

# Utjecaj pravilnog dijafragmalnog disanja na kvalitetu izvedbe stražnjeg čučnja

---

Zukanović, Amir

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:598526>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-04**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

**Amir Zukanović**

**Utjecaj pravilnog dijafragmalnog disanja na  
kvalitetu izvedbe stražnjeg čučnja**

**Diplomski rad**

**Zagreb, rujan 2024.**

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

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

**Naziv studija:** Kineziologija; smjer: Kineziologija u edukaciji i kineziterapiji

**Vrsta studija:** sveučilišni

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

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

**Znanstveno područje:** Društvene znanosti

**Znanstveno polje:** Kineziologija

**Vrsta rada:** Znanstveno-istraživački

**Naziv diplomskog rada:** **Utjecaj pravilnog dijafragmalnog disanja na kvalitetu izvedbe stražnjeg čučnja** je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2023./2024. dana 04. lipnja 2024.

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Saša Vuk

**Utjecaj pravilnog dijafragmalnog disanja na kvalitetu izvedbe stražnjeg čučnja**

Amir Zukanović, 0034086565

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

- |                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1. izv. prof. dr. sc. Saša Vuk       | Predsjednik - mentor |
| 2. izv. prof. dr. sc. Josipa Nakić   | član                 |
| 3. prof. dr. sc. Lana Ružić          | član                 |
| 4. izv. prof. dr. sc. Marija Rakovac | zamjena člana        |

**Broj etičkog odobrenja:** 70/2024

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

## BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

**University of Zagreb**  
**Faculty of Kinesiology**  
Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

**Title of study program: Kinesiology; course Kinesiology in Education and Kinesiotherapy**  
**Type of program: University**  
**Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate**  
**Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and Kinesiotherapy (Univ. Mag. Cin.)**

**Scientific area:** Social sciences

**Scientific field:** Kinesiology

**Type of thesis:** Scientific-research

**Master thesis:** **The influence of proper diaphragmatic breathing on the performance quality of the back squat** has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2023./2024., on 04 of June, 2024.

**Mentor:** *Assoc. Prof. Saša Vuk PhD*

**The influence of proper diaphragmatic breathing on the performance quality of the back squat**  
*Amir Zukanović, 0034086565*

**Thesis defence committee:**

- |    |                                  |                        |
|----|----------------------------------|------------------------|
| 1. | Assoc. Prof. Saša Vuk, PhD       | chairperson-supervisor |
| 2. | Assoc. Prof. Josipa Nakić, PhD   | member                 |
| 3. | Prof. Lana Ružić, PhD            | member                 |
| 4. | Assoc. Prof. Marija Rakovac, PhD | substitute member      |

**Ethics approval number: 70/2024**

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited** in Library of the Faculty of Kinesiology, Horvacanski zavoj 15, Zagreb

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

Mentor:

---

izv. prof. dr. sc. Saša Vuk

Student:

---

Amir Zukanović

## Utjecaj pravilnog dijafragmalnog disanja na kvalitetu izvedbe stražnjeg čučnja

### SAŽETAK

Dijafragma, ključna za disanje i regulaciju autonomnog živčanog sustava, često se koristi samo djelomično, što može povećati srčani stres i krvni tlak. Pravilno dijafragmalno disanje može poboljšati funkciju pluća, smanjiti stres i poboljšati krvni tlak i cirkulaciju. Ovo disanje također može povećati snagu trbušnih mišića i stabilnost trupa tijekom vježbi jakosti.

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati utjecaj dijafragmalnog disanja na izvedbu stražnjeg čučnja u osoba sa i bez iskustva u ovoj tehnici. Analizirani su učinci na horizontalni pomak šipke, brzinu izvođenja, silu i snagu mišića te subjektivnu procjenu sigurnosti i brzine oporavka. Hipoteze su sugerirale da dijafragmalno disanje može poboljšati sve ove aspekte.

Sudjelovao je 21 ispitanik, a korišten je softver za video analizu za kvantifikaciju parametara izvedbe.

Rezultati su pokazali da dijafragmalno disanje značajno poboljšava izvedbu pri opterećenjima od 60% i 80% 1RM ( $p < 0.05$ ). Ispitanici su prijavili poboljšanu stabilnost i veću sigurnost tijekom izvođenja čučnjeva, posebno pri većim opterećenjima. Također, dijafragmalno disanje smanjuje negativan pomak utega, poboljšavajući posturalnu kontrolu i smanjujući rizik od ozljeda. Ovo istraživanje ukazuje na prednosti dijafragmalnog disanja u treningu s opterećenjem, iako su potrebna dodatna istraživanja kako bi se potvrdili dugoročni učinci i primjena u različitim populacijama.

Ključne riječi: Valsalva manevar, torakalni tlak, abdominalni tlak, sigurnost, individualan pristup.

# **The influence of proper diaphragmatic breathing on the performance quality of the back squat**

## **SUMMARY**

The diaphragm, crucial for breathing and regulating the autonomic nervous system, is often only partially utilized, which can increase cardiac stress and blood pressure. Proper diaphragmatic breathing can improve lung function, reduce stress, and enhance blood pressure and circulation. This breathing technique can also increase abdominal muscle strength and core stability during resistance exercises.

The aim of this study was to examine the impact of diaphragmatic breathing on the performance of the back squat in individuals with and without experience in this technique. The effects on horizontal bar displacement, execution speed, force, muscle strength, and subjective safety and recovery speed were analyzed. Hypotheses suggested that diaphragmatic breathing could improve all these aspects.

Twenty-one participants took part, and video analysis software was used to quantify performance parameters. Results showed that diaphragmatic breathing significantly improved performance at loads of 60% and 80% of 1RM ( $p < 0.05$ ). Participants reported improved stability and greater safety during squat execution, especially at higher loads. Additionally, diaphragmatic breathing reduces negative bar displacement, improving postural control and reducing the risk of injury. This study highlights the benefits of diaphragmatic breathing in resistance training, though further research is needed to confirm long-term effects and applicability across different populations.

**Keywords:** Valsalva maneuver, thoracic pressure, abdominal pressure, safety, individual approach.

## **SADRŽAJ**

1. UVOD .....	1
2. CILJEVI I HIPOTEZE.....	3
3. REZULTATI .....	7
4. RASPRAVA.....	12
5. ZAKLJUČAK.....	14
6. LITERATURA.....	15



## 1. UVOD

Dijafragma je ključni mišić koji sudjeluje u procesu disanja, omogućavajući inhalaciju i ekshalaciju, čime izravno utječe na funkcionalnost ljudskog tijela. Anatomski, dijafragma je smještena ispod pluća i srca, iznad trbušnih organa, te dijeli trup na gornji i donji dio. Njen oblik nalikuje kupoli koja se veže za donja rebra, lumbalni dio kralježnice i prsnu kost (Scanlon, 2018). Ovaj mišić ne samo da igra ulogu u disanju, već je i ključan za regulaciju autonomnog živčanog sustava, posebice parasimpatikusa, što može pomoći u smanjenju stresa, anksioznosti i krvnog tlaka (Scanlon, 2018).

Unatoč njenoj važnosti, odrasli često koriste samo 10% kapaciteta dijafragmalnog disanja, što može imati negativne posljedice na srčano-dišni sustav. Naime, nedovoljna upotreba dijafragme tijekom disanja može povećati srčani stres i krvni tlak, što dodatno opterećuje cirkulaciju (Nestor, 2020). Kontroliranjem ritma i frekvencije disanja moguće je izravno utjecati na živčani sustav i srčani ritam, čime se dijafragmi može pripisati uloga „drugog srca“ tijela zbog njene sposobnosti regulacije (Scanlon, 2018). Iako dijafragmalno disanje nije neophodno za preživljavanje, njegova pravilna primjena može značajno poboljšati stanje organizma, smanjiti stres, poboljšati funkciju pluća, krvni tlak, cirkulaciju i opću energetska razinu (Nestor, 2020). Štoviše, dublji udasi dijafragmom jačaju trbušne mišiće i omogućuju širenje rebrenog prostora, dok plitko disanje može dovesti do kontrakcije i napetosti među-rebrenih mišića (Nestor, 2020).

U kontekstu vježbanja, pravilno disanje dijafragmom posebno je važno tijekom izvedbe vježbi jakosti, poput čučnjeva, gdje se preporučuje upotreba Valsalva manevra kako bi se povećao intra-abdominalni tlak. Na taj način se osigurava stabilnost kralježnice i zaštita vitalnih organa tijekom izvođenja vježbi (Horschig i sur., 2017). Jednostavne metode učenja tehnike dijafragmalnog disanja mogu značajno poboljšati sigurnost i učinkovitost vježbanja (Horschig i sur., 2017).

Valsalva manevar, nazvan po Antoniju Valsalvi, prvotno je korišten kao metoda evaluacije srčano-žilnog sustava, a kasnije je postao standardna praksa u treningu s otporom. Ovaj manevar uključuje snažnu inspiraciju i forsiranu ekspiraciju prema zatvorenom glotisu, čime se povećava intra-torakalni i intra-abdominalni tlak (Baechle & Earle, 2008). Tijekom izvođenja Valsalva manevra dolazi do povećanja srčanog ritma i vazokonstrukcije kako bi se tlak uravnotežio, a po završetku manevra funkcije srčano-žilnog sustava vraćaju se u normalu (Baechle & Earle, 2008). Međutim, Valsalva manevar se ne preporučuje za dugotrajno

zadržavanje daha tijekom serija, osim u slučaju jednog maksimalnog ponavljanja (Horschig i sur., 2017). Prema Sandsu, Wurthu i Hewit (2012), pravilno disanje tijekom vježbanja je ključno za sigurnost i učinkovitost izvedbe. Najveći napor se javlja tijekom ekscentrične faze pokreta, kada je tijelo u najdubljoj poziciji čučnja. Sands i sur. (2012) preporučuje poticanje sportaša da izdišu tijekom koncentrične faze i udišu između ponavljanja, kako bi se smanjio rizik od neželjenih učinaka Valsalva manevra, uključujući naglo povećanje krvnog tlaka i mogućnost nesvjestice (Baechle & Earle, 2008).

Ranija istraživanja Lörinczia i sur. (2023) pokazala su da različiti obrasci disanja mogu značajno utjecati na performanse tijekom čučnja s vanjskim opterećenjem, dok Björk (2017) ističe potencijalne dobrobiti korištenja Valsalva manevra u kombinaciji s pojasom za dizanje utega na brzinu i snagu izvođenja čučnja. Također, istraživanja pokazuju da vježbe dijafragmalnog disanja mogu smanjiti stres i poboljšati respiratornu funkciju, što dodatno podržava njihovu implementaciju u trenažni proces (Hamasaki, 2020). Osim toga, istraživanja Linsenbardta i suradnika (1992) te Lepleyja i Hatzela (2010) ukazuju na značajan utjecaj tehnika disanja na krvni tlak tijekom vježbanja, pri čemu Valsalva manevar može značajno povećati krvni tlak, što je važno uzeti u obzir kod osoba s kardiovaskularnim problemima. Ove studije naglašavaju potrebu za oprezom pri korištenju Valsalva manevra, posebice kod pojedinaca s dijagnosticiranim srčanim problemima.

Iako je poznato koliko je pravilno disanje važno, kvantitativni podaci o utjecaju dijafragmalnog disanja na izvedbu stražnjeg čučnja s opterećenjem su rijetki. Korištenje video analize i softverskih alata moglo bi pomoći u objektivnijem ocjenjivanju tehnike izvedbe vježbi poput čučnja. Analiza izvedenih ponavljanja vježbe čučanj omogućuje identifikaciju tehničkih grešaka i njihovo ispravljanje, čime se poboljšava učinkovitost i sigurnost treninga. Primjena dijafragmalnog disanja u različitim vježbama s opterećenjem mogla bi rezultirati sigurnijom i efikasnijom izvedbom, dok bi pozitivni rezultati istraživanja mogli doprinijeti boljem razumijevanju važnosti pravilnog disanja tijekom treninga s opterećenjem.

Stoga, istraživanjem se nastojalo odgovoriti na pitanje kako dijafragmalno disanje utječe na snagu, stabilnost, brzinu i opću izvedbu stražnjeg čučnja.

## 2. CILJEVI I HIPOTEZE

Opći cilj istraživanja bio je utvrditi može li dijafragmalno disanje pomoći kvaliteti izvedbe stražnjeg čučnja osoba sa i bez iskustva u izvedbi stražnjeg čučnja ali bez iskustva s dijafragmalnim disanjem.

Specifični ciljevi istraživanja:

Utvrditi utjecaj pravilnog dijafragmalnog disanja na:

1. horizontalni pomak šipke;
2. brzinu izvedbe koncentričnog dijela čučnja;
3. veličinu sile koja se primjenjuje na šipku;
4. snagu mišića;
5. subjektivnu procjenu, sigurnost i brzinu oporavka tijekom i nakon izvođenja čučnjeva.

Sukladno postavljenim specifičnim ciljevima, specifične hipoteze su da pravilno dijafragmalno disanje može značajno povećati:

H1: horizontalni pomak šipke;

H2: brzinu izvedbe koncentričnog dijela čučnja;

H3: veličinu sile koja se primjenjuje na šipku;

H4: snagu mišića tijekom izvedbe čučnja;

H5: subjektivnu procjenu sigurnosti i brzinu oporavka tijekom i nakon izvođenja čučnjeva.

### **3. METODE RADA**

#### **Eksperimentalni nacrt**

Istraživanje je provedeno u dva dolaska. Ispitanicima je u prvom dolasku u dvoranu bilo potrebno odrediti jedno maksimalno ponavljanje (1RM) stražnjeg čučnja. Tijekom ovog dolaska, ispitanicima su objašnjeni protokol istraživanja, njegove prednosti, te potencijalni rizici.

U drugom dolasku, koji je bio nakon jednog tjedna, ispitanici su izvodili čučnjeve sa 60% i 80% 1RM-a u dvije serije, gdje su nakon prve serije educirani o pravilnom dijafragmalnom disanju.

#### **Ispitanici**

Korištenjem programa *G\*Power* (Germany, Düsseldorf, version 3.1.9.7) provedena je *a priori* analiza koja je, na temelju veličine učinka od 0,6, statističke snage od 0,80 i alfa pogreške od 0,05, sugerirala potreban uzorak od 19 ispitanika. U istraživanju je sudjelovalo ukupno 21 ispitanik u dobi od 18 do 30 godina. Ispitanici su bili zdravi, bez prethodnog iskustva u dijafragmalnom disanju, te su imali znanje o pravilnoj izvedbi stražnjeg čučnja. Kako bi osigurali kvalitetu izvedbe i potpuni oporavak, ispitanicima je zabranjeno provoditi intenzivne aktivnosti 48 sati prije istraživanja. Istraživanje je odobreno od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (broj odobrenja: 70/2024) te je provedeno u skladu s Helsinškom deklaracijom. Sva mjerenja je provodio iskusni mjeritelj.

#### **Stražnji čučanj**

Stražnji čučanj smatra se jednom od najkompletnijih i najkorisnijih vježbi u treningu s opterećenjem. Ova vježba obuhvaća razvoj različitih latentnih sposobnosti kao što su snaga, jakost, koordinacija, hipertrofija mišića i jačanje zglobnih struktura (Horschig i sur., 2017). Stražnji čučanj također omogućuje izravan trening kompleksnog obrasca pokreta poznatog kao *hip-drive*, aktivirajući mišiće stražnjeg kinetičkog lanca, uključujući glutealnu muskulaturu, mišiće stražnje strane natkoljenice i aduktore, dok quadriceps femoris sudjeluje u opružanju koljena (Rippetoe i Kilgore, 2011).

Tehnika stražnjeg čučnja kojeg su ispitanici izvodili podijeljena je u sljedeće korake (Horschig i sur., 2017):

1. U visokoj poziciji olimpijska šipka se pritisne na muskulaturu stražnjeg ramena i gornjeg dijela trapeziusa.
2. Noge se postavljaju nešto šire od širine ramena, a stopala se okreću dijagonalno prema van.
3. Kontrahiraju se mišići gluteusa.
4. Udiše se dijafragmom, uz izvođenje Valsalva manevra (nakon edukacije).
5. Zdjelica se rotira u prednji nagib, aktivirajući posteriorni lanac mišića.
6. Dah se zadržava dok se tijelo spušta u poziciju čučnja, zadržavajući ravnotežu.
7. Kukovi i prsa se koriste istovremeno za podizanje iz čučnja, uz kontrakciju quadricepsa.
8. U završnoj poziciji vrši se izdah i kratkoročno opuštanje mišića, pripremajući se za sljedeće ponavljanje.

Širina hvata na olimpijskoj šipci može varirati, ali to je prepušteno preferenciji ispitanika (Rippetoe i Kilgore, 2011). U slučaju poteškoća s ekscentričnom fazom pokreta u koljenom zglobu, preporučena je aktivacija mišića gornjeg dijela trupa stiskanjem šipke i pokušajem njenog savijanja preko mišića trapeziusa. Ova akcija može pomoći u dodatnoj aktivaciji mišića stražnjeg kinetičkog lanca i uspješnom dovršetku čučnja (Horschig i sur., 2017).

### **Mjerenje jednog maksimalnog ponavljanja (1RM)**

Prije mjerenja 1RM, ispitanici su proveli zagrijavanje uključujući 5-10 minuta laganog trčanja, dinamičko istezanje, te dvije serije čučnjeva s težinom od 40-60% procijenjenog 1RM-a, izvodeći 5-10 ponavljanja. Protokol za mjerenje 1RM-a započeo je s opterećenjem od 50-70% procijenjenog 1RM-a, uz postupno povećanje težine za 5-10% nakon svakog uspješnog ponavljanja. Pauza između pokušaja trajala je 3-5 minuta kako bi se omogućio potpuni oporavak. Proces se ponavljao dok ispitanik nije uspio izvesti jedno ponavljanje s pravilnom tehnikom, a težina posljednjeg uspješnog ponavljanja smatrala se 1RM-om.

## **Mjerenje čučnjeva**

Tijekom drugog dolaska, ispitanici su nakon standardiziranog zagrijavanja izveli ukupno 4 serije po 10 ponavljanja sa 60% i 80% 1RM-a. Prva serija bila je sa 60% 1RM, a druga sa 80% 1RM s ispitanikovim preferiranim načinom disanja. Nakon toga su učili tehniku Valsalva manevra i dijafragmalnog disanja, te su u sljedeće dvije serije ponovili mjerenje ali uključujući pravilno dijafragmalno disanje. Nakon svake serije slijedio je odmor od 3-5 minuta. U analizu su uzeta osam ponavljanja, od drugog do devetog.

## **Optička video analiza**

U istraživanju je korišten *WL Analysis*, softver za analizu videa kojim se prati trajektorija utega i koji pruža informacije kao što su brzina, snaga, sila i horizontalni pomak utega. Softver omogućuje preciznu i objektivnu kvantifikaciju ključnih parametara pri izvedbi stražnjeg čučnja.

## **Metode obrade podataka**

Dobiveni podaci su obrađeni u programu Statistica 13 za Windows. Izračunati su deskriptivni pokazatelji u vidu aritmetičke sredine i standardne devijacije za sve varijable. Statistička značajnost razlika u sili, brzini utega, snazi i horizontalnom pomaku utega prije i nakon edukacije o pravilnom dijafragmalnom disanju utvrđena je t-testom za zavisne uzorke za obje veličine opterećenja (60% i 80% 1RM). Za izradu grafova korišten je Microsoft Excel. Razina statističke značajnosti bila je  $p < 0,05$ . Ispitanici su kroz razgovor nakon izvedbe stražnjeg čučnja izrazili poboljšani osjećaj sigurnosti koristeći dijafragmalno disanje uz Valsalva manevar. Također, izrazili su osjećaj bržeg oporavka tijekom izvođenja serije, kao i nakon njenog završetka. Pravilna tehnika dijafragmalnog disanja pomogla je ispitanicima da prevladaju prijašnje plitko disanje, što je rezultiralo kvalitetnijom izvedbom stražnjeg čučnja.

### 3. REZULTATI

Aritmetičke sredine i standardne devijacije za sile, brzine, snage i pomake utega s opterećenjem od 60% i 80% 1RM, izvedene sa i bez dijafragmalnog disanja, prikazane su u Tablici 1. Rezultati obuhvaćaju podatke dobivene kroz osam ponavljanja čučnja za svaku varijablu. Detaljne razlike između klasičnog disanja i dijafragmalnog disanja u vježbi čučanj prikazane su u Tablici 2, koja prikazuje t-vrijednosti i p-vrijednosti za svaku varijablu.

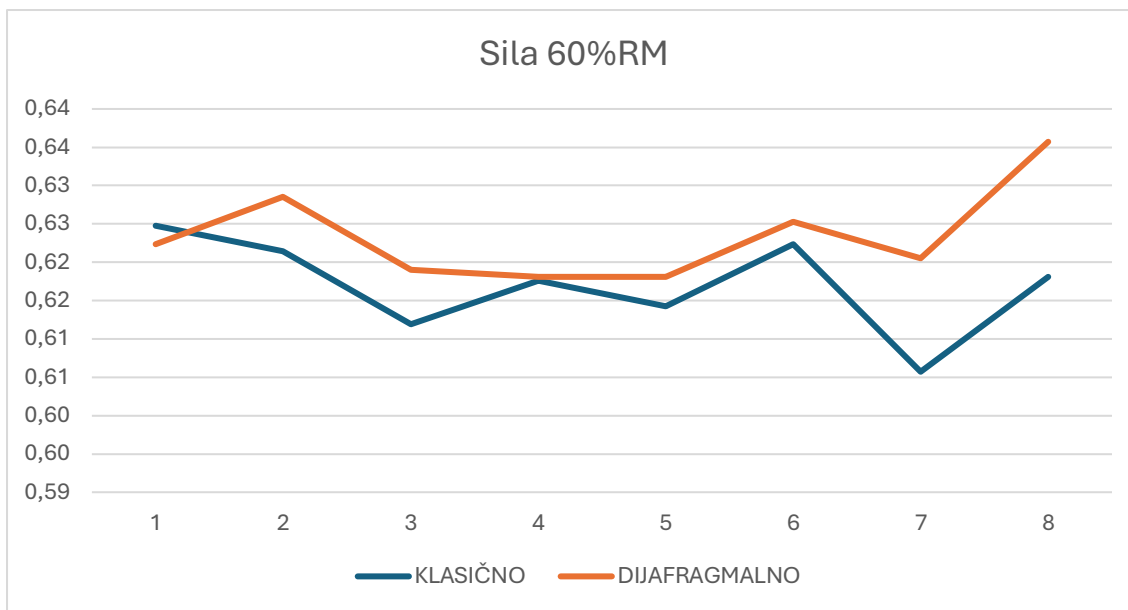
Tablica 1. Aritmetička sredina i standardna devijacija sile, brzine, snage i pomaka utega s i bez dijafragmalnog disanja s opterećenjem od 60 i 80% 1RM kroz osam ponavljanja čučnja

Opterećenje	Disanje	Sila	Brzina	Snaga	Pomak
60% 1RM	Klasično	0,62 ± 0,01	1,27 ± 0,02	0,70 ± 0,02	-0,13 ± 0,01
	Dijafragmalno	0,63 ± 0,01	1,32 ± 0,03	0,72 ± 0,02	-0,14 ± 0,01
80% 1RM	Klasično	0,81 ± 0,01	1,07 ± 0,04	0,76 ± 0,03	-0,11 ± 0,01
	Dijafragmalno	0,83 ± 0,01	1,11 ± 0,04	0,81 ± 0,03	-0,10 ± 0,01

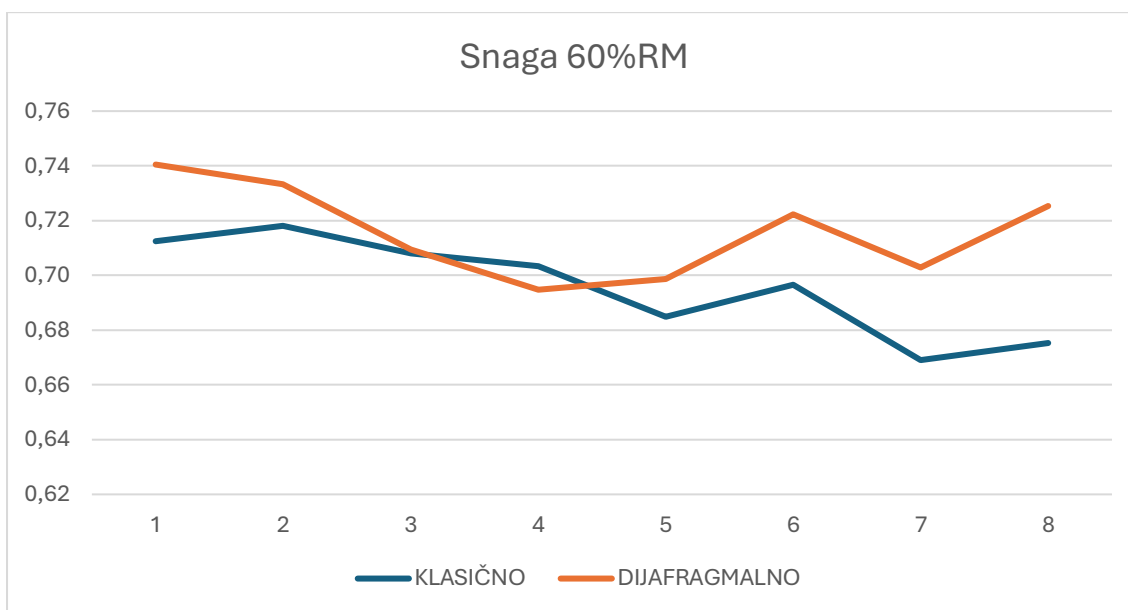
Tablica 2. Rezultati t-testa koji prikazuje razlike u sili, brzini, snazi i pomaku utega s i bez dijafragmalnog disanja s opterećenjem od 60 i 80% 1RM kroz osam ponavljanja čučnja

	Varijabla	t	p
60% 1RM	Sila	-3,862	0,006*
	Brzina	-5,774	0,001*
	Snaga	-2,813	0,026*
	Pomak	4,583	0,003*
80% 1RM	Sila	-4,782	0,002*
	Brzina	-5,518	0,001*
	Snaga	-5,624	0,001*
	Pomak	-2,826	0,026*

\*p<0,05

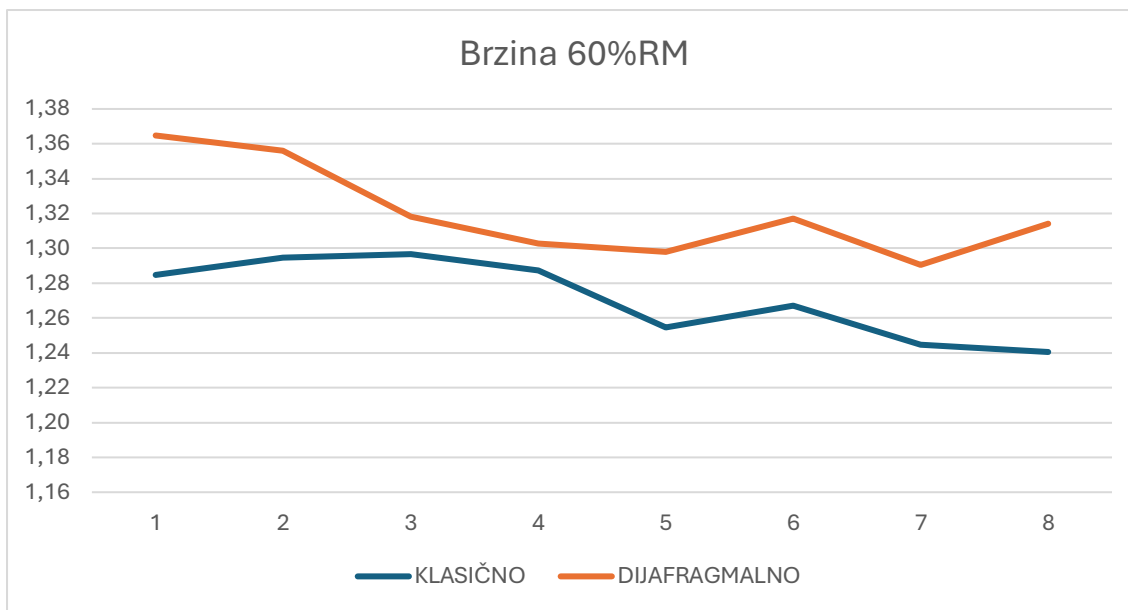


Slika 1. Graf sila kroz osam ponavljanja stražnjeg čučnja s opterećenjem od 60% 1RM

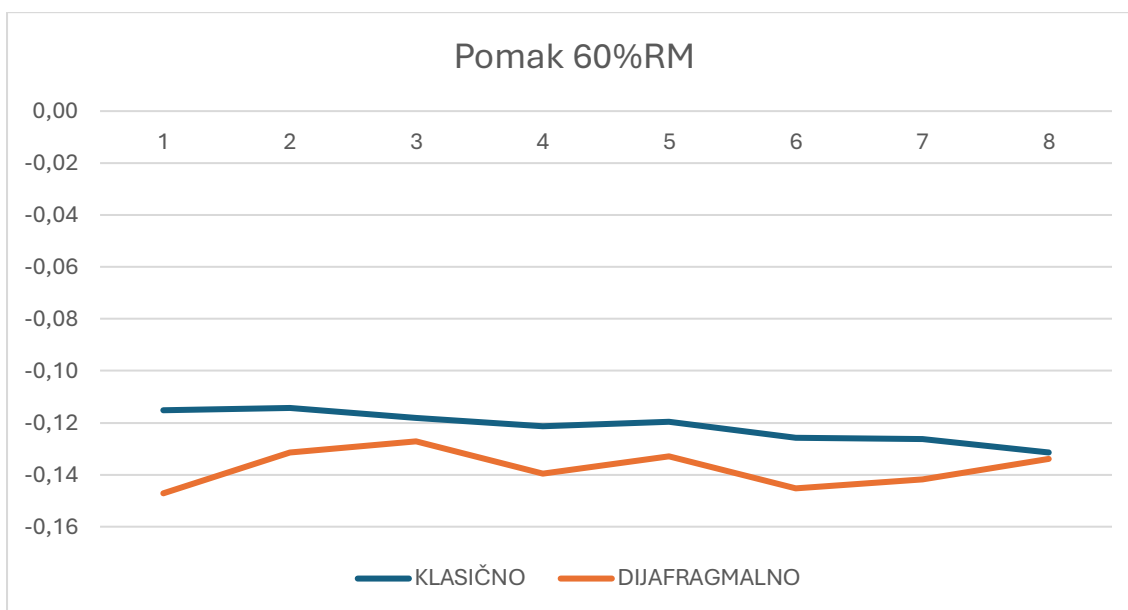


Slika 2. Graf snage kroz osam ponavljanja stražnjeg čučnja s opterećenjem od 60% 1RM

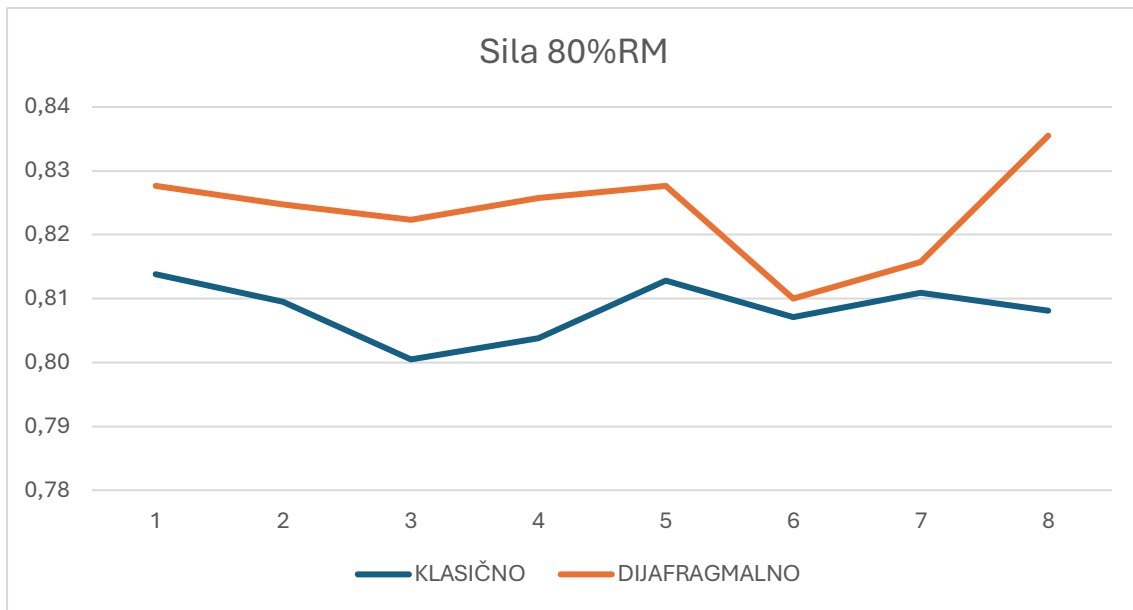




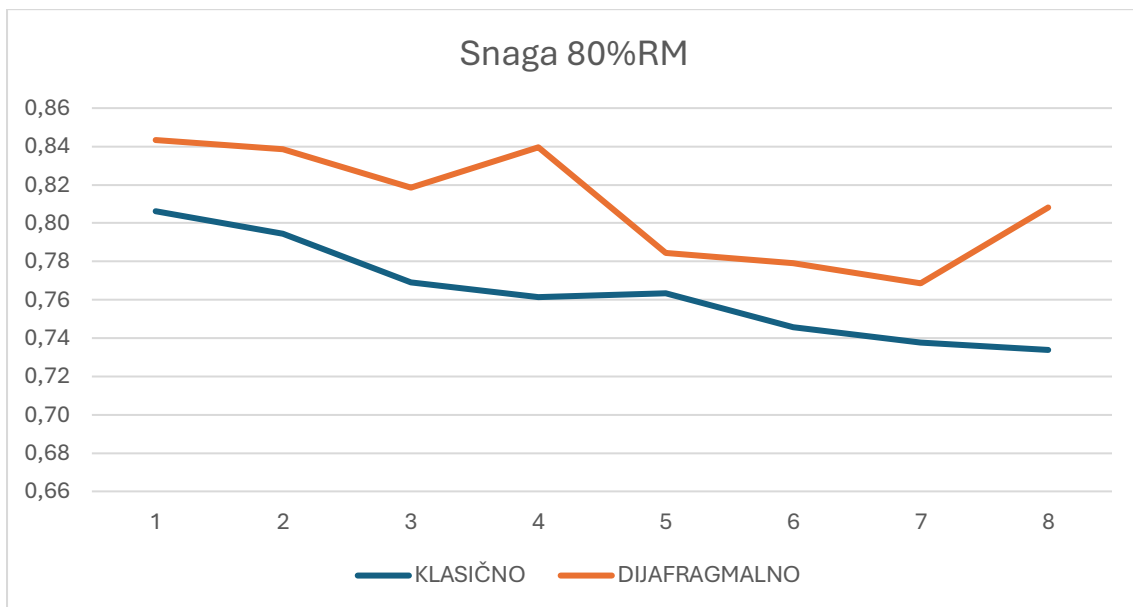
Slika 3. Graf brzine utega kroz osam ponavljanja stražnjeg čučnja s opterećenjem od 60% 1RM



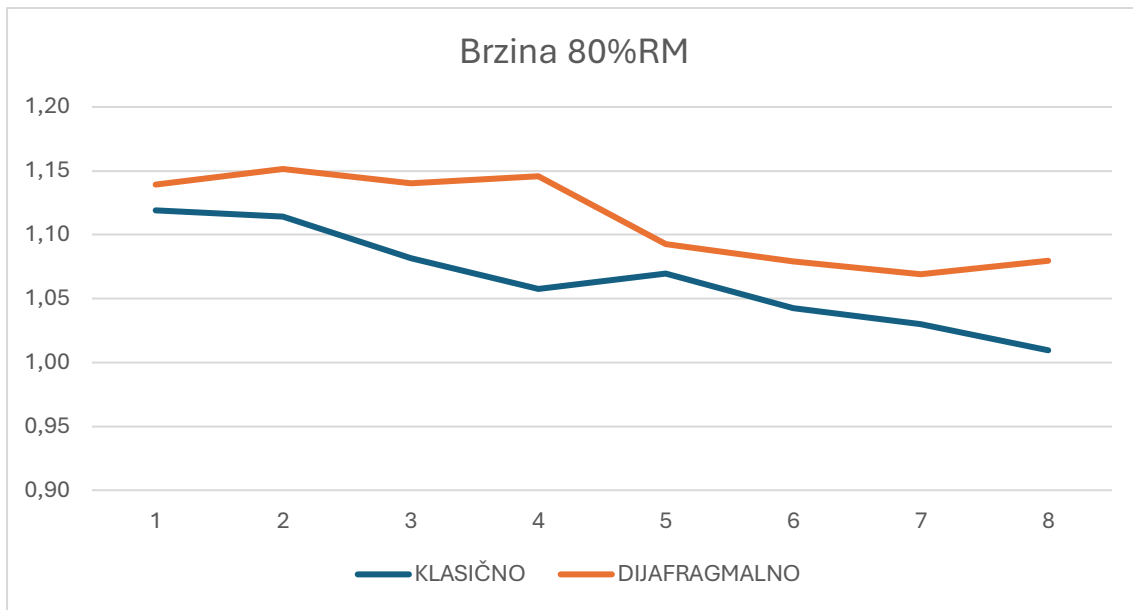
Slika 4. Graf horizontalnog pomaka utega kroz osam ponavljanja stražnjeg čučnja s opterećenjem od 60% 1RM



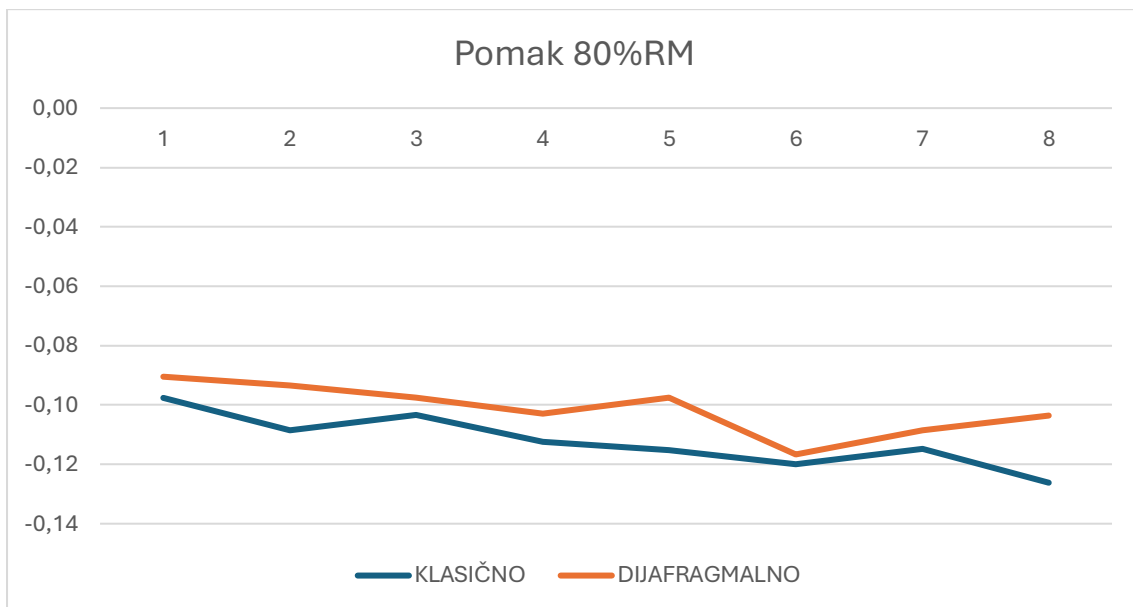
Slika 5. Graf sila kroz osam ponavljanja stražnjeg čučnja s opterećenjem od 80% 1RM



Slika 6. Graf snage kroz osam ponavljanja stražnjeg čučnja s opterećenjem od 80% 1RM



Slika 7. Graf brzine utega kroz osam ponavljanja stražnjeg čučnja s opterećenjem od 80% 1RM



Slika 8. Graf horizontalnog pomaka utega kroz osam ponavljanja stražnjeg čučnja s opterećenjem od 80% 1RM

## **4. RASPRAVA**

Glavni nalazi ovog istraživanja otkrivaju značajne razlike između dviju metoda disanja u svim mjerenim varijablama – sili, brzini, snazi i pomaku utega. Rezultati t-testa za zavisne uzorke pokazali su da je dijafragmalno disanje dovelo je do statistički značajno većih vrijednosti sile, brzine i snage ( $p < 0,05$ ) pri opterećenju od 60% i 80% 1RM u stražnjem čučnju. Također, promjene u pomaku utega bile su statistički značajne, pri čemu je zabilježen manji negativan pomak kod većih opterećenja (80% 1RM), što sugerira poboljšanu stabilnost pri korištenju dijafragmalnog disanja.

### **Povećanje sile, brzine i snage**

Jedan od ključnih doprinosa ovog istraživanja je potvrda značajnog povećanja sile, brzine i snage kod ispitanika koji su primjenjivali dijafragmalno disanje. Veće vrijednosti ovih varijabli ukazuju na značajnu biomehaničku prednost dijafragmalnog disanja u usporedbi s klasičnim disanjem. Ovaj nalaz je u skladu s prethodnim istraživanjima, poput onih Rippetoea i Kilgorea (2011) i Horschiga i sur. (2017), koji su naglasili ulogu intraabdominalnog tlaka u stabilizaciji trupa tijekom vježbi s opterećenjem. Dijafragmalno disanje povećava intraabdominalni tlak, što dovodi do boljeg prijenosa sile kroz tijelo, osobito u kompleksnim vježbama poput čučnja. Ovi rezultati sugeriraju da bi dijafragmalno disanje moglo poboljšati tehniku vježbi jakosti i snage kroz poboljšanu posturalnu stabilnost i angažman mišića trupa.

Iako su ispitanici naveli da im je dijafragmalno disanje isprva bilo tehnički zahtjevno, istaknuli su osjećaj veće sigurnosti i kontrole tijekom izvedbe čučnja, posebice kod opterećenja od 80% 1RM. Nije bilo negativnih posljedica po osjećaj izvedbe, a ispitanici su primijetili bolju stabilnost, što je osobito važno za smanjenje rizika od ozljeda tijekom vježbi s velikim opterećenjem.

### **Utjecaj dijafragmalnog disanja na pomak utega**

Rezultati istraživanja također ukazuju na značajan utjecaj dijafragmalnog disanja na pomak utega. Kod opterećenja od 80% 1RM, primjena dijafragmalnog disanja rezultirala je većim pozitivnim pomakom utega u usporedbi s klasičnim disanjem, što upućuje na bolju kontrolu pokreta i povećanu stabilnost. Rezultati t-testa za zavisne uzorke pokazali su da iako je razlika u pomaku utega kod opterećenja od 60% 1RM bila manja, ostala je statistički značajna,

potvrđujući važnost ove tehnike disanja, posebice kod većih opterećenja. Zanimljivo je napomenuti da su ispitanici s izraženim stražnjim nagibom zdjelice tijekom dijafragmalnog disanja uspjeli smanjiti taj nagib i time poboljšati posturu te smanjiti opterećenje na lumbalni dio kralježnice, što može imati značajan preventivni učinak na ozljede.

### **Fiziološke i biomehaničke implikacije**

Osim biomehaničkih prednosti, dijafragmalno disanje ima i važne fiziološke učinke. Povećanjem intraabdominalnog tlaka, dolazi do stabilnije i učinkovitije aktivacije trupa, što može smanjiti rizik od ozljeda tijekom vježbi s velikim opterećenjem. Nadalje, dijafragmalno disanje može poboljšati kapacitet pluća i povećati oksigenaciju mišića, što je osobito važno za održavanje performansi tijekom intenzivnog treninga jakosti i snage. Horschig i sur. (2017) ističu da je dijafragmalno disanje ključno za postizanje optimalne mišićne kontrakcije i stabilnosti tijekom složenih vježbi poput čučnjeva, što je i potvrđeno rezultatima ovog istraživanja.

### **Razlike između opterećenja od 60% i 80% 1RM**

Istraživanje je pokazalo da dijafragmalno disanje ima dosljedne pozitivne učinke pri obje razine opterećenja, 60% i 80% 1RM. Pri opterećenju od 80% 1RM, razlike u korist dijafragmalnog disanja bile su izraženije, što sugerira da je ova tehnika osobito korisna u uvjetima većeg opterećenja i kasnijih ponavljanja u seriji, gdje poboljšana brzina i snaga mogu poslužiti kao važan stimulans za mišićnu hipertrofiju i izdržljivost. Pri manjim opterećenjima (60% 1RM), prednosti dijafragmalnog disanja bile su prisutne, ali manje izražene, vjerojatno zbog učenja nove tehnike disanja i manjeg opterećenja. Stabilnost koju dijafragmalno disanje osigurava i dalje doprinosi boljoj izvedbi, osobito u pogledu posturalne kontrole i sprječavanja ozljeda.

Iako ovo istraživanje nudi značajan uvid u utjecaj dijafragmalnog disanja na biomehaniku izvedbe čučnja, postoje određena ograničenja koja treba uzeti u obzir. Ispitanici su bili rekreativni sportaši bez prethodnog iskustva s dijafragmalnim disanjem, što znači da su rezultati mogli biti pod utjecajem kratkog vremena prilagodbe na ovu tehniku. Dulje razdoblje prilagodbe moglo bi rezultirati još većim poboljšanjima u performansama, što bi trebalo biti predmetom daljnjih istraživanja.

## 5. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje pokazalo je da dijafragmalno disanje značajno poboljšava biomehaničke parametre poput sile, brzine i snage tijekom izvođenja stražnjeg čučnja, te pruža dodatnu stabilnost i kontrolu nad pokretom utega. Ovi nalazi sugeriraju da bi dijafragmalno disanje trebalo biti preporučeno kao dio standardne tehnike disanja za sportaše i rekreativce koji se bave treningom jakosti i snage, osobito tijekom izvođenja složenih vježbi kao što je čučanj. Poboljšana kontrola i stabilnost koju osigurava dijafragmalno disanje mogu pomoći u smanjenju rizika od ozljeda, osobito kod izvođenja vježbi s velikim opterećenjima.

Daljnja istraživanja trebala bi uključiti veći uzorak ispitanika te dulje razdoblje prilagodbe na dijafragmalno disanje kako bi se dodatno istražili dugoročni učinci ove tehnike na izvedbu i prevenciju ozljeda. Na temelju rezultata ovog istraživanja, dijafragmalno disanje može se preporučiti kao učinkovita strategija za poboljšanje izvedbe u stražnjem čučnju te za povećanje stabilnosti, snage i brzine kod sportaša i rekreativaca.

## 6. LITERATURA

- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. 3rd ed. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Björk, J. (2017). The effect of a weight lifting belt and the use of valsalva maneuver on power output and velocity in a squat (Dissertation). Retrieved from <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hh:diva-33956>
- Hamasaki H. Effects of Diaphragmatic Breathing on Health: A Narrative Review. *Medicines*. 2020; 7(10):65. <https://doi.org/10.3390/medicines7100065>
- Horschig, A., Sonthana, K., & Neff, T. (2017). *The squat bible: The ultimate guide to mastering the squat and finding your true strength*. Squat University.
- Lepley, A. S., & Hatzel, B. M. (2010). Effects of weightlifting and breathing technique on blood pressure and heart rate. *Journal of strength and conditioning research*, 24(8), 2179–2183. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e2741d>
- Linsenhardt, S. T., Thomas, T. R., & Madsen, R. W. (1992). Effect of breathing techniques on blood pressure response to resistance exercise. *British journal of sports medicine*, 26(2), 97–100. <https://doi.org/10.1136/bjism.26.2.97>
- Lörinczi, F., Kushkestani, M., & Vanderka, M. (2023b). Effect of various breathing conditions on squat jump performance. *Journal of Physical Education and Sport*, 23(8), 2034–2040. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.08234>
- Nestor, J. (2020). *Breath*. Penguin Life.
- Rippetoe, M., & Kilgore, L. (2011). *Starting strength: basic barbell training*. 3rd ed. Wichita Falls, TX, Aasgaard Co.
- Sands, W.A., Wurth, J.J. & Hewitt, J.K. (2012). *Basics of Strength and Conditioning Manual*. The National Strength and Conditioning Association's (NSCA).
- Scanlon, V. C., & Sanders, T. (2018). *Essentials of anatomy and physiology* (8th ed.). F.A. Davis Company.