8
1.2.2.1. <i>Mehanizam nastanka distorzije gležnja</i> .....	8
1.2.2.2. <i>Mehanizam nastanka ozljede prednjeg križnog ligamenta (ACL)</i> .....	11
<b>1.3. RAVNOTEŽA, PROPRIOCEPCIJA I KINESTEZIJA</b> .....	13
<b>1.4. Y - BALANCE TEST</b> .....	16
<b>2. CILJEVI I HIPOTEZE</b> .....	18
<b>3. ISPITANICI (MATERIJALI) I METODE</b> .....	19
3.1. <i>Ispitanici/materijali</i> .....	19
3.2. <i>Postupak i instrumentarij</i> .....	19
3.3. <i>Program treninga za prevenciju ozljeda</i> .....	21
3.4. <i>Statistička obrada podataka</i> .....	24
3.5. <i>Etički aspekti istraživanja</i> .....	24
<b>4. REZULTATI</b> .....	25
<b>5. RASPRAVA</b> .....	34
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	37
<b>LITERATURA</b> .....	38
<b>PRIVITCI</b> .....	44
<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	46

## **POPIS KRATICA**

A - anteriorno (smjer dosega)

ACL - prednji križni ligament (lat. *lig. cruciatum anterius*)

CNS - središnji živčani sustav

ITM - indeks tjelesne mase

NCAA - National Collegiate Athletics Association

PL - posterolateralno (smjer dosega)

PM - posteromedijalno (smjer dosega)

SEBT - eng. *Star Excursion Balance Test*

SZO - Svjetska zdravstvena organizacija

YBT - Y-Balance test

## SAŽETAK

**Uvod:** Košarka se smatra kontaktnim ili sportom s limitiranim kontaktom. Vrsta i razlog nastanka ozljede u košarci ovisi o nekoliko faktora, a neki od njih su neuromuskularna kontrola, dinamička ravnoteža i stabilnost donjih ekstremiteta. Među najčešćim ozljedama su ozljede donjih ekstremiteta; distorzija gležnja i ozljeda prednjeg križnog ligamenta. Mlade košarkašice su izložene većem riziku od ozljeda, a procjena istog se može osigurati provođenjem Y - Balance testa (YBT).

**Cilj istraživanja:** Glavni je cilj ovoga istraživanja odrediti učinak programa treninga za prevenciju ozljeda na stabilnost donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica.

**Ispitanici i metode:** Ispitanice su članice ženskog košarkaškog kluba Arx Crikvenica u Crikvenici. Sudionice u istraživanju su aktivne natjecateljice u dobi od 14 do 23 godine s jednakim brojem sati tjednog trenažnog procesa i rasporedom utakmica tijekom sezone. Očekivani ukupni broj ispitanica je 16, od čega je 8 u posljednjih šest mjeseci imalo ozljede donjih ekstremiteta koje su utjecale na njihovu izvedbu i prisutnost treningu. U istraživanju je korišten test za procjenu dinamičke ravnoteže i stabilnosti, odnosno Y-Balance test te je proveden program treninga za prevenciju ozljeda u periodu od 49 dana. Dobiveni rezultati obrađeni su u programu GraphPad-Prism te su rezultati YBT-a izračunati samostalno u programu Microsoft Office Excel.

**Rezultati:** Neuromuskularni program treninga za prevenciju ozljeda poboljšava dinamičku ravnotežu i stabilnost donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica te su rezultati finalnog mjerenja na YBT-u znatno bolji u odnosu na inicijalno mjerenje. Nadalje, rezultati istraživanja pokazuju da mlade košarkašice koje su ozlijeđene nemaju bolju dinamičku ravnotežu i stabilnost donjih ekstremiteta u odnosu na mlade neozlijeđene košarkašice, prije ali niti poslije preventivnog programa treninga.

**Zaključak:** Neuromuskularna kontrola, dinamička ravnoteža, posturalna stabilnost donjih ekstremiteta i propriocepcija značajno utječu na rizik od nastanka ozljeda. Također, neuromuskularni program treninga sa vlastitom težinom pozitivno utječe na navedene parametre i samim time poboljšava izvedbu mladih košarkašica na YBT-u.



**Ključne riječi:** prevencija ozljeda, stabilnost, ravnoteža, Y - Balance test, košarka

## **SUMMARY**

**Introduction:** Basketball is considered a contact or limited contact sport. The type and cause of injury in basketball depends on several factors, some of which are neuromuscular control, dynamic balance and stability of the lower extremities. Among the most common injuries are lower limb injuries; ankle distortion and anterior cruciate ligament injury. Young female basketball players are exposed to a higher risk of injury, and the assessment of this can be measured by conducting the Y - Balance Test (YBT).

**Research objective:** The main objective of this study is to determine the effect of a training program for injury prevention on the stability of the lower extremities in young female basketball players.

**Subjects and methods:** The subjects who participated in the study are members of the women's basketball club Arx Crikvenica in Crikvenica. All participants are active players between the ages of 14 and 23 with an equal number of weekly training hours and a game schedule during the season. The expected total number of subjects is 16, of which 8 subjects had lower extremity injuries in the last six months that affected their performance and participation in training. The study used a test to evaluate dynamic balance and stability, namely the Y-Balance test, and a training program for injury prevention was carried out over a period of 49 days. The results obtained were processed using the program GraphPad-Prism, and the results of the Y-Balance test were calculated independently using the program Microsoft Office Excel.

**Results:** The neuromuscular injury prevention training program improves dynamic balance and lower extremity stability in young basketball players, and the results of the final measurement in the Y-balance test are significantly better compared with the initial measurement. In addition, the research results show that young injured basketball players have better dynamic balance and lower extremity stability compared to young uninjured basketball players neither before nor after the preventive training program.

**Conclusion:** Neuromuscular control, dynamic balance, lower extremity postural stability, and proprioception significantly influence injury risk. Also, the neuromuscular training program with own body weight has a positive effect on the above parameters, thereby improving the performance of young basketball players in the Y-Balance Test.

**Key words:** injury prevention, stability, balance, Y - Balance Test, basketball

## 1. UVOD

Nedovoljna tjelesna aktivnost sve je učestaliji problem koji se javlja u djece i adolescenata te utječe na njihovo zdravlje i optimalni razvoj. U današnje vrijeme, takva problematika se nastoji riješiti promoviranjem zdravlja kroz tjelesnu aktivnost i sport (1). Dosadašnja istraživanja potvrđuju da tjelesna aktivnost kao takva ima mnogo pozitivnih učinaka na mentalno te fizičko zdravlje djece i adolescenata, kao i na njihove životne navike (2). Unatoč potvrđenim benefitima, postoje istraživanja koja navode da participacija u sportskim aktivnostima može značiti i povećani rizik od nastanka ozljeda. Također, istraživanja pokazuju da su adolescenti koji se bave natjecateljski sportom u korelaciji s povećanim rizikom od nastanka ozljeda (3). Navedena tvrdnja potkrijepljena je činjenicom, da je veći postotak ozljeda prisutan u kontaktnim sportovima. Jedan od mnogih aktualnih sportova u kojemu je kontakt zamijećen je i momčadski sport, košarka (4). U ovom slučaju, pod dodirrom se smatra blokiranje, građenje, guranje, što može dovesti do povećanja broja ozljeda. Rizik od nastanka i vrsta ozljede ovisi o tome sudjeluju li na treningu ili natjecanju, razini natjecanja, segmentu sezone (predsezona, redovna sezona, postsezona), aktivnosti (npr. skakanje, trčanje, itd.) i igračkoj poziciji (npr. organizator igre, centar, bek šuter, itd.) (4,5).

Prema definiciji, sportske ozljede su sve one ozljede koje su nastale tijekom sportskih aktivnosti ili vježbanja, a najčešći uzrok je mehanički (4). Posljednje istraživanje, Nacionalne sveučilišne atletske udruge (National Collegiate Athletics Association, NCAA), pokazalo je da su većina ozljeda bila uganuća, istegnuća i upalna stanja. Također, podaci pokazuju da su najčešće ozljede donjih ekstremiteta mladih košarkašica, ozljeda gležnja koje čine 19% od svih zabilježenih ozljeda i ozljede koljena koje čine 17.3% ukupnih ozljeda. Najbrojnije ozljede gležnja su distorzije (istegnuće lateralnog ligamentarnog kompleksa), a ozljede prednjeg križnog ligamenta (ACL-a), meniskusa i medijalnog kolateralnog ligamenta su najbrojnije u kategoriji ozljeda koljena. Nadalje, otprilike 33% svih ozljeda, je posljedica kontakta igrača, od čega je veći postotak nastao na natjecanju, a manji na treningu. Također, 23% svih ozljeda je nastalo beskontaktno, od čega je veći postotak nastao na treninzima, nego na natjecanjima (5).

Mlade košarkašice su izložene povećanom riziku od ozljeda donjih ekstremiteta. Osim što je taj rizik povećan zbog rasta, razvoja, nezrelog neuromuskularnog sustava i nedostatka mišićne snage, fizička spremnost i smanjena stabilnost (senzomotorni nedostatak) donjih ekstremiteta povećavaju mogućnost nastanka ili ponavljanje ozljede (6,7). Također, pretpostavka je da funkcionalna i/ili mehanička nestabilnost zglobova, odnosno oštećenje

senzornih receptora ligamenta može izazvati poremećaj u ravnoteži i stabilnosti. U košarci, zbog specifičnosti kretnji, bitna je dobro razvijena dinamička ravnoteža. Održavanje statičke ravnoteže je kada pojedinac zadrži položaj, uz minimalne kretnje tijela unutar stabilne baze oslonca. Baza oslonca je područje ograničeno dijelovima tijela koji su u dodiru s potpornom površinom. Dinamičku ravnotežu je moguće održavati bez narušavanja baze oslonca, to jest ona je sposobnost održavanja stabilnog središta mase tijela. Središte mase tijela je točka oko koje je tjelesna masa ravnomjerno raspoređena tijekom pokreta (7,8).

Postoje različite metode za procjenu dinamičke stabilnosti te se Y – Balance test (YBT) smatra učinkovitim za procjenu iste i neuromuskularne kontrole (9). Pouzdanost, učinkovitost i valjanost Y – Balance testa su u svome istraživanju potvrdili Plisky i sur. (6,10). Mjerenjem maksimalnog doseg u tri različita smjera (anteriorni, postmedijalni i postlateralni) procjenjuje se sposobnost ispitanika da održi ravnotežu na jednoj nozi (mjerenje svake noge je zasebno) (6,11). Današnji programi prevencije ozljeda razlikuju se ovisno o cilju i vremenskom provođenju. Provedena istraživanja potvrđuju da programi prevencije ozljeda (neuromuskularni trening, trening stabilnosti, proprioceptivni trening) smanjuju mogućnost ozljeda donjih ekstremiteta kod sportaša. Nadalje, iako je primarni cilj takvog programa prevencija, njegova posljedica može biti poboljšanje stabilnosti (12,13). Benis i sur. te Ondra i sur. su u istraživanjima dobili su podatke kako neuromuskularni trening povećava svijest o položaju zglobova i poboljšava posturalnu kontrolu (14,15).

S obzirom na značajnu učestalost ozljeda donjih ekstremiteta te nedovoljan fokus na razvoj dinamičke stabilnosti kod sportaša, cilj ovoga istraživanja je provjeriti povezanost programa treninga prevencije ozljeda sa stabilnosti donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica. Također, ovim se istraživanjem nastoji usporediti poboljšanje stabilnosti putem Y – Balance testa kod mladih košarkašica koje su prethodno bile ozlijeđene i košarkašica koje prethodno nisu imale ozljede donjih ekstremiteta.

## **1.1.BIOMEHANIKA DONJIH EKSTREMITETA**

### *1.1.1. Biomehanika koljena*

Koljeni zglob (*articulatio genus*) je najsloženiji i najveći zglob u tijelu čovjeka, a sastoji se od tri zglobna tijela: kondili femura (*condyli femoris*) - konveksno zglobno tijelo, kondili tibije (*condyli tibiae*) - konkavno zglobno tijelo i iver (*patella*). Za mehaniku, stabilnost i

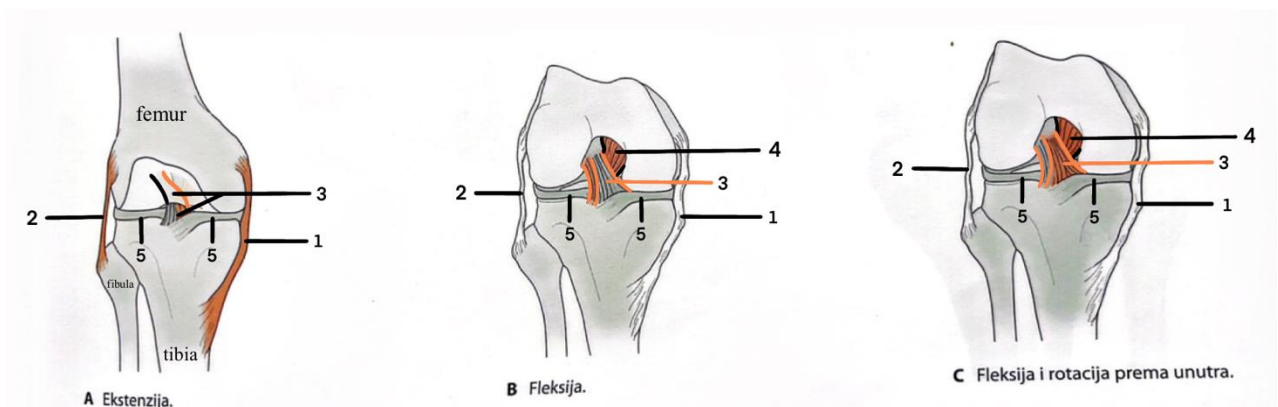
kongruenstnost koljenog zgloba izrazito su bitni lateralni i medijalni meniskus, kolateralne (*lig. collaterale mediale et laterale*) i ukrižene (*lig. cruciatum anterius et posterius*) ligamentarne sveze. Gledano mehanički, zglob je sastavljen od kutnog i rotacijskog zgloba - trochogynglimus, zbog čega postoje dvije osi rotacije: transversalna i uzdužna. Oko transversalne osovine se izvode fleksija (pregibanje) i ekstenzija (opružanje) potkoljenice, dok se oko uzdužne osovine izvode pokreti rotacije potkoljenice prema van (supinacija) i prema unutra (pronacija). Promatrajući koljeno primjećujemo da zglobne ploštine na kondilima femura imaju veću duljinu od onih na kondilima tibije, zbog čega kondili femura prilikom fleksije koljena kližu prema naprijed i valjaju se prema natrag, dok je kod ekstenzije suprotno. U koljenom se zglobu, istodobno s početnom fleksijom događa i takozvana početna rotacija - pronacija tibije u malenom opsegu. Ukoliko tijekom fleksije koljena stojimo, događa se supinacija femura jer pronaciju tibije sprječava stopalo koje se opire na podlogu (16).

Aktivna ekstenzija koljena, do zglobnog položaja koji se naziva „zakočeno“ koljeno, moguća je do 0°, a pasivno se hiperekstenzija može izvesti do 5°. Aktivna fleksija je moguća od 0° do 120° ili 135° (ovisi masi mišića potkoljenice i stražnje strane natkoljenice), dok je pasivna fleksija koljenog zgloba izvediva do 160°. Nadalje kada je koljeno u fleksiji od 90°, to jest „otkočeno“ i kada su mu određene sveze olabavljene moguće su kretnje vanjske rotacije do 40° i unutarnje rotacije do 10° (Tablica 1) (16).

**Tablica 1.** Opseg kretnji u koljenom zglobu

Aktivna ekstenzija koljena	0°
Pasivna hiperekstenzija koljena	5°
Aktivna fleksija koljena	0°-120°/135°
Pasivna fleksija koljena	160°
Vanjska rotacija koljena (supinacija)	40°
Unutarnja rotacija koljena (pronacija)	10°

- (A) Prilikom ekstenzije koljena meniskusi se pomiču prema naprijed, a u krajnjem položaju ekstenzije, bez kretnje, zategnuti su *lig. collaterale mediale* (1) et *laterale* (2) i *lig. cruciatum anterius* (3). Također, tijekom ovog pokreta istodobno nastaje i blago razdvajanje *lig. cruciatum anterius* (3) et *posterius* (4). Zbog napetosti većine zglobnih veza ovakav se zglobni položaj naziva „zakočeno“ koljeno (Slika 1).
- (B) Kada se izvodi fleksija koljena gotovo se sve zglobne sveze olabave te kažemo za koljeno da je „otkočeno“. Prilikom fleksije meniskusi se pomiču prema natrag. U ovakvom položaju koljena u kontaktu su posteriorni dijelovi kondila femura, prednji dio površina na kondilima tibije te njihovu kongruentnost upotpunjuju stražnji rogovi meniska. Zbog mlohavosti ligamenata omogućene su kretnje vanjske i unutarnje rotacije.
- (C) Osim što se tijekom fleksije i ekstenzije događaju pridružene rotacije koljena, moguće su i one samostalne. U tom slučaju rotacija prema unutra je manja, nego vanjska rotacija, a obje ih ograničava zatezanje kolateralnih ligamenata. „Kada je tibija rotirana prema van, medijalni meniskus i medijalni kondil femura leže na stražnjem dijelu, a lateralni meniskus i lateralni kondil femura na prednjem dijelu odgovarajućeg kondila tibije.“ (Križan, 1997.) Prilikom pronacije lateralni menisk se nalazi straga, a kada je riječ o supinaciji onda je medijalni menisk na stražnjoj strani (16).



**Slika 1.** Ligamenti tijekom pokreta koljena

(Preuzeto iz: Gilroy AM, MacPherson BR, Ross LM. ANATOMSKI ATLAS S LATINSKIM NAZIVLJEM. Katavić V, Marić I, Vilović K, urednici. Zagreb: MEDICINSKA NAKLADA; 2011. 389 str. )

### 1.1.2. Biomehanika gornjeg i donjeg nožnog zgloba

U području stopala nalazi se veći broj zglobova (*articulationes pedis*) koji djeluju kao funkcionalna cjelina te su zaslužni za složenu mehaniku kretanja stopala. S potkoljenicom, odnosno s tibijom i fibulom se uzglobljuje talus i čini gornji nožni zglob - *articulatio talocruralis*. Talus se s druge strane uzglobljuje s petnom i čunastom kosti stvarajući funkcionalno jednu cjelinu - donji nožni zglob ili *art. subtalaris* i *art. talocalcaneonavicularis* (17).

Gornji nožni zglob (*articulatio talocruralis*) je spoj potkoljenice i stopala u kojemu se uzglobljuju: konkavno zglobno tijelo koje ima tri ploštine, dvije na tibiji (*facies articularis inferior et malleoli*) i jedna na fibuli (*facies articularis malleoli*) te konveksno zglobno tijelo koje čine tri ploštine na talusu (gornja, medijalna i lateralna) - *trochela tali*. Za mehaniku i stabilnost samog zgloba bitne su sve sveze nožnog zgloba od kojih kolaterale veze djelomično pripadaju samo gornjem ali i gornjem i donjem nožnom zglobu (*lig. collaterale laterale* - *lig. talofibulare anterius et posterius* i *lig. calcaneofibulare*, *lig. collaterale mediale* - *lig. deltoideum* (*pars tibiotalaris anterior et posterior*, *pars tibionavicularis* i *pars tibiocalcanea*) te *syndesmosis tibiofibularis* - *lig. tibiofibulare anterius et posterius*). Gledano mehanički i fiziološki, gornji nožni zglob je kutni zglob - *gynghimus*, zbog čega postoji jedna transverzalna os gibanja i prolazi kroz medijalni i lateralni gležanj. Oko transverzalne osovine se izvode dorzifleksija (fleksija) i plantarna fleksija (ekstenzija) stopala (Slika 2). „Kod fleksije se kut između hrpta stopala i prednje strane potkoljenice se smanjuje, a prsti se pomiču prema gore. Kad je stopalo flektirano, između maleola se nalazi prednji dio trohleje tali koji je širi. Distalni krajevi potkoljeničnih kostiju pri tome se nešto razmaknu, tibiofibularna sindesmoza jače napne, a talus je čvršće uklješten između gležnjeva. Ukratko, spoj stopala s potkoljenicom je bolje učvršćen.“ (Križan, 1997.) Kod ekstenzije se događa suprotno, prilikom čega dolazi do povećanja kuta, kretanje prstiju prema dolje te u krajnjem položaju ekstenzije između maleola se nalazi uži dio trohleje tali. Aktivna dorzalna fleksija stopala se može izvesti do 20°, a plantarna fleksija je moguća do 50°(17).

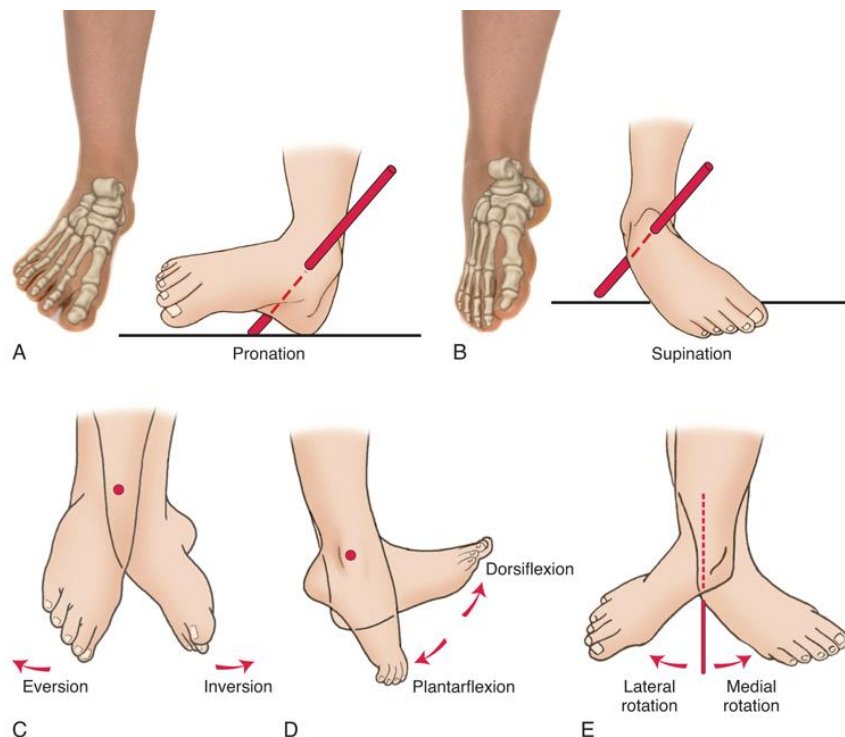
Donji nožni zglob je funkcionalna cjelina anatomski sačinjena od dva zgloba - *art. subtalaris* i *art. talocalcaneonaviculari* koji mehanički djeluju kao jedan. *Art. subtalaris* je spoj konkavne zglobne ploštine na talusu (*facies articularis calcanea posterior*) i konveksne zglobne ploštine na petnoj kosti (*facies articularis talaris posterior*). Konkavitet ploštine i



njezin promjer pruža se koso od medijalno prema lateralno i naprijed, dok konveksno zglobno tijelo ima analogan oblik, položaj i zakrivljenost (17). Osim već spomenutih sveza, ovaj zglob je pojačan sa *lig. talocalcaneum mediale et laterale* te *lig. talocalcaneum interosseum*. *Art. talocalcaneonavicularis* je uzglobljenje tri konveksne zglobne ploštine na talusu, dvije konkavne zglobne ploštine na petnoj i jedna na čunastoj kosti. *Facies articularis calcanea media i anterior* su konveksne ploštine koje gledaju prema dolje i ravne su te *facies articularis navicularis* koja gleda prema naprijed i ispupčena je. Konkavitet ovog zgloba čine dvije ravne zglobne ploštine na petnoj kosti, *facies articularis talaris media i anterior* te treća posebice konkavna ploština na čunastoj kosti. Stabilnost ovoga zgloba dodatno je osigurana vezama *lig. calcaneonaviculare plantare* i *lig. talonaviculare*. Navedene artikulacije imaju zajedničku os gibanja koja se pruža koso od naprijed, medijalno i gore prema natrag, lateralno i dolje, a prolazi kroz gornju stranu vrata talusa i lateralnu površinu petne kosti. Oko sagitalne osi izvode se kretnje supinacije i pronacije, prilikom čega kod supinacije stopala se medijalni rub stopala odiže od podloge, a kod pronacije se spušta (Slika 2). Stvarne kretnje u donjem nožnom zglobu su: supinacija u kombinaciji s plantarnom fleksijom (ekstenzijom) i adukcijom stopala te pronacija u kombinaciji s dorzifleksijom i abdukcijom stopala. Aktivan pokret inverzije stopala iznosi 25° do 35°, a everzija je moguća u rasponu 5° do 15° (Tablica 2) (17).

**Tablica 2.** Opseg kretnji u gornjem i donjem nožnom zglobu

Dorzifleksija stopala	20°
Plantarna fleksija stopala	50°
Inverzija stopala	25° - 35°
Everzija stopala	5° - 15°



**Slika 2.** Pokreti stopala i gležnja

(Preuzeto sa: <https://www.pinterest.com/pin/357965870388640870/> )

## 1.2.OZLJEDE U KOŠARCI

### 1.2.1. Vrsta i učestalost ozljeda u košarci

Košarka je dinamičan sport, visokog intenziteta, koji zahtjeva značajniju razinu kretanja donjih ekstremiteta te učestale promjene smjera. Taylor i sur. su u istraživanju naveli da su osnovne kretnje u košarci: pravocrtno trčanje, pokreti u ne sagitalnoj ravnini (bočne kretnje, ubrzanja i usporavanja) te vertikalne kretnje tijekom šutiranja, obrane ili napada (skokovi i doskoci) (18). To je sport koji od igrača zahtjeva dobro razvijene aerobne, anaerobne i motoričke sposobnosti (19). S obzirom na pravila košarke, postoje različita mišljenja je li košarka beskontaktni, kontaktni ili sport s limitiranim kontaktom. U ovom slučaju, pod kontaktom se smatra blokiranje, građenje, guranje, što može dovesti do povećanja broja ozljeda (20). Rizik od nastanka i vrsta ozljede ovisi o tome sudjeluju li igrači na treningu ili natjecanju, razini natjecanja, segmentu sezone (predsezona, redovna sezona, postsezona), aktivnosti (npr. skakanje, trčanje, itd.) i igračkoj poziciji (npr. organizator igre, centar, bek šuter, itd.) (20,21). Nadalje, razlikuju se tri mehanizma ozljeda u košarci: beskontaktni, kontakt s drugom površinom (npr. lopta ili teren) i kontakt s drugim igračem (22). U istraživanju Nacionalne

sveučilišne atletske udruge (National Collegiate Athletics Association, NCAA), zabilježeno je da je otprilike 33% svih ozljeda posljedica kontakta, od čega je veći postotak nastao na natjecanju, a manji na treningu. Također, 23% svih ozljeda je nastalo beskontaktno, od čega je veći postotak nastao na treninzima, nego na natjecanjima. Beskontaktnoj vrsti ozljeda pripadaju: ozljede prilikom doskoka, ozljede prilikom kretnje po terenu i okretanje oko noge na kojoj je oslonac s loptom ili bez nje (pivotiranje) (18,21).

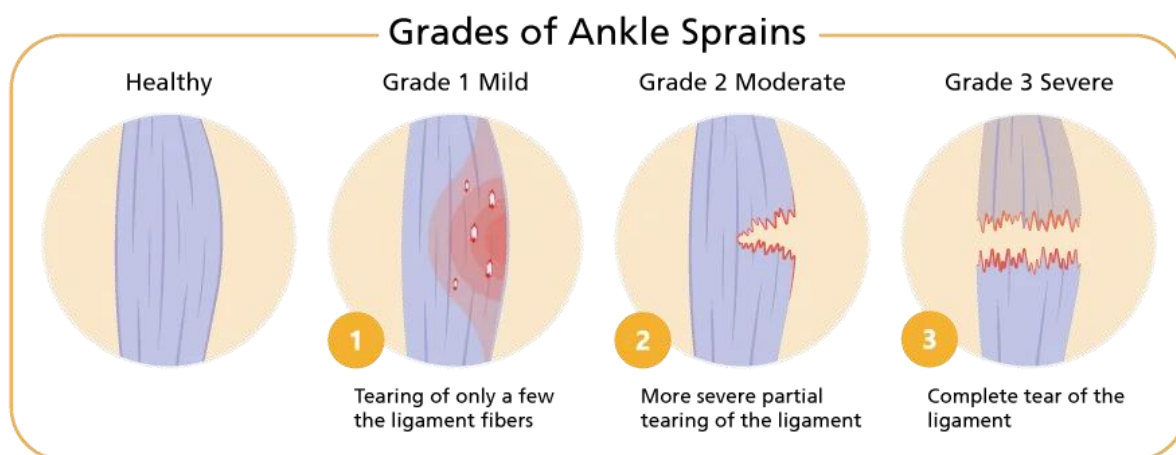
Posljednje istraživanje NCAA iz 2021. g., pokazalo je da su većina ozljeda bila uganuća, istegnuća i upalna stanja. Također, podatci pokazuju da su najčešće ozljede donjih ekstremiteta mladih košarkašica, ozljeda gležnja koje čine 19% od svih zabilježenih ozljeda i ozljede koljena koje čine 17.3% ukupnih ozljeda. Najbrojnije ozljede gležnja su distorzije (istegnuće lateralnog ligamentarnog kompleksa), a ozljede prednjeg križnog ligamenta (ACL-a), meniskusa i medijalnog kolateralnog ligamenta su najbrojnije u kategoriji ozljeda koljena (21).

### *1.2.2. Biomehanika i mehanika najčešćih ozljeda donjih ekstremiteta*

Zbog dinamičnosti igre, odnosno brzih i naglih promjena kretnji, u košarci su najučestalije ozljede donjih ekstremiteta među kojima se najviše ponavljaju: distorzija gležnja i puknuće prednjeg križnog ligamenta (*lig. cruciatum anterius*; engl. *anterior cruciate ligament*, ACL) (18,19). Također, ispitanice koje su sudjelovale u istraživanju su pretrpjele jednu od navedenih ozljeda.

#### *1.2.2.1. Mehanizam nastanka distorzije gležnja*

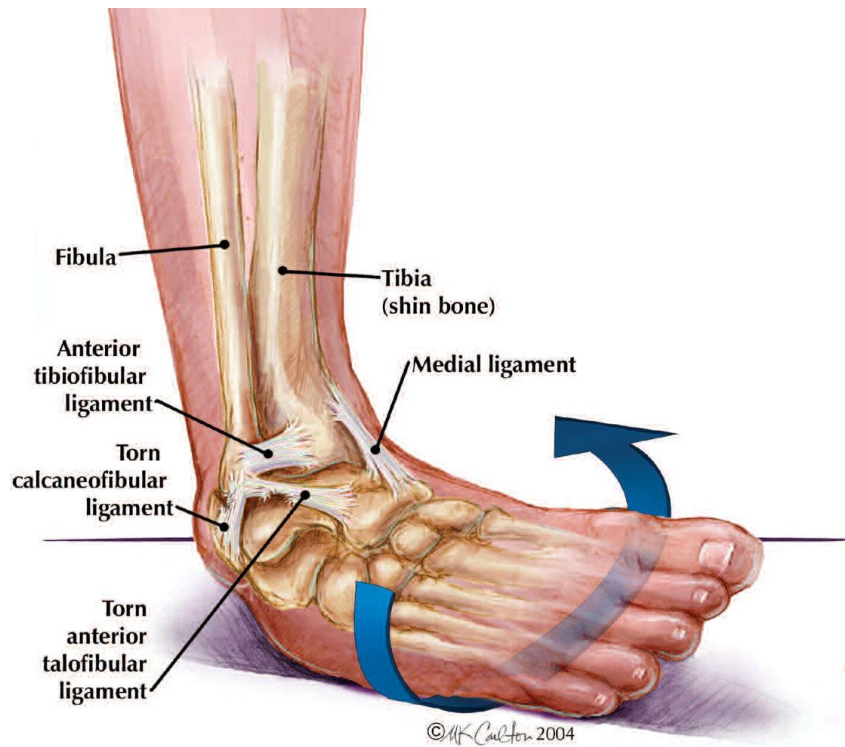
Distorzija ili uganuće gležnja je najbrojnija ozljeda u sportu općenito. Prema dosadašnjim istraživanjima ozljeda gležnja je u najvećem postotku zabilježena u košarci (18,23). Ozljede uganuća gležnja mogu uzrokovati kratkoročne ili dugoročne/kronične probleme, a navedene ozljede možemo klasificirati po stupnjevima. Shodno tome razlikujemo 3 stupnja : 1. stupanj - istegnuće ligamenta, 2. stupanj - parcijalna ruptura ligamenta i 3. stupanj - potpuni prekid ligamenta, ruptura i gubitak funkcije istog (Slika 3) (24,25). Distorzija gležnja puno je češća nego iščašenje (*luxatio*), nagnječenje (*contusio*) i/ili prijelom (*fractura*) gležnja. Kod navedenih kompleksnijih ozljeda potrebna je puno jača sila djelovanja na zglob u odnosu na onu koja uzrokuje uganuće gležnja (Slika 4) (25).



**Slika 3.** Klasifikacija distorzije gležnja - 3 stupnja ozljede

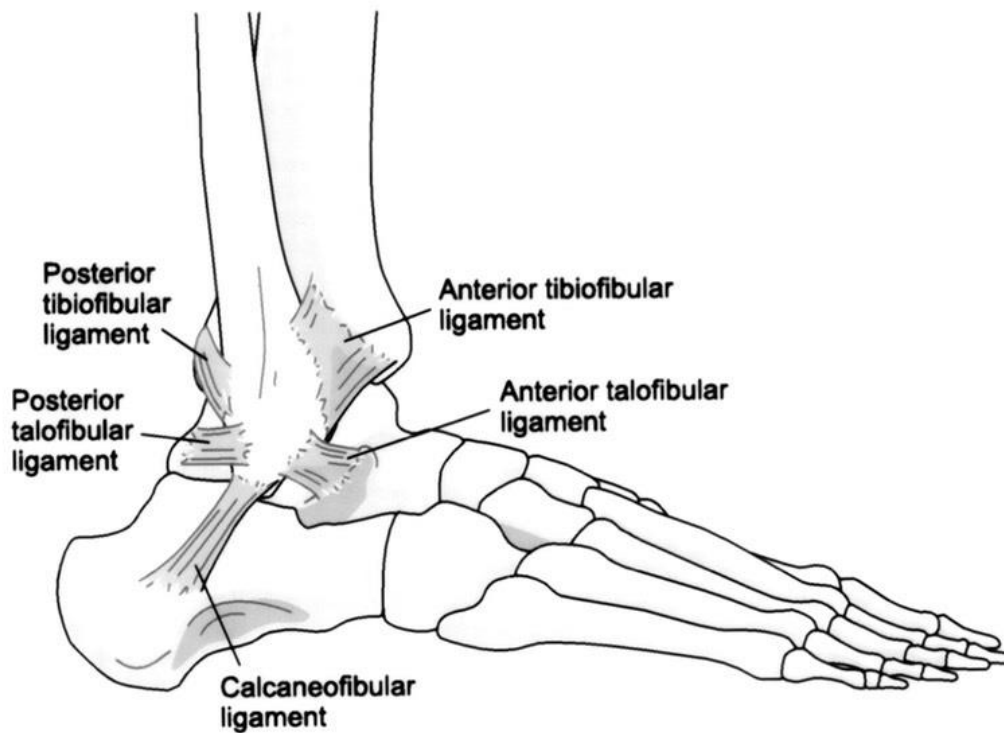
(Preuzeto sa: <https://sterosport.co.uk/how-to-treat-a-sprained-ankle/> )

Zbog ponavljajućih skokova i doskoka te naglih promjena smjera, u košarci je najučestalija lateralna distorzija gležnja (ozljeda lateralnih sveza gležnja). Navedena ozljeda može nastati prilikom kontakta ili beskontaktno, a mehanizam ozljede sadrži više komponenti. Uobičajeno se događa prilikom iznenadne, nekontrolirane i brze inverzije stopala, u kombinaciji s povećanom razinom plantarne fleksije stopala. Nadalje, ako je uz navedeno prisutna povećana unutarnja rotacija dolazi do većeg napreznja *lig. talofibulare anterioris* i *lig. calcaneofibulare* ili ako nema unutarnje rotacije i gležanj je u neutralnoj fleksiji onda to rezultira izoliranim stresom na *lig. calcaneofibulare*. (Slika 4) (18,26). Iako se u više slučajeva događa izolirana ozljeda *lig. talofibulare anterioris*, ako se inverzija stopala nastavi, prvo dolazi do ozljede *lig. calcaneofibulare*, a djelovanjem još veće sile može doći i do pucanja najčvršće lateralne sveze gležnja - *lig. talofibulae posterioris* (Slika 5) (26). Zbog navedene distorzije gležnja posljedično dolazi do kronične nestabilnosti i poremećaja u ravnoteži prilikom stajanja ali i tijekom dinamičnih kretnji (11,27).



**Slika 4.** Mehanizam nastanka ozljede distorzije gležnja

(Preuzeto sa: <https://www.naplespodiatrist.com/blog/ankle-sprain-or-ankle-fracture/> )

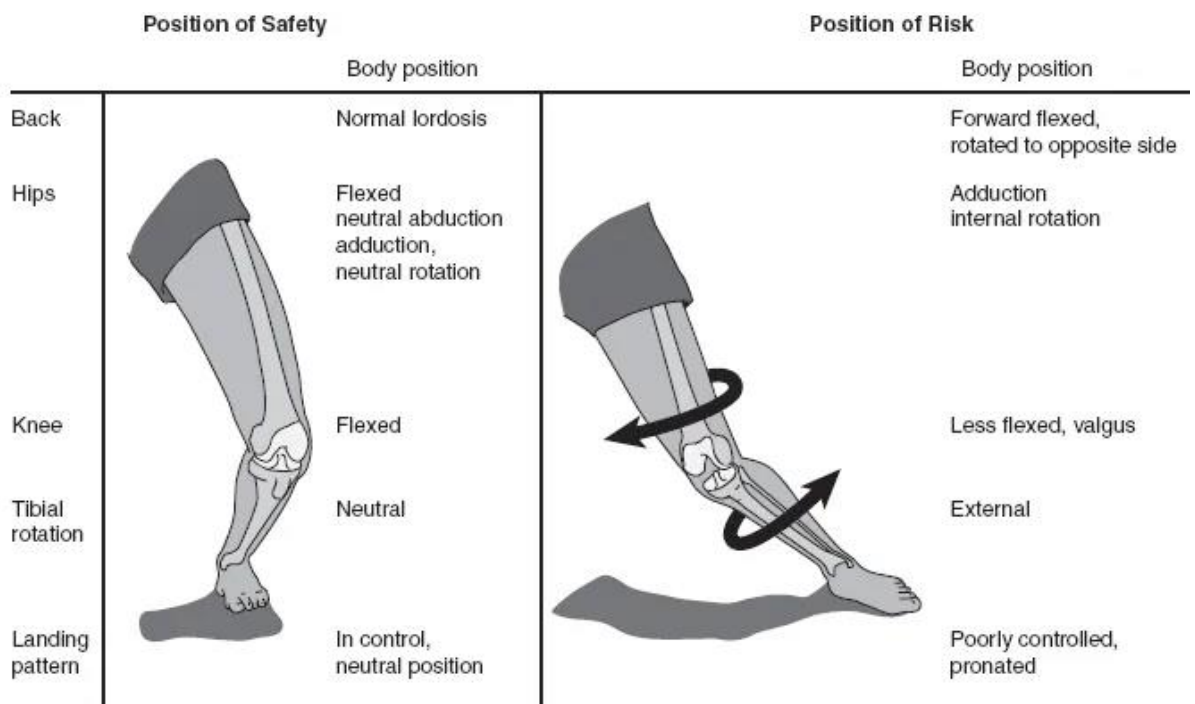


**Slika 5.** Prikaz lateralnih sveza gležnja koje su najčešće ozlijeđene

(Preuzeto sa: <https://yakimafootankle.com/foot-conditions/low-ankle-sprains/> )

### 1.2.2.2. Mehanizam nastanka ozljede prednjeg križnog ligamenta (ACL)

Ozljeda prednje ukrižene sveze (*lig. cruciatum anterius*, ACL) je, zajedno sa distorzijom gležnja, jedna od najčešćih ozljeda u košarci. Nastanak ozljede je multifaktorski (nastaje djelovanjem više čimbenika), a prema dosadašnjim podacima vodeći faktor ozljede koljena je spol. Istraživanja pokazuju da su sportašice dva do četiri puta podložnije ozljedama ACL -a nego sportaši (28). Nadalje, razlikujemo dva mehanizma nastanka ozljede ACL-a - kontakti i beskontaktni, a većina ih je povezana s beskontaktnim mehanizmom. Dosadašnja istraživanja potvrđuju da su prilikom ovakve ozljede, prisutne četiri komponente u određenoj izvedbi: koljeno opruženo ili u hiperekstenziji, koljeno u valgusu kao prilikom doskoka (savijeno prema unutra), trup lateroflektiran (nagnut bočno) te se većina tjelesne mase ili sva masa tijela nalazi na jednoj nozi (Slika 6). Najviše je zabilježenih ozljeda nastalo tijekom usporavanja u trčanju, doskoka, naglog zaustavljanja i/ili prilikom nagle promjene smjera (18,29–31).



**Slika 6.** Prikaz sigurnosne i rizične pozicije trupa i donjih ekstremiteta za ozljedu prednjeg križnog ligamenta

(Preuzeto sa: <https://musculoskeletalkey.com/traumatic-knee-injuries/> )

ACL je ligament koji je zaslužan za održavanje stabilnosti koljena u sagitalnoj, frontalnoj i horizontalnoj ravnini, a do ozljede dolazi kada je opterećenje prisutno u sve tri

ravnine. Shodno tome, kažemo da je mehanizam nastanka ozljede ACL - a multiplanaran te ga karakterizira prednja translacija tibije, valgus stres i/ili rotacija tibije. Osim što ACL služi za održavanje stabilnosti koljena, njegova primarna uloga je oduprijeti se prednjoj translaciji tibije u odnosu na femur. Tibijalnu translaciju uzrokuje snažna kontrakcija *m. quadricepsa femorisa*. Zbog takvog pojačanog djelovanja *m. quadricepsa femorisa*, kojemu se ne suprotstavlja djelovanje drugih mišića, prilikom zaustavljanja ili doskoka s koljenom u punoj ekstenziji ili smanjenoj fleksiji, kukom u ekstenziji te osloncem tjelesne mase na petu, dolazi do ozljede ACL-a. Prilikom navedenih aktivnosti, zbog pune ekstenzije ili smanjenog stupnja fleksije, smanjeno je djelovanje mišića hamstringsa koje se suprotstavljaju aktivnosti *m. quadricepsa femorisa* i prednjoj translaciji tibije. Navedena opterećenja koja djeluju na mehanizam ozljede česta su tijekom doskoka s koljenom u ekstenziji, okretanja s ekstenziranom koljenom i fiksiranim stopalom te prilikom promjene smjera. Nadalje, dinamički valgus donjih ekstremiteta, to jest koljena (eng. *position of no return*), smatra se kao visokorizični mehanizam za nastanak ozljede ACL - a. Ovaj obrazac kretanja kombinacija je adukcije i unutarnje rotacije kuka, abdukcije koljena (istovremeni valgus i vanjska rotacija koljena), prednju translaciju i vanjsku rotaciju tibije te everziju gležnja (Slika 7). Prilikom snažne hiperekstenzije koljena ili zbog izravnog udarca u koljeno dok je tibija fiksirana, dolazi do izolirane ozljede ACL - a. Tada su ostale strukture intaktne, a ozlijeđen je samo ACL (18,28–32). Složene ozljede, prilikom kojih dolazi do oštećenja i drugih struktura koljena, nastaju prilikom već spomenutog multiplanarnog mehanizma. Najčešće popratne ozljede su: ozljeda medijalnog kolateralnog ligamenta i medijalnog meniska. Zbog valgus aspekta multiplanarnog mehanizma ozljede ACL -a, najčešća je istodobna ozljeda medijalnog kolateralnog ligamenta (MCL) te se javlja u jednoj od pet ozljeda ACL - a. Ako se dogodi valgus koljena uz unutarnju rotaciju, narušava se medijalna stabilnost i dodatno anteroposteriorno te rotacijsko smicanje, dolazi do pucanja ACL - a uz rupturu MCL - a te se zbog takve ozljede dodatno povećava smicanje i uzrokuje oštećenje medijalnog meniska. Prema dosadašnjim podacima ozljeda medijalnog meniska prisutna je u 18% do 54% ozljeda ACL - a. Navedena složena ozljeda ACL - a, MCL - a i medijalnog meniska poznata je kao „zlokobni trijas“ (eng. *unhappy triad*). Nakon navedene ozljede posljedično dolazi do nestabilnosti zgloba, smanjenje mišićne snage te narušavanja ravnoteže i dinamičke stabilnosti. Ravnotežu je teže održati zbog smanjene aktivacije mišića te zbog nedostatka percepcije o položaju zgloba (32–34).



**Slika 7.** Prikaz dinamičkog valgusa koljena (lijevo) i pravilne pozicije koljena (desno) prilikom doskoka kod košarkašica

(Preuzeto sa: <https://cloudflare-ipfs.com/ipfs/bafykbzacec2fe5ju7zghofigrskungln2yo3fy6kpm7zsofdhdw6uwmvnmwqjg?file=ame=Lior%20Laver%2C%20Baris%20Kocaoglu%2C%20Brian%20Cole%2C%20Amelia%20J.%20H.%20Arundale%2C%20Jeffrey%20Bytomski%2C%20Annunziato%20Amendola%20-%20Basketball%20Sports%20Medicine%20and%20Science-Springer%20%282020%29.pdf> )

### **1.3.RAVNOTEŽA, PROPRIOCEPCIJA I KINESTEZIJA**

Kao i uvijek od sportaša se očekuje optimalna razina pripremljenosti, kako bi bili spremni za aktivnosti tijekom treninga i natjecanja te kako bi se prevenirale ozljede. Shodno tome od važnosti su neuromuskularna kontrola te ravnoteža i stabilnost.

Neuromuskularna kontrola smatra se važnim čimbenikom motoričkih sposobnosti. Definira se kao složeni proces koordinacije između živčanog sustava i mišića koji zatim omogućuje precizno izvođenje pokreta, to jest odnosi se na sposobnost živčanog sustava da koordinira i regulira mišićne kontrakcije. Pod neuromuskularnom kontrolom se nalaze statička i dinamička ravnoteža, a samim time i stabilnost. Ravnoteža i stabilnost su usko povezani, ali



različiti pojmovi. Ravnoteža je sposobnost kontrole tijela samo pod utjecajem gravitacije, dok je stabilnost sposobnost kontrole jakosti i snage, odnosno sposobnost tijela da se vrati u željeni položaj nakon djelovanja neke druge sile, to jest nakon narušavanja ravnoteže (unutarnje ili vanjske; npr. promjena smjera ili doskok). Nadalje, razlikujemo statičku i dinamičku ravnotežu. Održavanje statičke ravnoteže je kada pojedinac zadrži položaj, uz minimalne kretnje tijela unutar stabilne baze oslonca. Baza oslonca je područje ograničeno dijelovima tijela koji su u dodiru s potpornom površinom. Dinamičku ravnotežu je moguće održavati bez narušavanja baze oslonca, to jest ona je sposobnost održavanja stabilnog središta mase tijela. Središte mase tijela je točka oko koje je tjelesna masa ravnomjerno raspoređena tijekom pokreta. Dinamička ravnoteža se također odnosi na održavanje balansa prilikom kretanja te ovisi o dinamičkoj posturalnoj stabilnosti tijela koja je pod neuromuskularnom kontrolom pomaka svih segmenata tijela koji doprinose kretnji (7,14,15,35).

Posturalnu kontrolu, ravnotežu i izvršenje pokreta regulira središnji živčani sustav (CNS) koji uključuje 3 glavna senzorna podsustava: vizualni, vestibularni i somatosenzorni. Vizualni sustav je primarni senzorni sustav koji prihvaća vidne podatke iz oka koje su neophodne tijekom pokreta kako bi se održala ravnoteža. Vestibularni sustav, u unutrašnjem uhu, zadužen je za informacije o položaju glave u odnosu na tijelo i okolinu te pokrete glave u odnosu na okolinu. S obzirom na to da vestibularni sustav slabo procjenjuje vrlo spore rotacijske kretnje, često će vizualni sustav kompenzirati disfunkciju vestibularnog sustava te će se tako održati ravnoteža. Na isti način će se osigurati ravnoteža ako dođe do oštećenja vestibularnog sustava. Somatosenzorni sustav je sustav senzornih receptora koji su smješteni u koži, mišićima (mišićno vreteno), tetivama (Golgijev tetivni aparat) i zglobovima. Putem navedenih receptora on prima impulse iz cijelog tijela te ako prepoznaje položaj i kretnje tijela te posturu u okolini (36,37). Kako bi osoba imala svjesni osjećaj za kretanje i položaj tijela bitni su propriocepcija (proprioceptori) i kinestezija (kinestetski receptori) (38).

Kirinec i sur. su u istraživanju naveli da je „propriocepcija važna za funkcionalnu i dinamičku stabilnost zgloba“. Također navode da se definira kao „sposobnost tijela da prenese informaciju o položaju nekog dijela tijela, analizira tu informaciju te svjesno ili nesvjesno odgovori na stimulaciju odgovarajućim pokretom“. Pomoću propriocepcije se evidentiraju informacije iz proprioceptora i vestibularnog organa, zatim se obrađuju u CNS - u i nakon čega se pretvaraju u prikladni odgovor u obliku pravilne kretnje, ubrzanja ili usporavanja i pozicioniranja tijela u prostoru. Navedeni odgovor se vraća nazad na periferiju (11,38).

Značajnu ulogu u održavanju ravnoteže tijela i kontrole pokreta imaju statička i dinamička (kinestezija) propriocepcija. Statička propriocepcija je kao osjećaj položaja

zglobova i tijela, dok je kinestezija svjesnost o pokretanju tijela. Odgovori na statičke i dinamičke podražaje rezultat su prikupljenih informacija od strane navedenih osjetila koja su osjetljiva na promjene vanjskih i unutarnjih sila te se nalaze u tetivama, mišićima i zglobovima (11,38,39). Kirinec i sur. u svom istraživanju objašnjavaju djelovanje propriocepcije na sljedeći način:

*„Primljene informacije receptori šalju u svjesne i podsvjesne dijelove središnjeg živčanog sustava. Proprioceptori imaju dvije vrste neurona: motoričke i senzoričke. Pri promjeni površine po kojoj osoba hoda (doskok na neravnu površinu, uzbrdica, nizbrdica), pri prvom kontaktu s podlogom podražiti će se proprioceptor. Informacija o položaju (npr. gležnja) poslat će se preko senzoričkog neurona sve do mozga gdje će se obraditi informacija o položaju gležnja. Ako dođe do promjene površine po kojoj osoba hoda, mozak šalje motoričku naredbu preko motoričkog neurona do gležnja kako bi se izvršila kontrakcija mišića i time spriječio prekomjeren pokret, uganuće i oštećenje gležnja te izbjegao gubitak ravnoteže. Tako proprioceptori pomažu u koordinaciji pokreta i štite zglob jer je omogućena konstantna svjesnost o položaju svakog dijela tijela.“ (11).*

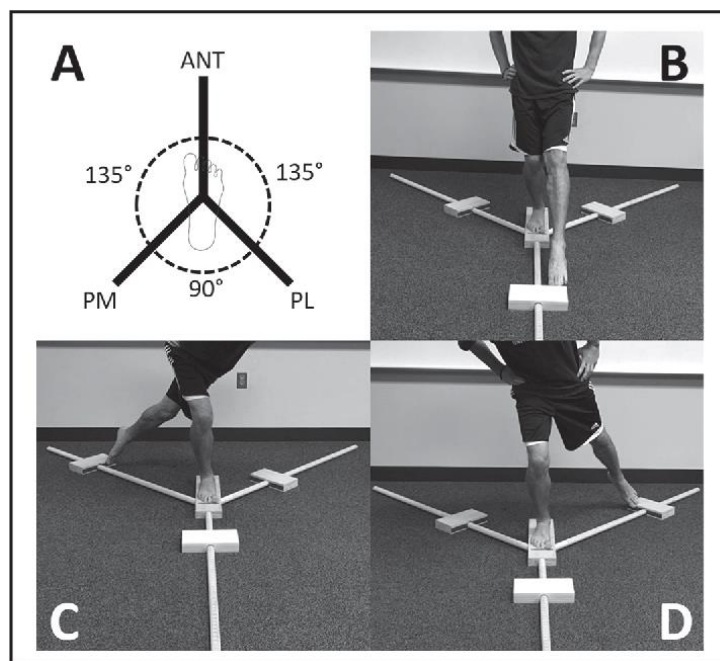
U receptore ubrajamo: Golgijev tetivni aparat, mišićna vretena, Pacinijeva tjelašca, Ruffinijeva tjelašca i slobodne završetke živaca. Proprioceptori koji se nalaze paralelno s mišićnim vlaknom u skeletnim mišićima su mišićna vretena. Njihova uloga je kontrola razine kontrakcije skeletnih mišića, odnosno odgovorni su za tonus mišića te djeluju kao obrambeni mehanizam. Mišićna vretena šalju informaciju o duljini mišića te se aktiviraju ako mišić naglo promijeni svoju duljinu i ako dođe do rizika od njegove rupture. Nadalje Golgijev tetivni organ je receptor koji se nalazi u tetivama mišića - jednim dijelom je pričvršćen za pojedinačne tetive malih snopova mišićnih vlakana, a drugim krajem se nastavlja mišićnom tetivom. Golgijev tetivni organ također djeluje kao zaštitni mehanizam te procjenjuje prekomjerno opterećenje mišića. Također djeluje u kontrolnom sustavu za mišićnu napetost. Porastom napetosti u mišiću, sam mišić u tom trenutku povuče tetivu zbog čega se stimulira Golgijev tetivni organ (38,39).

Nadalje, od važnosti su i mehanoreceptori, to jest senzorni receptori koji se nalaze u koži ali pronalazimo ih i u ligamentima. Njihova primarna uloga je registrirati mehaničke promjene ili deformacije u tkivima ali služe i za prijenos informacija o položajima zglobova. Shodno tome, osobe koje su imale ponavljajuće ozljede imaju i smanjen proprioceptivni osjet. Mehanoreceptori u ligamentima primarno potiču proprioceptivne informacije te zbog toga kada dođe do ozljede ligamenata (npr. lateralni ligamenti gležnja ili ACL) nakon određenog vremena

liječenja, napetost ligamenata se smanji za određeni kut pokreta. Nakon takve traume i stanja, mehanoreceptori će krivo procijeniti stupanj određenog kuta pokreta. Kada se smanji proprioceptivni osjet u zglobu, odgađa se mišićna aktivacija što posljedično dovodi do neuspjelog pravovremenog i pravilnog zauzimanja položaja i izvedbe pokreta. Navedeno može dodatno rezultirati nesigurnošću osobe u izvođenju pokreta, to jest nestabilnosti zgloba (11,38).

#### 1.4. Y - BALANCE TEST

Y - Balance test (YBT) je klinički pouzdan i jednostavan test koji je nastao kao modifikacija SEBT testa (eng. *Star Excursion Balance Test*). Izvođenjem ovog testa, mjeri se dinamička stabilnost ispitanika procjenom maksimalnog doseg u 3 smjera, anteriornom, posteromedijalnom i posterolateralnom. Od sudionika se zahtjeva stabilnost, ravnoteža, neuromuskularna kontrola, proprioceptivna sposobnost, snaga, fleksibilnost i opseg pokreta (9,14).



**Slika 8.** Y - Balance test

(Dostupno na: <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-RELIABILITY-OF-THE-STAR-EXCURSION-BALANCE-TEST-Powden-Dodds/463feed76552ea70a5ef95c96e6897d7a348e5c2> Pristupljeno: )

Y - Balance test se, kao funkcionalni test dinamičke ravnoteže, koristi i za procjenu rizika od nastanka ili ponavljanja ozljede donjih ekstremiteta, razumijevanje potencijalnih nedostataka sportaša nakon ozljede i praćenje napretka rehabilitacije (9,14). Plisky i sur. su

dokazali da je YBT pouzdan i funkcionalan test za procjenu dinamičke ravnoteže i stabilnosti kod sportaša (10). Nadalje, YBT je pouzdan i za procjenu dinamičke ravnoteže i stabilnosti kod mladih sportašica kao što navode Greenberg i sur. (6). Dinamička ravnoteža je sposobnost održavanja stabilnog središta mase tijela tijekom pokreta. Upravo zbog toga se YBT smatra klinički primjenjivim za procjenu stabilnosti donjih ekstremiteta, pokretljivosti i neuromuskularne kontrole (7). Iako su Plisky i sur. naveli da je modificirani SEBT test, to jest Y - Balance test, valjan pokazatelj procjene rizika od ozljeda kod sportaša, Lai i sur. su ustvrdili da test nije pouzdan za procjenu rizika od nastanka ozljeda (10,40,41).

## **2. CILJEVI I HIPOTEZE**

Glavni je cilj ovoga istraživanja odrediti učinak programa treninga za prevenciju ozljeda na stabilnost donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica. Uz glavni cilj istraživanja definiran je još jedan cilj. Specifičan cilj je usporediti stabilnosti (pomoću YBT - a) donjih ekstremiteta kod košarkašica koje su ozlijeđene i košarkašica koje nisu ozlijeđene.

Na temelju navedenih ciljeva, definirane su sljedeće hipoteze:

H1: Program treninga za prevenciju ozljeda poboljšava stabilnost donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica.

H2: Mlade košarkašice koje su ozlijeđene imaju bolju stabilnost donjih ekstremiteta nego mlade neozlijeđene košarkašice.

### **3. ISPITANICI (MATERIJALI) I METODE**

#### *3.1. Ispitanici/materijali*

Ispitanice koje će sudjelovati u istraživanju su članice ženskog košarkaškog kluba Arx Crikvenica u Crikvenici. Sve ispitanice su aktivne natjecateljice u dobi od 14 do 23 godine s jednakim brojem sati tjednog trenažnog procesa i rasporedom utakmica tijekom sezone. Očekivani ukupni broj ispitanica je 16, od čega je 8 ispitanica u posljednjih šest mjeseci imalo ozljede donjih ekstremiteta koje su utjecale na njihovu izvedbu i prisutnost treningu.

Kriteriji isključenja ispitanika iz istraživanja jesu: košarkašice starije od osamnaest godina i svježje ozljede. Metoda uzorkovanja je prigodni uzorak.

#### *3.2. Postupak i instrumentarij*

Prilikom istraživanja zabilježeni su sljedeći podaci ispitanika: dob, visina, masa, povijest ozljeda, dužina ekstremiteta i rezultati izvođenja Y - Balance testa. Prije izvođenja testa, izmjerena je dužina ekstremiteta pomoću centimetarske vrpce, od spine iliace anterior superior do medijalnog maleola, lijeve i desne noge.

Za procjenu dinamičke ravnoteže i stabilnosti ispitanica primijenjen je Y – Balance test. Ispitivanje je provedeno u osiguranom prostoru, na ravnoj i suhoj podlozi. Uz navedeno koristio se obrazac za bilježenje rezultata te tri trake za mjerenje, duljine 1 metar s mjerama u centimetrima, zalijepljene na podlogu. Trake za mjerenje su bile postavljene u anteriornom (A), postmedijalnom (PM) i postlateralnom (PL) smjeru. Trake u postmedijalnom i postlateralnom smjeru su bile postavljene pod kutom 135° u odnosu na anteriornu traku; oblik slova Y. Prilikom ovog testa procjenjuje se maksimalni doseg ispitanika u tri smjera, zasebno desne, pa lijeve noge. Prije mjerenja sve ispitanice su pogledale video koji prikazuje postupak pravilnog izvođenja testa, nakon čega je zadatak bio demonstriran. Kako ne bi došlo do pogrešnih rezultata ispitanice su dobile uputu da na testiranje dođu u laganoj sportskoj odjeći, a postupak se izvodio bosih nogu. Nadalje, ispitanice su dobile priliku pokušati napraviti test u svim smjerovima sa svakom nogom zasebno. Test je započet ispitivanjem lijeve noge, prilikom čega je ispitanica lijevom nogom stajala u sredini polja (križanje 3 smjera trake) dok je desnom nogom izvodila doseg u anteriornom smjeru što je dalje moguće. Nakon toga ispitanica je zamijenila nogu i ponovila doseg lijevom nogom u anteriornom smjeru. Isti redoslijed izvođenja proveden je u posteromedialnom i posterolateralnom smjeru, za obje noge. Prilikom testiranja ispitanice su postavile obje ruke na kukove te su pazile da prilikom izvođenja

maksimalnog dosega ne odignu petu fiksne noge od podloge. Ispitanice su imale 3 pokušaja da dosegnu maksimalnu udaljenost u sva 3 smjera. Nakon svakog dosega ispitanice su se morale vratiti u uspravan početni položaj. Ako su ispitanice: 1) prebacile težinu na nogu s kojom se izvodio doseg, 2) postavile nogu na pod izvan linije prilikom dosega, 3) podignule petu stajne noge ili 4) pomaknule stajnu nogu, rezultat dosega se bilježio kao neuspješan i postupak se izvodio ponovno. Bilježenjem mjerenja, u izračun se uvrstio najbolji maksimalni doseg u A, PM i PL smjeru. Nadalje, usporedila se razlika između maksimalnog dosega lijeve i desne noge u svim smjerovima. Ako je zabilježena asimetrija između rezultata desne i lijeve noge koja je veća od 4 cm, znači da postoji neuromotorni deficit te da je dinamička stabilnost narušena. Na kraju testa izračunao se kompozitni rezultat sportaša, a dobiva se dijeljenjem prosječne vrijednosti maksimalnog dosega s duljinom ekstremiteta te se pomnoži s brojem 100 kako bi rezultat bio u postocima. Kompozitni rezultat manji od 94% označava prisutnost neuromotornog deficita, što bi značilo i veća vjerojatnost ozljede u gležnju(9,42) .

Prvo mjerenje je provedeno jedan dan prije početka izvođenja planiranog preventivnog programa od ozljeda. Drugo mjerenje je provedeno nakon 49 dana aktivnosti, to jest nakon 6 tjedana, u kojemu su ispitanice trening izvodile 3 puta tjedno prije početka košarkaškog treninga.

U ovome istraživanju ispitanice su mlade košarkašice koje su aktivne članice ženskog košarkaškog kluba Arx Crikvenica u Crikvenici. Ispitanice su u periodu od 49 dana u svrhu istraživanja odrađivale program treninga za prevenciju ozljeda. Navedena aktivnost provodila se 3 puta tjedno u trajanju od 20 minuta. Prikupljanje podataka se odvijalo u dvorani Srednje škole dr. Antuna Barca u Crikvenici, primjena je bila individualna i cijela procedura po ispitanici je u prosjeku trajala 15 minuta.

Kvaliteta prikupljanja podataka osigurana je tako da je mjerenja isključivo provela autorica istraživanja, a uvjeti istraživanja su za sve ispitanice bili jednaki. Tijekom istraživanja moguća nije bilo problema s ispitanicama, kao što se odustajanje ili bol prilikom YBT - a ili izvođenja zadanog programa vježbanja. Također usmene upute su bile nadopunjene s video prikazom, demonstracijom i pismenim putem.

### 3.3. Program treninga za prevenciju ozljeda

Prije izvođenja YBT - a i programa treninga za prevenciju ozljeda ispitanice su provele zagrijavanje od 10 minuta te su napravile odgovarajuće vježbe dinamičkog istezanja i mobilnosti (Tablica 3).

**Tablica 3.** Vježbe dinamičkog istezanja i mobilnosti

1.	U ležećem položaju na leđima	Podizanje opružene noge	10 D - 10 L
2.		Opružanje noge u koljenu	
3.		Kruženje nogom u zglobu kuka prema van	5 D - 5 L
4.		Kruženje nogom u zglobu kuka prema unutra	
5.	Sjedeći	"90/90"	10 D - 10 L
6.	U iskoraku	Istezanje kvadricepsa u iskoraku	5 D - 5 L
7.		Rotacija trupa u iskoraku	10 D - 10 L
8.	U stojećem položaju	Zamasi nogom naprijed - natrag	
9.		Zamasi nogom u stranu	
10.		Povlačenje koljena prema prsima	5 D - 5 L
11.		Povlačenje pete prema prsima	
12.	Prebacivanje bočnih iskoraka	10 D - 10 L	
13.	U čučnju		Otvaranje kukova u dubokom čučnju

U ovom istraživanju se koristio program treninga za prevenciju ozljeda prema uzoru na istraživanje *Elite Female Basketball Players' Body-Weight Neuromuscular Training and Performance on the Y-Balance Test* iz 2016.g. koje su proveli Benis i sur. (Tablica 4). U navedenom istraživanju sudjelovalo je 29 zdravih, elitnih košarkašica koje su u periodu od 8 tjedana provodile program treninga za prevenciju ozljeda. Rezultati istraživanja su pokazali poboljšanje u izvođenju YBT - a i time dokazali da neuromuskularni trening s vlastitom tjelesnom težinom poboljšava posturalnu kontrolu i stabilnost donjih udova kod košarkašica. Program treninga za prevenciju ozljeda sadrži vježbe aktivacije trupa i snage te vježbe specifične za košarku (14). Također, Ondra i sur. su u svome istraživanju došli do zaključka da neuromuskularni i proprioceptivni trening imaju pozitivan učinak na posturalnu stabilnost



donjih ekstremiteta kod mladih košarkaša. U navedenom istraživanju spomenuta su i istraživanja koja su potvrdila da navedeni oblici treninga smanjuju rizik od nastajanja ozljeda donjih ekstremiteta (15). Nadalje, Paterno i sur. su potvrdili da neuromuskularni program u trajanju od šest tjedana smanjuje incidenciju ozljeda ACL - a te poboljšava ravnotežu i stabilnost mladih sportašica (43). De Blaiser i sur. su u preglednom istraživanju zaključili da postoje dokazi o povezanosti snage i stabilnosti trupa s rizikom od nastanka ozljeda donjih ekstremiteta, to jest da snaga i stabilnost trupa mogu djelovati na prevenciju ozljeda (44). Nadalje, Hodges i sur. su došli do spoznaje da je za dinamičku stabilnost cijelog kinetičkog lanca potrebna dobra koordinacija trupa u svim ravninama s mišićnom aktivacijom donjih ekstremiteta te da se ista može unaprijediti poboljšanjem stabilnosti trupa (45). Iz toga razloga važno je takav tip vježbi ukomponirati u program treninga za prevenciju ozljeda.

**Tablica 4.** Program treninga za prevenciju ozljeda - neuromuskularni program treninga sa vlastitom težinom

	<b>1. program vježbi</b> 1. i 2. tjedan	<b>2. program vježbi</b> 3. i 4. tjedan	<b>2. program vježbi</b> 5. i 6. tjedan
<b>1.</b>	<b>Upor na podlakticama</b>	<b>Upor na podlakticama sa odvajanjem nogu u zrak</b>	<b>Upor na podlakticama sa odvajanjem suprotne ruke i noge u zrak</b>
	30 sekundi	30 sekundi	30 sekundi
<b>2.</b>	<b>Bočni upor na podlaktici</b>	<b>Bočni upor na podlaktici sa odvajanjem noge u zrak</b>	<b>Bočni upor na podlaktici sa odvojenom rukom i nogom</b>
	30 sekundi	60 sekundi (30 sek D strana + 30 sek L strana)	60 sekundi (30 sek D strana + 30 sek L strana)
<b>3.</b>	<b>Jednonožni most (podizanje kukova) na lopaticama</b>	<b>Izdržaj u jednonožnom mostu na lopaticama</b>	<b>Eksplozivni jednonožni most na lopaticama</b>
	10 ponavljanja sa svakom nogom	30 sekundi (15 sek D noga + 15 sek L noga)	5 ponavljanja sa svakom nogom
<b>4.</b>	<b>Čučanj u iskoraku</b>	<b>Bugarski čučanj</b>	<b>Bugarski čučanj sa eksplozivnim skokom (koljeno na prsa)</b>
	10 ponavljanja sa svakom nogom		
<b>5.</b>	<b>Prednji iskorak</b>	<b>Stražnji iskorak</b>	<b>Dijagonalni iskorak</b>
	10 ponavljanja sa svakom nogom		
<b>6.</b>	<b>Podizanje na prste obje noge na povišenju</b>	<b>Jednonožno podizanje na prste na povišenju</b>	<b>Jednonožno podizanje na prste bez pauze na povišenju</b>
	10 ponavljanja	10 ponavljanja sa svakom nogom	10 ponavljanja sa svakom nogom
<b>7.</b>	<b>Trbušne kontrakcije</b>	<b>Trbušne kontrakcije sa rotacijom trupa</b>	<b>Trbušne kontrakcije - "Bicikla"</b>
	20 ponavljanja		
<b>8.</b>	<b>Bočni jednonožni skok sa kontroliranim doskokom</b>	<b>Bočni jednonožni skokovi bez zadržavanja doskoka</b>	<b>Sunožni skok u dalj - jednonožni doskok</b>
	5 ponavljanja sa svakom nogom		
<b>9.</b>	<b>Hiperekstenzija leđa u ležećem položaju na trbuhu - "Lednjaci"</b>	<b>Izdržaj u položaju hiperekstenzije leđa u ležećem položaju na trbuhu - "Superman"</b>	<b>Izdržaj u položaju hiperekstenzije leđa u ležećem položaju na trbuhu - "Superman"</b>
	10 ponavljanja	30 sekundi	
<b>10.</b>	<b>Skok u zrak sa kontroliranim doskokom (koljena na prsa)</b>	<b>Skok u zrak bez zadržavanja doskoka</b>	<b>Čučanj skok -jednonožni doskok</b>
	10 ponavljanja		

### *3.4. Statistička obrada podataka*

U istraživanju je bila mjerena stabilnost donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica prije i poslije višetjednog programa treninga za prevenciju ozljeda te su se usporedili rezultati mjerenja stabilnosti (prije i poslije programa treninga za prevenciju ozljeda) kod mladih košarkašica koje prethodno nisu bile ozlijeđene u odnosu na one koje jesu. Varijabla programa treninga za prevenciju ozljeda i varijabla prethodne ozljede donjih ekstremiteta su izražene na nominalnoj ljestvici. Varijabla stabilnost izražena je na omjernoj ljestvici. Kod ispitivanja zavisnosti između programa treninga za prevenciju ozljeda i stabilnosti donjih ekstremiteta, program treninga prevencije ozljeda predstavlja nezavisnu varijablu, a stabilnost donjih ekstremiteta predstavlja zavisnu varijablu. Kod ispitivanja zavisnosti prethodnih ozljeda kod mladih košarkašica i stabilnosti donjih ekstremiteta, stabilnost je i dalje zavisna varijabla dok prethodne ozljede predstavljaju nezavisnu varijablu.

Za testiranje prve hipoteze se koristio izračun Pearsonove korelacije, a za testiranje druge hipoteze se koristio t-test za zavisne male uzorke. Statistička značajnost za sve hipoteze smatrat će se na nivou  $P < 0,05$ .

Za statističku obradu podataka koristio se program GraphPad-Prism te su rezultati Y - Balance testa izračunati samostalno u programu Microsoft Office Excel. Radovi s kojim se usporedilo ovo istraživanje potiču s platformi: PubMed, SagePub Journals i Hrčak.

### *3.5. Etički aspekti istraživanja*

Prije početka istraživanja, sve ispitanice su bile upoznate s ciljem istraživanja i upotrebom njihovih podataka. Ispitanice su bile obaviještene da je istraživanje anonimno i da su njihovi podatci korišteni samo u svrhu samog istraživanja i završnog rada. Također, roditelji svih maloljetnih ispitanica i punoljetne ispitanice su morali potpisati informirani pristanak za sudjelovanje u istraživanju. Za provođenje istraživanja zatražila se suglasnost Etičkog povjerenstva za biomedicinska istraživanja Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci.

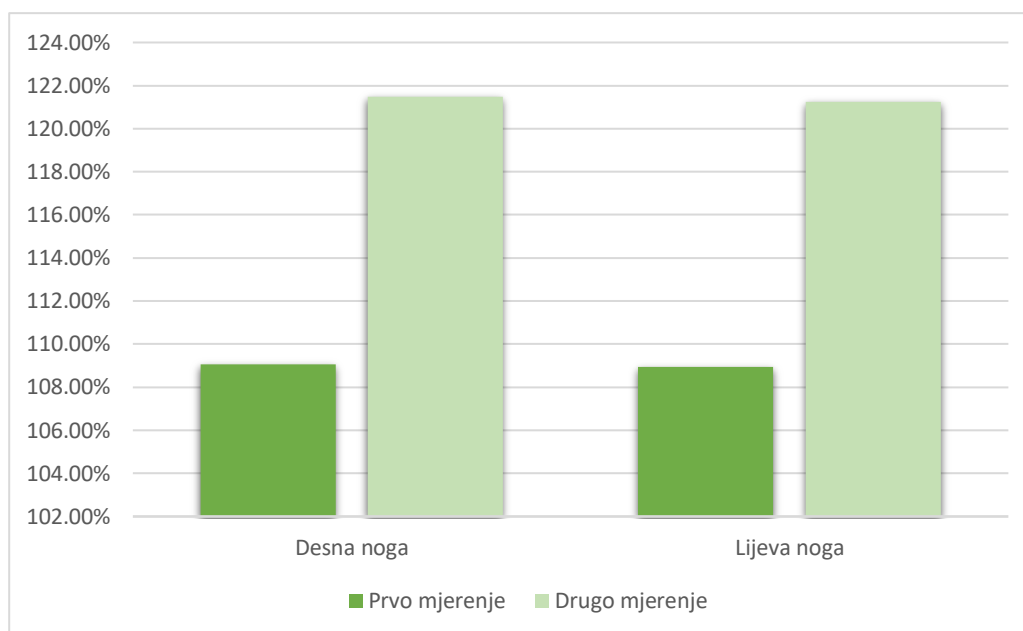
#### 4. REZULTATI

U istraživanju je sudjelovalo 16 košarkašica dobne skupine u rasponu od 13 do 23 godine, prosječne starosti od 16,69 godina. Prosječna visina ispitanika bila je 172,88 cm uz težinu od 63,94 kg . Takav omjer visine i težine rezultirao je prosječnim indeksom tjelesne mase (ITM) od 21,38 kg/m<sup>2</sup>, što prema klasifikaciji Svjetske zdravstvene organizacije za europsko stanovništvo (SZO), upućuje na njegove preporučene vrijednosti koje se kreću od 18,5 do 24,9 kg/m<sup>2</sup>. Prosječna duljina nogu je 92 cm. Ispitanice su u periodu od 49 dana u svrhu istraživanja odrađivale program treninga za prevenciju ozljeda.

**Tablica 5.** Prikupljeni podaci prvog djela istraživanja

<b>Varijable</b>	<b>Test retest pouzdanost</b>
	<b>Mean+/- SD</b>
<b>Broj ispitanika</b>	16
<b>Dob (godine)</b>	16,69 +/- 2,94
<b>Visina (cm)</b>	172,88 +/-6,70
<b>Težina (kg)</b>	63,94 +/-9,11
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	21,38 +/- 2,61
<b>Duljina D noge (cm)</b>	91,78 +/- 4,34
<b>Duljina L noge (cm)</b>	91,66 +/- 4,52
<b>Broj dana između prvog i drugog mjerenja</b>	49

U prvom mjerenju je izračunat prosjek kompozitnog rezultata desne noge M=109,07% (SD =8,89%), dok je u drugom mjerenju bio nešto veći, M =121,48% (SD = 9,12%). U prvom mjerenju kompozitnog rezultata za lijevu nogu prosjek iznosi M = 108,94% (SD =8,62%), dok je u drugom mjerenju opet bio viši te iznosi M = 121,23% (SD = 9,72%). Grafičkim prikazom rezultata može se vidjeti kako rezultati između prvog i drugog mjerenja podosta variraju (Slika 9).



**Slika 9.** Prikaz aritmetičke sredine kompozitnog rezultata prvog i drugog mjerenja Y - Balance testa

Pouzdanost mjernih svojstva YBT - a (stabilnost) je mjerena Test-retest metodom. Za statističku obradu podataka su uzeti rezultati inicijalnog (prvog) i finalnog (drugog) mjerenja ispitanika: kompozitni rezultat te razlika u doseg u između lijeve i desne noge u anteriornom, posteromedijalnom i posterolateralnom smjeru doseg. Za izračun pouzdanosti testa korišten je Pearsonov koeficijent korelacije te su u tablici 6 su prikazani rezultati dobiveni statističkom obradom podataka.

**Tablica 6.** Prikaz rezultata pouzdanosti mjernih svojstva Y - Balance testa kod mladih košarkašica

Varijable	Pearsonov koeficijent korelacije	t vrijednost	P vrijednost
<b>Anteriorni doseg</b>	0,27	1,03	P>0,05
<b>Posteromedijalni doseg</b>	0,44	1,81	P>0,05
<b>Posterolateralni doseg</b>	0,54	2,38	P<0,05
<b>Kompozitni rezultat – lijeva noga</b>	0,57	2,61	P<0,05
<b>Kompozitni rezultat – desna noga</b>	0,53	2,33	P<0,05

1. Rezultat Pearsonovog koeficijenta korelacije za anteriorni doseg iznosi  $r = 0,27$ ; što znači da je korelacija između prvog i drugog mjerenja (anteriornog dosega) pozitivna ali slaba te statistički nije značajna. Rezultati prvog i drugog mjerenja u anteriornom dosegu nisu povezani.
2. Rezultat Pearsonovog koeficijenta korelacije za posteromedijalni doseg je  $r = 0,44$ . Shodno tome, korelacija je pozitivna, umjerena ali nije statistički značajna. Rezultati između prvog i drugog mjerenja za posteromedijalni doseg nisu povezani i nemaju statistički značajnu razliku.
3. Pearsonov koeficijent korelacije za posterolateralni doseg iznosi  $r = 0,54$  što znači da je korelacija pozitivna, umjerena, i statistički značajna zbog čega su rezultati između inicijalnog i finalnog mjerenja za posterolateralni doseg značajno povezani. Navedeno potvrđuju rezultati u tablici 7. u kojoj je prikazana prosječna duljina dosega za svaki smjer. Ispitanici imaju bolje rezultate u finalnom mjerenju, što je više izraženo kod posteromedijalnog i posterolateralnog dosega nego kod anteriornog dosega.

**Tablica 7.** Usporedba prvog i drugog mjerenja prosječne duljine anteriornog, posteromedijalnog i posterolateralnog dosega (cm)

Varijable	M (SD)			
	1.mjerenje	2.mjerenje	1.mjerenje	2. mjerenje
	lijeva noga	lijeva noga	desna noga	desna noga
<b>Anteriorni doseg</b>	74,00 (10,16)	76,19 (7,24)	75,00 (10,71)	75,13 (6,61)
<b>Posteromedijalni doseg</b>	111,38 (9,12)	127,06 (14,3)	111,75 (8,95)	128,25 (13,30)
<b>Posterolateralni doseg</b>	113,50 (9,63)	129,69 (14,40)	112,94 (10,12)	130,75 (14,86)

Rezultat Pearsonovog koeficijenta korelacije za kompozitni rezultat lijeve noge iznosi 0,57, a desne 0,53. Korelacija je pozitivna, umjerena i statistički značajna uz rizik koji je manji od 5%. Ispitanici koji su imali bolje postignute rezultate u inicijalnom mjerenju imali su bolje rezultate i u finalnom mjerenju. Shodno tome izračunom kompozitnog rezultata možemo dobiti pouzdane rezultate koji će izmjeriti dinamičku ravnotežu i stabilnost donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica. Kompozitni dio rezultata predstavlja vrlo visoku pouzdanost iako razlika

između lijeve i desne noge nije pokazala pouzdane rezultate. Istraživanje je provedeno na malom uzorku ispitanika (N = 16), pa se ne može sa sigurnošću potvrditi statistička značajnost razlike u duljini doseg.

Kao što je vidljivo na temelju prethodnih rezultata, program treninga za prevenciju ozljeda poboljšao je stabilnost donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica, pa je hipoteza H1 prihvaćena u cijelosti.

U drugom dijelu istraživanja posebno su promatrane ozlijeđene a posebno neozlijeđene košarkašice. Za utvrđivanje razlike rezultata YBT - a između skupina korišten je Studentov t-test uz vjerojatnost statističke značajnosti ispod 5% ( $p < 0,05$ ). U prvom djelu istraživanja dobivena je viša razina pouzdanosti kompozitnog djela rezultata YBT -a , a razlika između lijeve i desne noge anteriornog i posteromedijalnog, s iznimkom posterolateralnog doseg, nije pokazala visoku pouzdanost te nije bilo statistički značajne razlike. S obzirom na navedene rezultate iz prve hipoteze, nije postignuta statistički značajna razlika u mjerenjima anteriornog doseg ( $t=0,42$ ,  $p > 0,05$ ), posteromedijalnog doseg ( $t=0,17$ ,  $p = 0 > 0,05$ ) te posterolateralnog doseg ( $t=0,51$ ,  $p > 0,05$ ), te je statistički obrađen samo kompozitni dio rezultata Y-balance testa.

**Tablica 8.** Prikupljeni podaci drugog djela istraživanja

Opći podaci	Neozlijeđene	Ozlijeđene
<b>Broj ispitanika</b>	8	8
<b>Dob (godine)</b>	15,75 +/- 1,67	17,63 +/- 3,70
<b>Visina (cm)</b>	171,75 +/- 6,52	174,00 +/- 7,13
<b>Težina (kg)</b>	59,88 +/- 3,36 <b>53-64</b>	68,00 +/- 11,35 [54-90]
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	20,39 +/- 2,07 <b>17,81-23,62</b>	22,38 +/- 2,84 [18,69-28,73]
<b>Duljina noge D (cm)</b>	90,75 +/- 4,20	92,81 +/- 4,50
<b>Duljina noge L (cm)</b>	90,50 +/- 4,38	92,81 +/- 4,64
<b>Broj dana između prvog i drugog mjerenja</b>	49	49

Neozlijeđene košarkašice nešto su mlađe od ozlijeđenih, njihova je prosječna starost 15,75 godina, dok su ozlijeđene starije gotovo dvije godine, i njihova prosječna starost iznosi 17,63 godine. Na ozljede bi mogla utjecati i učestalost treniranja i težina utakmica. Neozlijeđene košarkašice su nešto niže od ozlijeđenih, što se može povezati i s njihovim

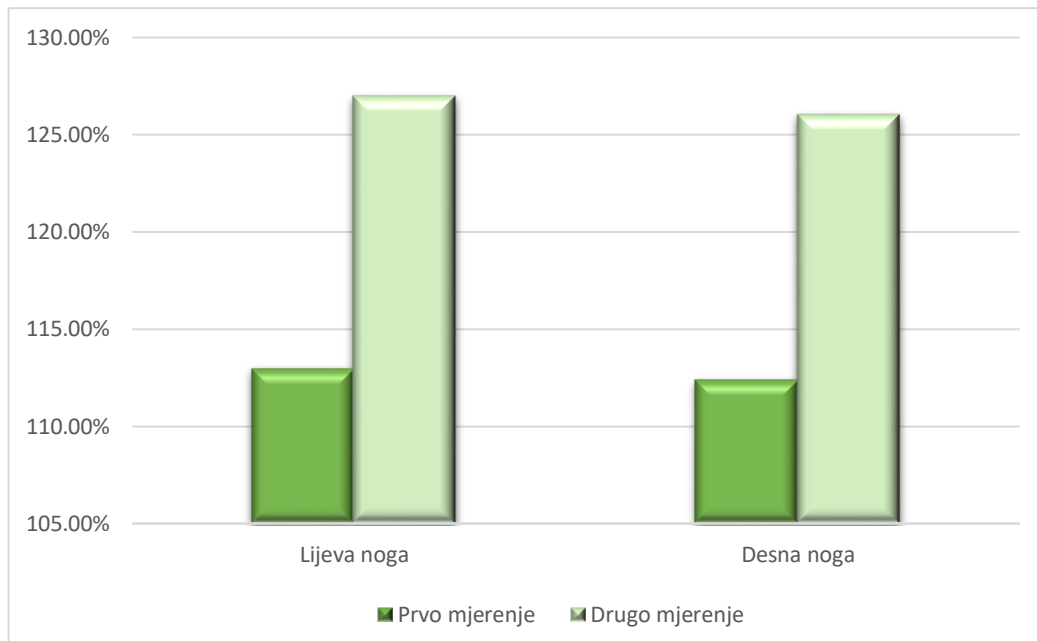
fizičkim razvitkom. Prosječna visina ozlijeđene košarkašice je 174,00 cm, dok su neozlijeđene 2,75 cm niže. U težini je razlika puno veća.

Zbog mogućeg utjecaja ozljeda i manje mogućnosti treninga, prosječna težina ozlijeđenih košarkašica znatno je veća od one neozlijeđenih koje su teške prosječno 59,88 kg, a težina im se nalazi u rasponu od 53 do 64 kg. Kod ozlijeđenih košarkašica zabilježena je težina u rasponu od 54 do 90 kg te je prosječna težina ove skupine košarkašica veća za gotovo 9 kg i iznosi 68,00 kg. Samim time i indeks tjelesne mase ozlijeđenih košarkašica je znatno viši, kreće se u rasponu od 18,69 do 28,73 kg/m<sup>2</sup>, što bi u konačnici moglo utjecati na pokretljivost. Prosječni BMI indeks ozlijeđenih košarkašica iznosi 22,38 kg/m<sup>2</sup>, unutar je preporučenih vrijednosti SZO - a, što se ne može reći za maksimalnu vrijednost od 28,73 kg/m<sup>2</sup>, koja upućuje na pretilost. BMI neozlijeđenih košarkašica čak pokazuje i pothranjenost minimalne vrijednosti raspona (17,81 kg/m<sup>2</sup>), dok je prosječan BMI unutar referentnih vrijednosti i iznosi 20,39 kg/m<sup>2</sup>. Duljina lijeve i desne noge neozlijeđenih košarkašica je 91 cm, a ozlijeđenih 92,81 cm.

Dobiveni rezultati ukazuju da postoji statistički značajna razlika u stabilnosti između ozlijeđenih i neozlijeđenih mladih košarkašica. U prvom mjerenju kompozitni rezultat lijeve noge iznosio je u prosjeku 112,97% dok je u drugom mjerenju postignut prosjek 126,97%. U prvom mjerenju kompozitni rezultat desne noge iznosio je u prosjeku 112,37% dok je u drugom mjerenju postignut prosjek 126,03%. Dakle, prosječni postotak utvrđenog poboljšanja bio je 14,00%. Prikazanim grafom može se vidjeti kako se kompozitni dio rezultata YBT - a značajno povećao, što znači da je došlo do poboljšanja dinamičke stabilnosti (Grafikon 2). Kako bi se statistički dokazalo ovo poboljšanje, za obradu podataka korišten je T-test za male zavisne uzorke uz vjerojatnost statističke značajnosti ispod 1% ( $p < 0,01$ ).

Obradom podataka utvrđeno je da program vježbi statistički značajno utječe na povećanje dinamičke stabilnosti mjerene YBT - om uz rizik manji od 5% (Tablica 9).





**Slika 10.** Povećanje kompozitnog rezultata (%) Y - Balance testa nakon završetka programa treninga neozlijeđenih košarkašica

**Tablica 9.** Utjecaj programa vježbi na dinamičku stabilnost neozlijeđenih košarkašica

Variable	Drugo mjerenje M % (SD)	Drugo mjerenje M % (SD)	T vrijednost	P vrijednost
<b>Kompozitni rezultat lijeva noga</b>	112,97 (7,42)	126,97 (6,51)	6,39	P<0,01
<b>Kompozitni rezultat desna noga</b>	112,37 (8,20)	126,03 (5,78)	5,12	P<0,01

Neuromuskularni program treninga za prevenciju ozljeda provodio se 3 puta tjedno u trajanju od 20 minuta. Mjerenje je provedeno jedan dan prije početka programa te jedan dan nakon završetka istog. Za obradu podataka korišten je T-test za male zavisne uzorke uz vjerojatnost statističke značajnosti ispod 5%, a dobiveni rezultati ukazuju da postoji statistički značajna razlika uz rizik manji od 5%. Neuromuskularni program vježbi statistički značajno utječe na povećanje dinamičke ravnoteže i stabilnosti mjerene YBT - om (Tablica 10). Kompozitni rezultat lijeve noge prije početka programa treninga ispitanici su u prosjeku imali 104,91%, dok se po završetku programa postotak povećao u prosjeku na 115,49%. Kompozitni

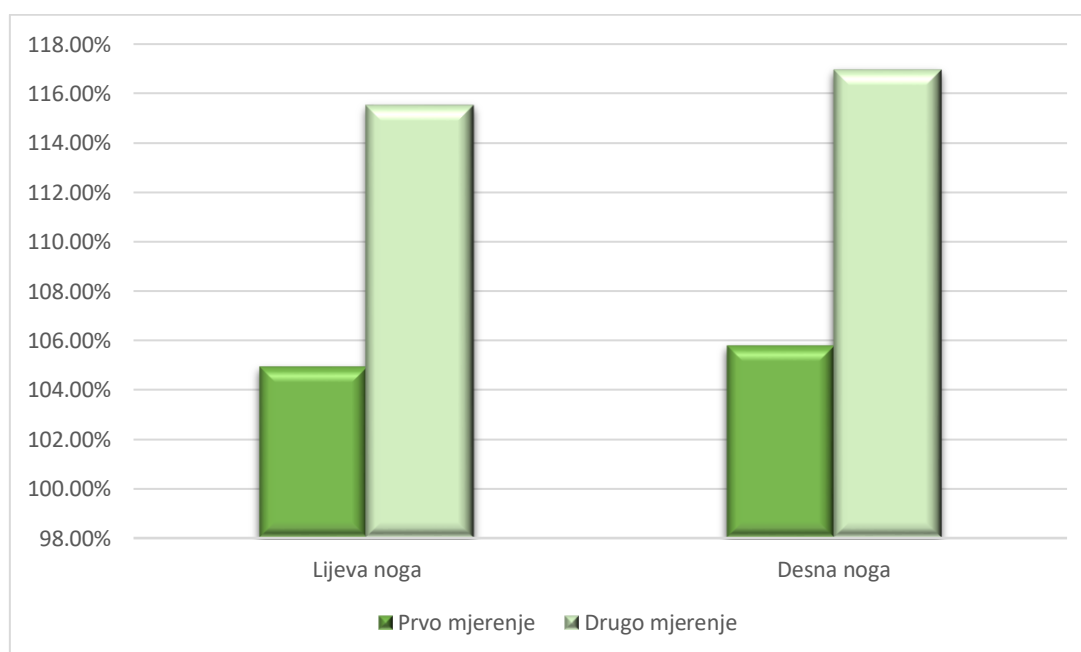
rezultat desne noge je prije početka programa iznosio u prosjeku 105,78%, dok se po završetku programa povećao na prosječnih 116,92% (Slika 11).

**Tablica 10.** Utjecaj programa vježbi na dinamičku stabilnost ozlijeđenih košarkašica

Varijable	Prvo mjerenje M % (SD)	Drugo mjerenje M % (SD)	T vrijednost	P vrijednost
<b>Kompozitni rezultat lijeva noga</b>	104,91 (8,17)	115,49 (9,21)	2,84	P<0,05
<b>Kompozitni rezultat desna noga</b>	105,78 (8,80)	116,92(10,00)	3,08	P<0,05

Na grafikonu 3 prikazano je kako se kompozitni dio rezultata Y-Balance testa značajno povećao - za lijevu nogu za 10,58% a za desnu za 11,14% iz čega zaključujemo da je došlo do poboljšanja dinamičke ravnoteže i stabilnosti.

U tablici 10 su prikazani statistički obrađeni podaci koji potvrđuju da neuromuskularni program vježbi statistički značajno utječe na povećanje dinamičke ravnoteže i stabilnosti ozlijeđenih košarkašica mjerene YBT - om uz rizik manji od 5%.



**Slika 11.** Povećanje kompozitnog rezultata (%) Y - Balance testa nakon završetka programa treninga ozlijeđenih košarkašica

Prosječni kompozitni rezultat lijeve noge neozlijeđenih košarkašica nakon programa vježbi se povećao za 13,99%, a desne noge za 13,66%. Nadalje, prema obrađenim rezultatima može se vidjeti da su ozlijeđene košarkašice postigle su nešto manji napredak u rezultatu (Tablice 8. i 9.). Neozlijeđene košarkašice imale su statistički značajnu razliku uz pogrešku manju od 1%, dok je kod ozlijeđenih statistički značajna razlika bila manja od 5%. Prosječni kompozitni rezultat lijeve noge ozlijeđenih košarkašica nakon programa se povećao za 10,58%, dok se za desnu nogu povećao za 11,14%.

Razlika u rezultatima ozlijeđenih i neozlijeđenih mladih košarkašica se detaljnije analizirala korištenjem Studentovog t-testa za male nezavisne uzorke uz vjerojatnost statističke značajnosti ispod 5% ( $p < 0,05$ ). U prvom mjerenju nije postojalo razlike između skupina ispitanika, što se može vidjeti prema rezultatima prikazanim u tablici 10.

**Tablica 11.** Rezultati prvog mjerenja ozlijeđenih i neozlijeđenih košarkašica

<b>Varijable</b>	Neozlijeđeni M % (SD)	Ozlijeđeni M % (SD)	T vrijednost	P vrijednost
<b>Kompozitni rezultat lijeva noga</b>	112,97 (7,42)	104,91 (8,17)	2,07	P>0,05
<b>Kompozitni rezultat desna noga</b>	112,37 (8,20)	105,78 (8,80)	1,55	P>0,05

U statističkoj obradi podataka u obzir je uzet samo kompozitni dio rezultata s obzirom na to da je pokazao višu pouzdanost u prvom djelu istraživanja.

Prema postavljenoj hipotezi, očekivalo se da će skupina ozlijeđenih košarkašica postići statistički znatno veće rezultate kompozitnog rezultata Y - Balance testa od skupine neozlijeđenih košarkašica. Međutim dobiveni rezultati ukazuju kako nema statistički značajne razlike između ozlijeđenih i neozlijeđenih košarkašica. Rizik je veći od 5% . U prvom mjerenju ozlijeđene košarkašice nisu imale bolju stabilnost donjih ekstremiteta nego mlade neozlijeđene košarkašice. Iako kod prvog mjerenja nije bilo statistički značajne razlike, u drugom mjerenju dolazi do statistički značajne razlike.

**Tablica 12.** Rezultati drugog mjerenja ozlijeđenih i neozlijeđenih košarkašica

<b>Varijable</b>	<b>Neozlijeđeni</b>	<b>Ozlijeđeni</b>	<b>T vrijednost</b>	<b>P vrijednost</b>
	<b>M % (SD)</b>	<b>M % (SD)</b>		
<b>Kompozitni rezultat</b>	126,97 (11,27)	115,49 (10,75)	2,88	P<0,05
<b>lijeva noga</b>				
<b>Kompozitni rezultat</b>	126,03 (11,23)	116,92 (10,81)	2,23	P<0,05
<b>desna noga</b>				

Prosječni kompozitni rezultat lijeve noge neozlijeđenih košarkašica nakon programa vježbi prosječno je bio veći za 11.48% u odnosu na ozlijeđene košarkašice, a desne noge za 9,11%. Statistički značajna razlika bila je manja od 5%. Iako je došlo do povećanja stabilnosti donjih ekstremiteta kod obje skupine košarkašica, i ozlijeđenih i neozlijeđenih, neozlijeđene košarkašice imale su bolju stabilnost od početka, koja se nakon programa vježbi još dodatno povećala. Stoga se hipoteza H2: Mlade košarkašice koje su ozlijeđene imaju bolju stabilnost donjih ekstremiteta nego mlade neozlijeđene košarkašice odbacuje.

## 5. RASPRAVA

Glavni cilj ovog istraživanja bio je odrediti učinak programa treninga za prevenciju ozljeda na stabilnost donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica. Shodno tome postavljena je hipoteza da će program treninga za prevenciju ozljeda poboljšati stabilnost donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica. Proveden je neuromuskularni program treninga sa vlastitom težinom kroz 21 trening u periodu od 49 dana. Nakon statističke obrade podataka zaključili smo da je došlo do poboljšanja dinamičke ravnoteže i stabilnosti, odnosno da su rezultati Y - Balance testa u finalnom mjerenju nakon 49 dana, znatno bolji u odnosu na inicijalno mjerenje prije programa treninga. Značajno bolji rezultati su zabilježeni prilikom izvođenja testa u PM i PL smjeru, nego u A smjeru. Na temelju toga rezultati su potvrdili prvu postavljenu hipotezu i dokazali učinkovitost neuromuskularnog preventivnog programa treninga na dinamičku ravnotežu i stabilnost.

U istraživanju koje su proveli Benis i sur. je sudjelovalo 29 zdravih i elitnih košarkašica koje su bile podijeljene u dvije grupe, eksperimentalna i kontrolna grupa. Ispitanice su dva puta tjedno, u periodu od 8 tjedana, provodile neuromuskularni program treninga za prevenciju ozljeda sa vlastitom težinom. Benis i sur. su u svojem istraživanju naveli činjenicu da je nakon završetka programa na Y - Balance testu došlo do poboljšanja u izvedbi maksimalnog dosega u sva 3 smjera (PM, PL i A). Rezultati navedenog istraživanja su time dokazali da neuromuskularni program treninga, temeljen na vježbama za stabilnost trupa i pliometriji te sa fokusom na razvoj neuromuskularne kontrole donjih ekstremiteta, može poboljšat posturalnu kontrolu i dinamičku ravnotežu (14).

Ondra i sur. su ispitivali učinak propioceptivnog i neuromuskularnog programa treninga tijekom sezone u trajanju od 20 tjedana na posturalnu stabilnost kod mladih košarkaša. U istraživanju su dobivene statistički značajne razlike u testovima balansa nakon 20 tjedana između intervencijske i kontrolne grupe. Ispitanici intervencijske grupe su imali znatno bolje rezultate prilikom testiranja posturalne stabilnosti, u odnosu na ispitanike iz kontrolne grupe. Autori navode da je posturalna stabilnost kontrolne skupine opadala tijekom navedenog perioda zbog povećanja opterećenja mišićnog sustava te zbog nedostatka vježbi koje je intervencijska grupa ispitanika provodila (15).

Cilj istraživanja koje su proveli Paterno i sur. je potvrditi učinak 6 - tjednog neuromuskularnog programa treninga za prevenciju ozljeda ACL - a (jedan trening tjedno u trajanju od 90 minuta) na posturalnu stabilnost jednog ekstremiteta kod mladih sportašica. U istraživanju je sudjelovalo 41 sportašica, od 13 do 17 godina. Posturalna stabilnost je bila

mjerena sa Biodex sistemom za stabilnost (Biodex Stability System). Na temelju obrađenih rezultata autori su došli do zaključka da 6 - tjedni neuromuskularni program treninga poboljšava posturalnu stabilnost (43). Uspoređujući rezultate našeg istraživanja s prethodno provedenim istraživanjima može se pretpostaviti da je 6 tjedana preventivnog programa treninga dostatan period za dobivanje značajnih rezultata istraživanja.

Činjenica je da prethodno navedene studije podupiru prvu postavljenu hipotezu te da su rezultati ovog istraživanja u skladu su s rezultatima dostupne literature koje potvrđuju pozitivan učinak neuromuskularnog programa treninga na dinamičku ravnotežu i stabilnost donjih ekstremiteta kod sportaša (14,15,43). U svrhu našeg istraživanja proveden je neuromuskularni program treninga koji temeljen na vježbama iz navedene literature (14,15,43–45). Velikim djelom je trening sastavljen po uzoru na istraživanje koje su proveli Benis i sur. iz 2016. godine (14). Prikazano istraživanje je došlo do zaključka da bi se neuromuskularni program treninga mogao koristiti u svrhu prevencije novonastalih ili ponavljanih ozljeda. Program treninga korišten u našoj studiji utjecao je na značajnije poboljšanje dinamičke ravnoteže i stabilnosti donjih ekstremiteta u PM i PL smjeru, a do podjednakog rezultata su došli Benis i sur. (14). Ovakvi rezultati su bili očekivani jer smo za program treninga odabrali vježbe temeljene na pliometriji i održavanju stabilnosti trupa. Pliometrijske vježbe s vlastitom tjelesnom težinom su ukomponirane u program jer djeluju na mišićni i živčani sustav te na vezivno tkivo. Također, upravo takav tip vježbi se predlaže za poboljšanje neuromuskularne kontrole. Vježbe stabilnosti trupa predstavljaju dinamičku stabilnost trupa koja je zaslužna za prijenos i kontrolu sila te djeluje na kretanje donjih ekstremiteta, to jest na distalne segmente kinetičkog lanca. Shodno tome, nedovoljna neuromuskularna kontrola mišića trupa može negativno utjecati na dinamičku stabilnost donjih ekstremiteta (npr. koljeno i gležanj), što rezultira povećanim valgusom koljena te nekontroliranim kretanjama stopala. Takva neadekvatna neuromuskularna kontrola trupa povećava rizik od nastanka ozljeda donjih ekstremiteta (14,15,44).

Specifični cilj istraživanja je bio usporediti stabilnost donjih ekstremiteta kod košarkašica koje su ozlijeđene i košarkašica koje nisu ozlijeđene (pomoću Y - Balance testa). Sukladno s time postavljena je hipoteza da mlade košarkašice koje su ozlijeđene imaju bolju stabilnost donjih ekstremiteta nego mlade neozlijeđene košarkašice, to jest da će nakon preventivnog programa treninga imati bolje rezultate na Y - Balance testu. Rezultati Studetovog t-testa u ovom radu pokazali su da druga hipoteza treba biti odbačena, to jest da ispitanice koje su bile ozlijeđene nemaju bolju dinamičku ravnotežu i stabilnost u finalnom mjerenju nakon neuromuskularnog preventivnog programa treninga u odnosu na ispitanice koje nisu bile ozlijeđene.

Dosadašnja literatura opisuje YBT kao pouzdan test za procjenu rizika od nastanka ozljeda te se često koristi kao test za procjenu učinka određene terapije ili programa treninga (9,10,14,34,40–42). Nedostaju istraživanja koja uspoređuju rezultate YBT između osoba koje su bile prethodno ozlijeđene i onih koje nisu. U našem istraživanju je postavljena hipoteza gdje se očekuje da će ispitanice koje su bile ozlijeđene imati bolje rezultate u izvođenju testa nakon neuromuskularnog programa treninga, u odnosu na ispitanice koje nisu bile ozlijeđene. Vođeni literaturom i dosadašnjim istraživanjem očekivali smo značajnije poboljšanje dinamičke stabilnosti i neuromuskularne kontrole u obje grupe ispitanica, što smo na kraju i potvrdili rezultatima. Kompozitni dio rezultata YBT kod ozlijeđenih košarkašica se povećao - za lijevu nogu za 10,58% a za desnu za 11,14%, dok se kod neozlijeđenih košarkašica rezultat povećao za 14,00% za obje noge iz čega zaključujemo da je došlo do poboljšanja dinamičke ravnoteže i stabilnosti. Također, zaključujemo da su bolje rezultate ostvarile košarkašice koje nisu imale ozljedu donjih ekstremiteta. Tijekom izvođenja YBT zahvaćen je veći broj zglobova. Ako uzmemo sve navedeno u obzir dobiveni rezultati su mogući zbog činjenice da na primjer osobe s prethodnom ozljedom gležnja imaju manji opseg pokreta dorzalne fleksije stopala što utječe na izvođenje testa. Nadalje, istraživanja pokazuju da se od ispitanika očekuje veća sposobnost održavanja ravnoteže tijekom dosega u PM i PL, nego prilikom dosega u A smjeru. U PM i PL smjeru je potrebna i veća snaga mišića kuka jer je tada trup najviše udaljen od središta mase tijela u sagitalnoj ravnini, dok tijekom dosega u A smjeru na YBT najviše je potreban opseg pokreta dorzalne fleksije gležnja (11,27,34).

Mogući nedostatak provedenog istraživanja je taj što je sudjelovao vrlo malen broj ispitanika te je vremenski period izvođenja programa treninga podosta kratak što može utjecati na pouzdanost rezultata i zaključka. Također, u istraživanju se nije usporedio doseg ozlijeđenog ekstremiteta s ekstremitetom koji nije bio ozlijeđen što je moglo dodatno utjecati na rezultate. Shodno tome, doseg ispitanica dok stoje na ozlijeđenom ekstremitetu nije bio uspoređen s odgovarajućim ekstremitetom neozlijeđene grupe mladih košarkašica.

## 6. ZAKLJUČAK

Tjelesna aktivnost i sport imaju mnogo pozitivnih učinaka na zdravlje djece i adolescenata, kao i na njihove životne navike ali pojedina istraživanja navode da participacija u sportskim aktivnostima može značiti i povećani rizik od nastanka ozljeda. Jedan od mnogih aktualnih sportova u kojemu je kontakt zamijećen je i košarka. Mlade košarkašice su izložene povećanom riziku od ozljeda donjih ekstremiteta. Rizik od ozljeda je povećan zbog rasta, razvoja, nezrelog neuromuskularnog sustava i nedostatka mišićne snage, fizička spremnost i smanjena stabilnost (senzomotorni nedostatak) donjih ekstremiteta povećavaju mogućnost nastanka ili ponavljanje ozljede. U košarci, zbog specifičnosti kretnji, bitna je dobro razvijena dinamička ravnoteža. S obzirom da je dinamička ravnoteža kao takva često i narušena, postoje različite metode za procjenu dinamičke ravnoteže te se Y – Balance test smatra učinkovitim za procjenu iste i neuromuskularne kontrole. Ukoliko rezultati testiranja navednog nisu u skladu sa očekivanim nastoje se u program uključiti vježbe za prevenciju ozljeda. Današnji programi prevencije ozljeda razlikuju se ovisno o cilju i vremenskom provođenju, a neuromuskulturni trening, trening stabilnosti, propioceptivni trening korisni su u smanjuju mogućnost ozljeda donjih ekstremiteta kod sportaša.

Na temelju provedenog istraživanja možemo zaključiti da neuromuskularni program treninga ima pozitivan učinak na poboljšanje dinamičke ravnoteže i posturalne stabilnosti donjih ekstremiteta kod mladih košarkašica te smo time potvrdili prvu postavljenu hipotezu. Naime, nije potvrđeno da se košarkašicama koje su bile ozlijeđene značajnije poboljšala dinamička ravnoteža i stabilnost u odnosu na one koje nisu bile ozlijeđene. Time rečeno, odbačena je druga hipoteza. Pokazalo se da su neuromuskularna kontrola, propiocepcija i dinamička stabilnost usko povezane sa poviješću ozljeda i rizikom od nastanka ozljeda, a isto je potvrđeno provođenjem Y - Balance testa za koji je potrebna dinamička kontrola pokreta, koja je pod utjecajem neuromuskularnog sustava.

Smatram kako bi se trebao povećati uzorak ispitanika te bi se trebalo produžiti vrijeme provođenja preventivnog programa treninga kako bi dobili statistički značajniji i precizniji rezultat, to jest kako istraživanje ne bi bilo limitirano veličinom uzorka i vremenskim periodom.



## LITERATURA

1. Pedišić Ž, Strika M, Matolić T, Sorić M, Šalaj S, Dujčić I, i ostali. Physical Activity of Children and Adolescents in Croatia: A Global Matrix 4.0 Systematic Review of Its Prevalence and Associated Personal, Social, Environmental, and Policy Factors. *J Phys Act Health* [Internet]. 01. lipanj 2023. [citirano 02. ožujak 2023.];20(6):487–99. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37076241/>
2. Deng Y, Fan A. Trends in sports participation in adolescents: Data from a large-scale sample in the US adolescents. *Front Public Health* [Internet]. 31. listopada 2022. [citirano 10. ožujak 2023.];10. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9662613/>
3. Räsänen AM, Kokko S, Pasanen K, Leppänen M, Rimpelä A, Villberg J, i ostali. Prevalence of adolescent physical activity-related injuries in sports, leisure time, and school: the National Physical Activity Behaviour Study for children and Adolescents. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 15. veljača 2018. [citirano 10. ožujak 2023.];19(1):58. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5815200/>
4. Burger A, Bjelanović L, Klarić Kukuz I. Ozljede u kontaktnim timskim sportovima i primjeri modificiranih igara za primjenu u nastavi i školskom sportu. *Hrvatski časopis zdravstvenih znanosti* [Internet]. 29. studeni 2021. [citirano 02. veljača 2023.];1(2):87–93. Dostupno na: <https://doi.org/10.48188/hczz.1.2.3>
5. Lempke LB, Chandran A, Boltz AJ, Robison HJ, Collins CL, Morris SN. Epidemiology of Injuries in National Collegiate Athletic Association Women's Basketball: 2014-2015 Through 2018-2019. *J Athl Train* [Internet]. 01. srpanj 2021. [citirano 02. veljača 2023.];56(7):674–80. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8293880/>
6. Greenberg ET, Barle M, Glassman E, Jacob L, Jaafar H, Johnson A, i ostali. RELIABILITY AND STABILITY OF THE Y BALANCE TEST IN HEALTHY EARLY ADOLESCENT FEMALE ATHLETES. *Orthop J Sports Med* [Internet]. 01. ožujak 2019. [citirano 07. veljača 2023.];7(3\_suppl):2325967119S0005. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6446341/>
7. Halabchi F, Abbasian L, Mirshahi M, Mazaheri R, Pourgharib Shahi MH, Mansournia MA. Comparison of Static and Dynamic Balance in Male Football and Basketball

- Players. Foot Ankle Spec [Internet]. 23. lipanj 2020. [citirano 07. veljača 2023.];13(3):228–35. Dostupno na: <https://doi.org/10.1177/1938640019850618>
8. Sturnieks DL. Biomechanics of Balance and Falling. U: Falls in Older People. Cambridge University Press; 2021. str. 105–18.
  9. Walker O. 2016. 2023 [citirano 03. veljača 2023.]. Y Balance Test. Science for sport. Dostupno na: <https://www.scienceforsport.com/y-balance-test/>
  10. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. N Am J Sports Phys Ther [Internet]. svibanj 2009. [citirano 07. ožujak 2023.];4(2):92–9. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953327/>
  11. Kirinec B, Žura N, Jurak I, Kiseljak D. Utjecaj ozljede gležnja na dinamičku stabilnost. Journal of applied health sciences [Internet]. 03. veljača 2022. [citirano 02. veljača 2023.];8(1):15–25. Dostupno na: <https://doi.org/10.24141/1/8/1/2>
  12. Taylor JB, Ford KR, Nguyen AD, Terry LN, Hegedus EJ. Prevention of Lower Extremity Injuries in Basketball: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Health [Internet]. 2015. [citirano 05. veljača 2023.];7(5):392–8. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26502412/>
  13. McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. Am J Sports Med [Internet]. srpanj 2006. [citirano 03. veljača 2023.];34(7):1103–11. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16476915/>
  14. Benis R, Bonato M, La Torre A La. Elite Female Basketball Players' Body-Weight Neuromuscular Training and Performance on the Y-Balance Test. J Athl Train [Internet]. rujan 2016. [citirano 12. prosinac 2022.];51(9):688–95. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5139785/>
  15. Ondra L, Nátěsta P, Bizovská L, Kuboňová E, Svoboda Z. Effect of in-season neuromuscular and proprioceptive training on postural stability in male youth basketball players. Acta Gymnica [Internet]. 06. listopad 2017. [citirano 03. veljača 2023.];47(3):144–9. Dostupno na: <https://gymnica.upol.cz/pdfs/gym/2017/03/06.pdf>
  16. Križan Z. Pregled građe, grudi, trbuha, zdjelice, noge i ruke. Zagreb: Školska knjiga; 1997. 212–218 str.
  17. Križan Z. Pregled građe grudi, trupa, zdjelice, noge i ruke. Zagreb: Školska knjiga; 1997. 225–228 str.

18. Taylor JB, Hegedus EJ, Ford KR. Biomechanics of Lower Extremity Movements and Injury in Basketball. U: Basketball Sports Medicine and Science [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2020 [citirano 12. prosinac 2022.]. str. 37–51. Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/345315361\\_Biomechanics\\_of\\_Lower\\_Extremity\\_Movements\\_and\\_Injury\\_in\\_Basketball](https://www.researchgate.net/publication/345315361_Biomechanics_of_Lower_Extremity_Movements_and_Injury_in_Basketball)
19. Matković B, Matković B, Knjaz D. FIZIOLOGIJA KOŠARKAŠKE IGRE. Hrvatski športskomedicinski vjesnik [Internet]. 2005. [citirano 02. veljača 2023.];20(2):113–24. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/587>
20. Burger A, Bjelanović L, Klarić Kukuz I. Ozljede u kontaktnim timskim sportovima i primjeri modificiranih igara za primjenu u nastavi i školskom sportu. Hrvatski časopis zdravstvenih znanosti [Internet]. 29. studeni 2021. [citirano 02. veljača 2023.];1(2):87–93. Dostupno na: <https://doi.org/10.48188/hczz.1.2.3>
21. Lempke LB, Chandran A, Boltz AJ, Robison HJ, Collins CL, Morris SN. Epidemiology of Injuries in National Collegiate Athletic Association Women’s Basketball: 2014-2015 Through 2018-2019. J Athl Train [Internet]. 01. srpanj 2021. [citirano 02. veljača 2023.];56(7):674–80. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8293880/>
22. Pocrnjić M, Rađenović O, Jurak I. Povezanost igračke pozicije na incidenciju ozljeda kod profesionalnih košarkašica u sezoni 2016./2017. Journal of applied health sciences [Internet]. 23. travanj 2021. [citirano 03. veljača 2023.];7(2):161–6. Dostupno na: <https://doi.org/10.24141/1/7/2/6>
23. Buljan T. NAJČEŠĆE BOLESTI I OZLJEDE GLEŽNJA I STOPALA KOD NOGOETAŠA 1. NOGOMETNE LIGE [Internet]. [Rijeka]: Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci; 2021 [citirano 01. srpanj 2023.]. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:686965>
24. Physiopedia contributors. Physiopedia. 2023 [citirano 01. srpanj 2023.]. Ankle Sprain. Dostupno na: [https://www.physio-pedia.com/Ankle\\_Sprain](https://www.physio-pedia.com/Ankle_Sprain)
25. Kuštelega E. Fizioterapija nakon ozljede ligamenata gležnja [Internet]. [Varaždin]: University North / Sveučilište Sjever; 2022 [citirano 01. srpanj 2023.]. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:972441>
26. Velenik T. PREGLED NAJČEŠĆIH OZLJEDA GLEŽNJA, MEHANIZMI OZLJEDA I REHABILITACIJA [Internet]. [Rijeka]: Sveučilište u Rijeci, fakultet zdravstvenih

- studija u Rijeci; 2020 [citirano 01. srpanj 2023.]. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:404910>
27. Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, Shultz SJ. Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in Detecting Reach Deficits in Subjects With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train* [Internet]. prosinac 2002. [citirano 14. kolovoz 2023.];37(4):501–6. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164384/>
  28. Myer GD, Brent JL, Ford KR, Hewett TE. Real-time assessment and neuromuscular training feedback techniques to prevent ACL injury in female athletes. *Strength Cond J* [Internet]. 01. lipanj 2011. [citirano 01. srpanj 2023.];33(3):21–35. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3105897/>
  29. Shimokochi Y, Shultz SJ. Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train* [Internet]. 2008. [citirano 08. srpanj 2023.];43(4):396–408. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2474820/>
  30. Yu B, Garrett WE. Mechanisms of non-contact ACL injuries. *Br J Sports Med* [Internet]. kolovoz 2007. [citirano 08. srpanj 2023.];41 Suppl 1(Suppl 1):i47-51. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2465243/>
  31. Domnick C, Raschke MJ, Herbort M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World J Orthop* [Internet]. 2016. [citirano 08. srpanj 2023.];7(2):82. Dostupno na: <https://www.wjgnet.com/2218-5836/full/v7/i2/82.htm>
  32. Pećina M. Ortopedija. 4. izd. Zagreb: Naklada Ljevak; 2004.
  33. Walker GN, D’Auria J, Cui LR, Van Eck CF, Fu FH. Anatomska rekonstrukcija prednjeg križnog ligamenta. *Medicina Fluminensis* [Internet]. 2015. [citirano 08. srpanj 2023.];51(1). Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/135675>
  34. Kim JS, Hwang UJ, Choi MY, Kong DH, Chung KS, Ha JK, i ostali. Correlation Between Y-Balance Test and Balance, Functional Performance, and Outcome Measures in Patients Following ACL Reconstruction. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2022. [citirano 03. srpanj 2023.];17(2):193–200. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8805125/>
  35. Pinter I, Kiseljak D, Petrak O. Usporedba dinamičke stabilnosti nogometaša i rukometaša. *Journal of Applied Health Sciences* [Internet]. 27. travanj 2018. [citirano 08. srpanj 2023.];4(1):39–48. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/294065>

36. Conjar Z. Funkcionalni trening stabilizacije trupa u košarci [Internet]. [Zagreb]: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet; 2017 [citirano 05. srpanj 2023.]. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:733711>
37. Physiopedia contributors. Physiopedia. 2022 [citirano 05. srpanj 2023.]. The Postural control System. Dostupno na: [https://www.physio-pedia.com/The\\_Postural\\_Control\\_System](https://www.physio-pedia.com/The_Postural_Control_System)
38. Physiopedia contributors. Physiopedia . 2022 [citirano 01. srpanj 2023.]. Proprioception. Dostupno na: <https://www.physio-pedia.com/Proprioception>
39. Prakash J, Ishrad A, Sonal K, Kamran A, Shalini V, Tarun K. Proprioception: An Evidence Based Narrative Review. Research & Investigations in Sports Medicine [Internet]. 17. listopad 2017. [citirano 01. srpanj 2023.];1(2). Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/321161458\\_Proprioception\\_An\\_Evidence\\_Based\\_Narrative\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/321161458_Proprioception_An_Evidence_Based_Narrative_Review)
40. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. J Orthop Sports Phys Ther [Internet]. prosinac 2006. [citirano 02. ožujak 2023.];36(12):911–9. Dostupno na: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2006.2244>
41. Lai WC, Wang D, Chen JB, Vail J, Rugg CM, Hame SL. Lower Quarter Y-Balance Test Scores and Lower Extremity Injury in NCAA Division I Athletes. Orthop J Sports Med [Internet]. 01. kolovoz 2017. [citirano 02. ožujak 2023.];5(8):2325967117723666. Dostupno na: <https://doi.org/10.1177/2325967117723666>
42. Fratti Neves L. The Y Balance Test – How and Why to Do it? International Physical Medicine & Rehabilitation Journal [Internet]. 15. prosinac 2017. [citirano 02. veljača 2023.];2(4). Dostupno na: <https://medcraveonline.com/IPMRJ/the-y-balance-test-ndash-how-and-why-to-do-it.html>
43. Paterno M V., Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular Training Improves Single-Limb Stability in Young Female Athletes. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy [Internet]. lipanj 2004. [citirano 03. srpanj 2023.];34(6):305–16. Dostupno na: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2004.34.6.305>
44. De Blaiser C, Roosen P, Willems T, Danneels L, Bossche L Vanden, De Ridder R. Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. Phys Ther Sport [Internet]. ožujak 2018. [citirano 10. srpanj 2023.];30:48–56. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29246794/#full-view-affiliation-1>

45. Hodges PW. Core stability exercise in chronic low back pain. *Orthopedic Clinics of North America* [Internet]. travanj 2003. [citirano 10. srpanj 2023.];34(2):245–54. Dostupno na: [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(03\)00003-8](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(03)00003-8)

## **PRIVITCI**

### **Privitak A: Popis ilustracija**

<b>Slika 1.</b> Ligamenti tijekom pokreta koljena .....	4
<b>Slika 2.</b> Pokreti stopala i gležnja.....	7
<b>Slika 3.</b> Klasifikacija distorzije gležnja - 3 stupnja ozljede .....	9
<b>Slika 4.</b> Mehanizam nastanka ozljede distorzije gležnja .....	10
<b>Slika 5.</b> Prikaz lateralnih sveza gležnja koje su najčešće ozlijeđene .....	10
<b>Slika 6.</b> Prikaz sigurnosne i rizične pozicije trupa i donjih ekstremiteta za ozljedu prednjeg križnog ligamenta .....	11
<b>Slika 7.</b> Prikaz dinamičkog valgusa koljena (lijevo) i pravilne pozicije koljena (desno) prilikom doskoka kod košarkašica .....	13
<b>Slika 8.</b> Y - Balance test .....	16
<b>Slika 9.</b> Prikaz aritmetičke sredine kompozitnog rezultata prvog i drugog mjerenja Y - Balance testa.....	26
<b>Slika 10.</b> Povećanje kompozitnog rezultata (%) Y - Balance testa nakon završetka programa treninga neozlijeđenih košarkašica.....	30
<b>Slika 11.</b> Povećanje kompozitnog rezultata (%) Y - Balance testa nakon završetka programa treninga ozlijeđenih košarkašica .....	31

### **Popis tablica**

<b>Tablica 1.</b> Opseg kretnji u koljenom zglobu .....	3
<b>Tablica 2.</b> Opseg kretnji u gornjem i donjem nožnom zglobu .....	6
<b>Tablica 3.</b> Vježbe dinamičkog istezanja i mobilnosti.....	21
<b>Tablica 4.</b> Program treninga za prevenciju ozljeda - neuromuskularni program treninga sa vlastitom težinom .....	23
<b>Tablica 5.</b> Prikupljeni podaci prvog djela istraživanja .....	25
<b>Tablica 6.</b> Prikaz rezultata pouzdanosti mjernih svojstva Y-balance testa kod mladih košarkašica .....	26
<b>Tablica 7.</b> Usporedba prvog i drugog mjerenja prosječne duljine anteriornog, posteromedijalnog i posterolateralnog doseg (cm).....	27
<b>Tablica 8.</b> Prikupljeni podaci drugog djela istraživanja .....	28

<b>Tablica 9.</b> Utjecaj programa vježbi na dinamičku stabilnost neozlijeđenih košarkašica .....	30
<b>Tablica 10.</b> Utjecaj programa vježbi na dinamičku stabilnost ozlijeđenih košarkašica .....	31
<b>Tablica 11.</b> Rezultati prvog mjerenja ozlijeđenih i neozlijeđenih košarkašica .....	32
<b>Tablica 12.</b> Rezultati prvog mjerenja ozlijeđenih i neozlijeđenih košarkašica .....	33



## **ŽIVOTOPIS**

Zovem se Lucia Battaia, rođena sam u Rijeci 03.10.2001. godine. Pohađala sam Osnovnu školu „Milan Brozović“ u Kastvu. Nakon osnovne škole, završila sam srednju Salezijansku klasičnu gimnaziju - s pravom javnosti u Rijeci, smjer za sportaše. Po završetku srednje škole upisala sam se na preddiplomski stručni studij za fizioterapeuta na Fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci. U slobodno vrijeme bavim se sportom (karate) te sam i dalje aktivni natjecatelj. Aktualna sam članica Hrvatske karate reprezentacije te sam osvajačica zlatnog odličja u ekipnom sastavu na Europskom Sveučilišnom prvenstvu (EUSA) 2023. godine u Zagrebu. Također 16. ožujka 2023. godine sam proglašena najboljom studenticom preddiplomskog stručnog studija te mi je dodijeljena Dekanova nagrada „Viktor Finderle“.