



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI  
FAKULTET FIZIČKOG VASPITANJA I  
SPORTA



**Mr Nenad Rađević**

**PROMJENE PARAMETARA MIŠIĆNIH  
SPOSOBNOSTI RUKU I RAMENOG  
POJASA POD UTICAJEM TRENINGA SA  
OTPOROM NA STABILNOJ I  
NESTABILNOJ PODLOZI KOD  
NETRENIRANIH OSOBA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Banja Luka, 2018.



UNIVERSITY OF BANJA LUKA  
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION  
AND SPORT



MSc Nenad Rađević

**MODIFICATIONS OF ARMS AND  
SHOULDERS MUSCLES STRENGTH  
PARAMETERS INFLUENCED BY  
RESISTANCE TRAINING USING STABLE  
AND UNSTABLE SURFACES WITH  
UNTRAINED INDIVIDUALS**

DOCTORAL DISSERTATION

Banja Luka, 2018.

## **Informacije o mentoru i doktorskoj disertaciji**

**Mentor:** prof. dr Nenad Ponorac, vanredni profesor, Univerzitet u Banjoj Luci, Medicinski fakultet, uža naučna oblast Fiziologija.

**Naslov doktorske disertacije:** Promjene parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa pod uticajem treninga sa otporom na stabilnoj i nestabilnoj podlozi kod netreniranih osoba.

**Rezime:** Upotreba treninga sa otporom na nestabilnim podlogama (švajcarska lopta, bossu lopte, balans diskovi...) postao je sastavni dio svakodnevnih trenažnih programa sportista ali i rekreativnih programa građana. Mišljenja trenera o upotrebi treninga sa otporom na nestabilnim podlogama su različita. Jedni smatraju da upravo trening na nestabilnim podlogama treba da bude osnova treninga snage, dok drugi smatraju da se ovaj trening treba isključivo koristiti kao dopunski trening, odnosno kao trening u funkciji prevencija povreda, rehabilitacije, kontrole tjelesne mase i snage. Kada se pogleda oblast rehabilitacije, veliki je broj rezultata i istraživanja koja dokazuju smisao i svrhu ovakvog vida treninga. Daleko je manji broj istraživanja koji potvrđuju ili odbacuju primjenu treninga sa opterećnjem na nestabilnim podlogama kod netreniranih osoba. Upravo, cilj ovog rada je bio da se kroz programiran trenažni program na nestabilnim podlogama utvrde promjene mišićnih parametara kod zdravih, punoljetnih, netreniranih osoba muškog pola. Realizovani trenažni protokol trajao je osam nedjelja, uz prethodnu tehničku obuku od četiri nedjelje. Ispitanici su bili podijeljeni u dvije eksperimentalne grupe po 30 ispitanika i izvodili su vježbu potisak sa grudi sa šipkom i tegovima, šest serija po osam ponavljanja, sa pauzom između serija od dva minuta, uz opterećenje 50% od prethodno određene vrijednosti jednog maksimalnog ponavljanja (1 RM), u stabilnim uslovima (ravna klupa) i nestabilnim uslovima (švajcarska lopta). Dobijeni rezultati su potvrdili opravdanost primjene navedenog trenažnog protokola u pogledu povećanja apsolutnih i relativnih vrijednosti snage kod netreniranih osoba bez obzira na vrstu podloge. Takođe, navedeni realizovani trenažni protokol ne dovodi do povećanja sile niti u stabilnim, niti u nestabilnim uslovima. Dobijeni rezultati motivišu autora i izazivaju pažnju na neke nove istraživačke rade u ovoj oblasti.

**Ključne riječi:** sila, snaga, ruke i rameni pojasi, trening sa otporom, nestabilne podloge, stabilne podloge, netrenirane osobe.

**Naučna oblast:** Društvene nauke.

**Naučno polje:** fizički trening, motoričko učenje, sport.

**Klasifikaciona oznaka:** S273

**Tip odabrane licence Kreativne zajednice:** CC BY-NC-SA (autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima)

## **Information about mentor and doctoral dissertation**

**Mentor:** prof. Nenad Ponorac, an associate professor at the University of Banja Luka, Faculty of Medicine, the area of scientific expertise - Physiology

**Title of doctoral dissertation:** Modifications of arms and shoulders muscles strength parameters influenced by resistance training using stable and unstable surfaces with untrained individuals

**Abstract:** The performance of resistance training using unstable surfaces (e.g. Swiss balls, BOSU balls, balance discs, etc.) has not only became a part of everyday training programmes for sportspeople, but also programmes for amateurs. Sports trainers' thoughts on this matter differ. Some of them think that training using unstable surfaces is the one that should be the basic strength training, while the others think that this type of training should be only used as an additional training, regarding the type of trainings functioning as injury protection, rehabilitation, body weight control and strength. Observing the field of rehabilitation, there is an enormous number of results and surveys that prove the meaning and purpose of this type of training. There is far less number of surveys that approve or disapprove the implementation of resistance training using unstable surfaces with untrained individuals. This work aims exactly to identify the modification of muscles parameters with healthy untrained adult male individuals through scheduled training programme using unstable surfaces. The implemented training programme has lasted eight weeks together with the previous technical training that had lasted four weeks. The examinee were separated into two experimental groups of thirty people who were doing the barbell chest press exercise in six series of eight repetitions with the two-minute break between the series with the 50% weight of the previously determined weight of one maximum repetition (1 RM) in stable conditions (flat bench) and unstable conditions (Swiss ball). The obtained results proved the justification of the usage of this training programme regarding the absolute and relevant strength values increasing with untrained individuals regardless of the kind of surface. In addition, implemented training programme mentioned does not lead to force increasing neither in stable nor unstable conditions. The results obtained are motivating for the author and inspiring for some forthcoming research works in this field.

**Key words:** force, strength, arms and shoulders, resistance training, unstable surfaces, stable surfaces, untrained individuals.

**Scientific field:** Social Sciences.

**Scientific domain:** physical training, motor learning, sport.

**Classification code:** S273,

**Type of selected Creative Commons license:** CC BY-NC-SA (Attribution – Non Commercial – Share Alike)

*Nema svako privilegiju da u svom mentoru ima i prijatelja, ali ja sam tu sreću imao. Veliko hvala mom mentoru, a prije svega prijatelju, prof. dr Nenadu Ponorcu, na stečenom znanju i korisnim savjetima, kao i nesebičnoj podršci koju mi je pružao kako u izradi magistarskog rada, tako i sada prilikom izrade doktorskog rada.*

*Takođe, želim da se zahvalim svojim roditeljima, bratu i njegovoј porodici, kao i svim prijateljima koji su vjerovali u mene.*

*I na kraju, posebno želim da se zahvalim svojoј supruzi Ilijani, na strpljenju i moralnoј podršci. Ovaj rad poklanjam supruzi Ilijani, kćerki Nađi i sinu Aleksi.*

*There are a few people privileged enough to find a mentor and a friend in one person. I had that luck. Thanks a million to my mentor and a friend first of all, prof. Nenad Ponorac for all the knowledge and useful advice he gave me, as well as for all the unselfish support given during the process of writing both my master's and PhD thesis.*

*Also, I would like to thank my parents, my brother and his family and to all my friends who have believed in me.*

*Finally, I would especially like to thank my wife Ilijana for the patience and moral support she has given me through all this time. I dedicate this work to my wife Ilijana, my daughter Nada and my son Aleksa.*



# Sadržaj

<b>1. UVODNO RAZMATRANJE.....</b>	10
<b>2. TEORIJSKI OKVIR RADA.....</b>	12
<b>2.1. DEFINISANJE OSNOVNIH POJMOVA .....</b>	12
2.1.1. Sila i snaga izolovanog mišića .....	13
2.1.2. Faktori značajni za ispoljavanje sile i snage .....	22
2.1.2.1. Periferni faktori.....	23
2.1.2.2. Centralni faktori.....	27
2.1.3. Metode treninga snage .....	30
<b>2.2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA .....</b>	32
2.2.1. Ispoljavanje mišićnih parametara u realnim uslovima .....	32
2.2.2. Ispoljavanje mišićnih parametara u nestabilnim uslovima.....	39
2.2.2.1. Vrste treninga na nestabilnim podlogama .....	57
<b>3. PREDMET, CILJ, ZADACI ISTRAŽIVANJA .....</b>	59
<b>4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA .....</b>	60
<b>5. PRIMJENJENA METODOLOGIJA .....</b>	61
<b>5.1. TOK I POSTUPAK ISTRAŽIVANJA.....</b>	61
<b>5.2. UZORAK ISPITANIKA .....</b>	62
<b>5.3. UZORAK VARIJABLI I NAČIN NJIHOVOG MJERENJA .....</b>	62
5.3.1. Opis eksperimentalnog programa vježbanja .....	62
5.3.1.1. Švajcarska lopta.....	64
5.3.2. Procjena maksimalne sile metodom repetitivnog maksimuma.....	65
5.3.3. Procjena mišićne snage metodom dinamičkih naprezanja .....	66
<b>5.4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA.....</b>	69
<b>6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....</b>	71
<b>6.1. DESKRIPTIVNA STATISTIKA GRUPA .....</b>	71
<b>6.2. PARAMETRI MIŠIĆNE SPOSOBNOSTI .....</b>	72
6.2.1. Mišićna sila.....	72
6.2.2. Mišićna snaga.....	75
6.2.3. Relativna mišićna snaga .....	79

<b>7. DISKUSIJA .....</b>	83
<b>7.1. PARAMETRI MIŠIĆNE SPOSOBNOSTI.....</b>	84
<b>8. ZAKLJUČAK .....</b>	95
<b>9. ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA .....</b>	98
<b>LITERATURA .....</b>	100

# 1. UVODNO RAZMATRANJE

Trening sa otporom na nestabilnim podlogama postao je sastavni dio trenažnih i pripremnih aktivnosti sportista ali i svakodnevnih sportsko – rekreativnih aktivnosti građana. Gotovo u svim sportovima se koriste nestabilne podloge (pilates lopte, balans diskovi, bosu lopte...) u cilju poboljšanja mišićnih parametara, poboljšanja sportskih rezultata, prevencije povreda sportista i rehabilitacije.

Povećani zahtjevi koje karakteriše savremeni sport, te najnovija trenažna praksa i fiziološka dostignuća, ističu neophodnost kreiranja novih modela trenažnih programa, sa ciljem ostvarivanja boljih sportskih rezultata. U drugoj polovini 20 vijeka sportski uspjesi i sam rad u sportu bio je baziran na sportskoj tehničkoj tehnici. Nakon tehničkog perioda, slijedi period u kome se postepeno važnost daje snazi kao prioritetskoj fizičkoj sposobnosti u sportu, s obzirom da u uslovima podjednake tehničke pripremljenosti snažniji pobjeđuju, što je podstaklo trenere, stručnjake u sportu i druge sportske radnike da svoj naučno – istraživački rad usmjere ka ovoj fizičkoj sposobnosti i različitim modelima razvoja iste.

Veliki broj kvalifikacionih takmičenja, te norme koje se postavljaju pred same sportiste, direktno su dovele do povećanja obima i intenziteta treninga, te se pored sve većeg izbora kompleksnih specifičnih vježbi u trenažnim aktivnostima, posebna pažnja se posvećuje razvijanju fizičkih sposobnosti sportista a prije svega snage i njenih parametara.

Savremena trenažna tehnologija i upotreba najnovijih metoda i sredstava u procesu treninga, doveli su do poboljšanja čovjekovih fizičkih sposobnosti, a rezultat svega su vrhunska sportska dostignuća. Zahvaljujući planiranju, uključivanju nauke u sistematizaciju, struktuiranju, realizaciji i prepoznavanju efekata treninga, današnjim trenerima dostupne su mnoge tajne ljudskog tijela, te im je data mogućnost da shvate način na koji ono funkcioniše.

Niz faktora utiče na postizanje vrhunskih sportskih rezultata, ali jedan od najvažnijih je optimalna razvijenost opštih i specifičnih fizičkih sposobnosti sportiste. S obzirom na svoje specifičnosti, svaki sport karakteriše razvijenost odgovarajućih motoričkih sposobnosti sportiste. Skoro svi individualni i kolektivni sportovi zahtijevaju vrlo visok nivo razvijenosti motoričkih sposobnosti sportista. Međutim, važno je naglasiti da snaga predstavlja osnovu u razvoju fundamentalnih sposobnosti sportiste.

Sve veći broj trenera, sportskih stručnjaka i stručnjaka u sportu se zalaže za upotrebu treninga sa otporom na nestabilnim podlogama. Naravno, njihova mišljenja su različita. Jedni smatraju da upravo trening na nestabilnim podlogama treba da bude osnova treninga snage, dok drugi smatraju da se ovaj trening treba isključivo koristiti kao dopunski trening, odnosno kao trening u funkciji prevencija povreda, rehabilitacije, kontrole tjelesne mase i snage.

Kada se pogleda oblast rehabilitacije, trening sa otporom na nestabilnim podlogama je našao svoju punu primjenu. Veliki je broj rezultata i istraživanja koja dokazuju smisao i svrhu ovakvog vida treninga, posebno u procesu oporavka sportista i prevenciji povreda.

Upotreba treninga sa otporom na nestabilnim podlogama kod netreniranih osoba je dosta manje istražena i upravo cilj ovog rada je da se na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja mišićnih sposobnosti u sportu ali i kod netreniranih osoba, te primjenom savremene trenažne tehnologije i mjernih instrumenata, dođe do kvalitetnih pokazatelja, koji će nam dati adekvatne smjernice o mogućnostima primjene navedenog treninga u sportu, odnosno trenažnim aktivnostima koje treba da doprinesu razvoju motoričkih sposobnosti sportista i njegovih postignuća.

## 2. TEORIJSKI OKVIR RADA

### 2.1. DEFINISANJE OSNOVNIH POJMOVA

Analizirajući pojmove koji su korišteni u ovom istraživanju, možemo zaključiti da većina pojmova pripadaju oblasti fiziologije sporta i sportske antropomotorike, pa je i sam istraživački problem moguće smjestiti u ovu oblast sportskih nauka.

U ovom naučno - istraživačkom radu, sila i snaga, sa svojim specifičnim manifestacijama koje se u literaturi novijeg datuma (Perić, 2007) zajedničkim imenom označavaju kao motorička svojstva sa miogenim izlazom, zauzimaju centralno mjesto. Često se u našoj literaturi može naći mješanje ovih pojmljiva, dok su u stručnoj i naučnoj literaturi na engleskom jeziku ovi pojmovi jasno definisani, pa je mišićna sila označena kao *muscle force*, mišićna snaga kao *muscle power*, te mišićna jačina kao *muscle strength*. Da bi se u naučnim i stručnim razmatranjima izbjeglo miješanje pojmljiva, *mišićna jačina* je označena kao sposobnost savladavanja opterećenja, odnosno *sile*, dok je postojeći termin *mišićna snaga* označena kao sposobnost savladavanja opterećenja u određenom vremenu (Radovanović i Ignjatović, 2009).

Jedna od definicija koja se smatra najprihvatljivijom, a odnosi se na snagu, jeste definicija Zatsiorskog (1995), koji snagu definiše kao sposobnost čovjeka da savlada spoljašnji otpor ili da mu se suprostavi pomoću mišićnih naprezanja, odnosno mišićnom silom.

Takođe, Zatsiorski i Kraemer (2009), definišu snagu kao sposobnost kojom se proizvodi vršna maksimalna sila  $F_{mm}$ . U ovom slučaju vršna maksimalna sila ( $F_{mm}$ ) predstavlja onu silu koja se razvija u najpovoljnijim uslovima, odnosno u uslovima dovoljnog opterećenja i dovoljnog vremena za njen razvoj, što odgovara izometrijskim uslovima.

U sportskim pokretima prisutne su različite vrste sile. U biomehanici one se dijele na dvije grupe: unutrašnje i spoljašnje. Unutrašnje sile podrazumijevaju djelovanje sile jednog dijela ljudskog tijela na drugi dio (djelovanje kost o kost, tetine na kost itd.). Spoljašnje sile su sile koje djeluju između tijela sportiste i njegove okoline. Prema tome, spoljašnje sile se smatraju mjerilom snage sportiste (Zatsiorsky i Kraemer, 2009).

Jarić i Kukolj (1996) umjesto sile koriste pojam jačine i definišu je kao sposobnost mišića da razvije veliku jačinu u izometrijskim uslovima ili protiv velikog spoljnog opterećenja pri malim brzinama skraćenja.

Sposobnost određenog mišića ili mišićne grupe za savlađivanje opterećenja specifična je za mišićnu grupu, tip kontrakcije, brzinu kontrakcije i ugao zloba koji se testira u cilju njenog određivanja. Savlađivanje spoljašnjeg otpora ili suprostavljanje istom u pojedinim sportovima nekada se izvodi veoma sporo, gotovo bez prelaska bilo kakvog puta (izdržaji u gimnastici), dok u pojedinim sportovima (atletika, borilački sportovi...) neophodno je u što kraćem vremenu savladati veliki spoljni otpor. Poznato nam je iz prakse, da postoje sportisti sa izuzetno velikom mišićnom masom, koji su u stanju da savladaju veliko spoljno opterećenje ali nisu u stanju da skoče što više, da skoče što dalje ili da bace loptu dalje. Upravo ova činjenica navodi nas na zaključak, da jak čovjek ne mora da bude snažan i obrnuto, te da u motoričkom prostoru čovjeka potoje dva nezavisna motorička svojstva, *sila i snaga*. Shodno vrsti sportske grane ili sportske discipline sportisti se selektuju po sposobnostima da razviju silu ili snagu. Takođe, postoje i manifestacije sile i snage, koja se označavaju kao apsolutna, brzinska i eksplozivna snaga, te izdržljivost u snazi.

Radi lakšeg razumjevanja metodološkog postupka i neposrednih istraživačkih instrumenata primjenjenih u fazi operacionalizovanja ovog istraživanja, pored pojmova vezanih za mišićne sposobnosti sportista, neophodno je definisati i nekoliko pojmljiva koji se odnose na postupke mjerjenja i procjenjivanja relevantnih varijabli vezanih za dinamičke pokazatelje sile i snage.

### **2.1.1. Sila i snaga izolovanog mišića**

Sila i snaga važni su činioci u sportu ali i u svakodnevnim aktivnostima, kao što su hodanje, trčanje, penjanje uz stepenice, ustajanje i sl. Prilikom objašnjavanja razlike koja postoji između sile i snage obično se polazi od klasične mehaničke definicije ovih pojmljiva.

Prema drugom Njutovom zakonu, **sila** je kao mehanička karakteristika kretanja definisana proizvodom mase tijela ( $m$ ) i ubrzanja ( $a$ ) koje je to tijelo dobilo djelovanjem sile. Iz navedenog izraza proizilazi da se sila može odrediti iz mase tijela i ubrzanja koje mu sila saopštava ( $F=m \cdot a$ ). Veličina sile ( $F$ ) iskazana je putem osnovne jedinice internacionalnog sistema Njutn (N) i predstavljena je kilogram metar kroz sekund na kvadrat ( $\text{Kg} \cdot \text{m/s}^2$ ).

U statičkim (izometrijskim) uslovima, međutim, nema kretanja, a time ni ubrzanja, pa se tada mišićna sila iskazuje kao ekvivalent spoljašnje sile koja se naprezanjem mišića poništava. To praktično znači da se sila u laboratorijskim uslovima mjerena može iskazati veličinom spoljašnjeg otpora koji se savladava, na primjer: veličinom podignutog tega ili na osnovu izmjerene sile istezanja dinamometra (Perić i Petrović, 2015).

U fizici, **snaga** ( $P$ ) je definisana kao izvršen izvršen rad ( $A$ ) u jedinici vremena ( $t$ ). Očigledna je analogija između izračunavanja intenziteta rada i snage, zbog čega se ovi pojmovi mogu upotrebljavati i kao sinonimi. Matematički zapisano, snaga ili intenzitet rada ( $P$ ) je:

$$P = A / t$$

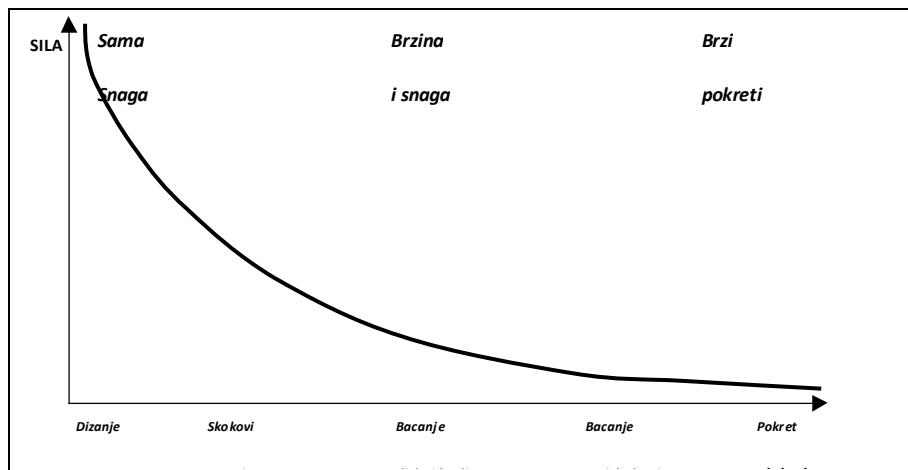
Osnovna jedinica internacionalnog sistema mjera kojom se iskazuje veličina izvršenog rada je Wat ( $W$ ), i predstavljena je Džulom ( $J$ ) u sekundi ( $s$ ).

$$1 W = 1 J/s$$

Prema tome, snaga se može definisati kao proizvod sile i brzine kojom se ta sila realizuje, pri čemu je  $S$  put koji tijelo pređe dok na njega djeluje sila.

$$P = A/t \quad (A = F \cdot S) > P = F \cdot S/t \quad (V = S/t) > P = F \cdot V$$

Laboratorijskim istraživanjem izolovanog mišića dobijena je kriva koja pokazuje relaciju sile i brzine. Ona se naziva Hilova kriva, i u obliku je hiperbole (Slika 2-1). Sam izgled krive zavisi od vrste sportske grane i nivoa treniranosti. Hilova kriva jasno ukazuje na obrnutu proporcionalnost ova dva mehanička parametra. Ona pokazuje da se s povećanjem spoljašnjeg otpora smanjuje brzina pokreta, odnosno da se sa smanjenjem istog povećava brzina pokreta. Iz nje je izvedena osnovna jednačina mišićne mehanike koja pokazuje da veličina maksimalne izometrijske sile ( $F_0$ ) značajno utiče na ispoljenu (izmjerenu) silu mišića ( $F$ ) prilikom izvođenja konkretnog pokreta određenom brzinom ( $V$ ).



**Slika 2-1.** Odnos sile i brzine prilikom savladavanja spoljašnjeg otpora različitih veličina (Hill, 1970)

Osnovna jednačina mišićne mehanike, proistekla iz Hilove krive, glasi:

$$(F + a)(V + b) = (F_0 + a) \cdot b = \text{Const.}$$

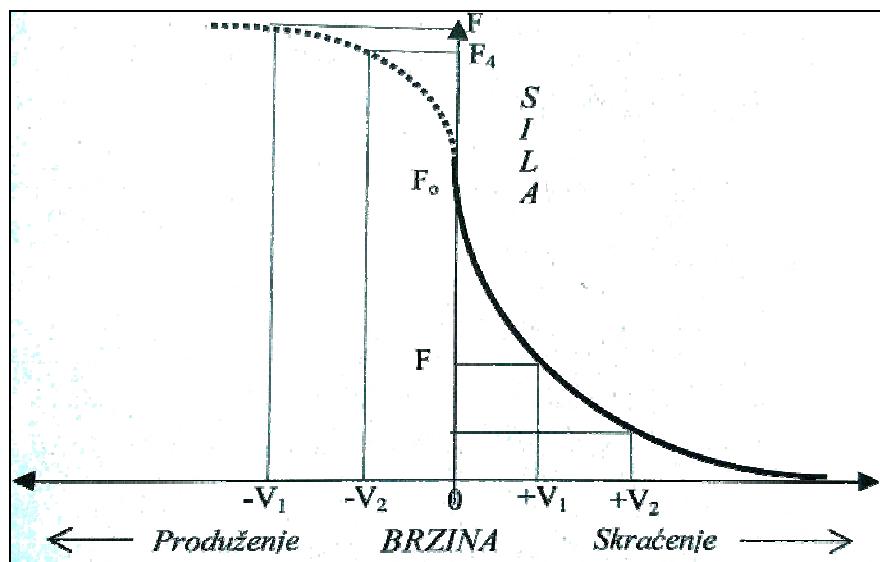
( $F$  – ispoljena sila,  $F_0$  – maksimalna izometrijska sila,  $a$  – konstanta koja po Hillu iznosi 25% od maksimalne izometrijske sile,  $b$  – konstanta koja se odnosi na brzinu).

Na osnovu Hilove krive može se zaključiti da maksimalna izometrijska sila nije presudna za maksimalno brze pokrete. Međutim, prilikom suprotstavljanja maksimalnom spoljašnjem otporu, bitnijih promjena dužine mišića gotovo da nema, brzina kontrakcije je jednaka nuli, a maksimalna izometrijska sila je presudna.

Relacija sila – brzina, prikazana Hilovom krivom znatno utiče na sportsku praksu iz nekoliko razloga:

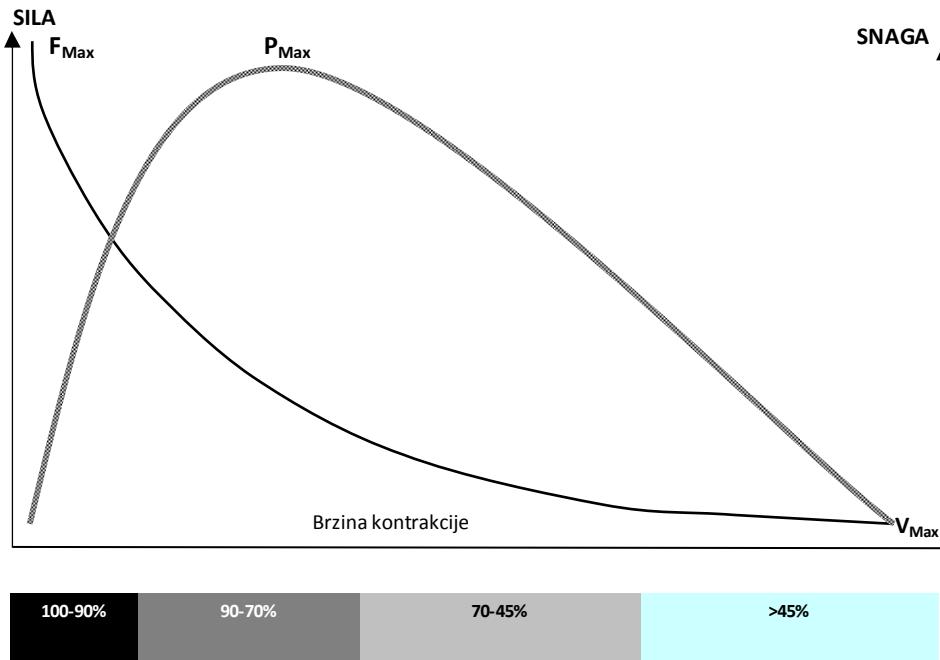
1. U veoma brzim pokretima nemoguće je ispoljiti veliku silu.
2. Sila i brzina koje se razvijaju u srednjem opsegu krive odnosa sile i brzine zavise od izometrijske sile. Maksimalna snaga sportiste određuje vrijednost sile koja može da bude razvijena u dinamičkim uslovima.
3. Maksimalna mehanička snaga se postiže u srednjem opsegu sile i brzine, tj. kada je sila na nivou od 1/2, a brzina na nivou od 1/3 od maksimalne vrijednosti (Zatsiorsky i Kraemer, 2009; prema Stefanoviću i saradnicima 2010).

Navedeni odnos realcije sile i brzine pokreta odnosio su se prije svega na koncentričnu kontrakciju, odnosno pokrete kod kojih dolazi do približavanja mišićnih pripoja. Nešto drugačiji odnos sile i brzine važi u pliometrijskim, odnosno ekscentričnim kontrakcijama, gdje uslijed djelovanja spoljašnjeg opterećenja dolazi do udaljavanja mišićnih pripoja (npr. doskok). Za razliku od Hilove krive, prema Kocu (1982) kod amortizujućih pokreta sila je najveća, te je ona direktno proporcionalna brzini kontrakcije. Kriva je sigmoidnog oblika (Slika 2-2).



**Slika 2-2.** Odnos između sile i brzine kod amortizujućih pokreta.  $V1$  i  $v2$  - brzina smanjenja i povećanja dužine mišića;  $F1$  i  $F2$  – sile ostvarene u miometrijskom režimu rada;  $F3$  i  $F4$  – sile ostvarene u pliometrijskom režimu rada;  $F_o$  – maksimalna izometrijska sila (prema Zatsiorskom, 1975; preuzeto od Perić i Petrović, 2015)

Hilova kriva daje mogućnost grafičkog prikaza odnosa između sile i snage. Svaka tačka na toj krivoj determinisana je odgovarajućom silom i brzinom skraćenja kojom je ostvarena. Polazeći od mehaničke definicije snage, kojom je ona određena kao proizvod sile i brzine ( $P = F \cdot V$ ), za svaku tačku Hilove krive može se izračunati odgovarajuća vrijednost snage. Tako se dobija nova kriva, paraboličnog oblika, koja opisuje odnos snage i brzine (Slika 2-3) (Perić i Petrović, 2015).



**Slika 2-3.** Zavisnost sile ( $F$ ) i snage ( $P$ ) mišića od brzine ( $V$ ) njegovog skraćenja. Kombinacijom različitih vrijednosti sile i brzine kojom se realizuje definisane su četiri karakteristične zone: 1. Sila ili absolutna snaga ( $F=90\text{-}100\%$ ;  $V\approx 0$ ); 2. Eksplozivna snaga ( $F=70\text{-}90\%$ ;  $V\approx 1L/s$ ); 3. Brzinska snaga ( $F=50\text{-}70\%$ ;  $V\approx 2L/s$ ) i 4. Izdržljivost u snazi ( $F>50\%$ ;  $V\approx 3L/s$ ) (Preuzeto od Perić i Petrović, 2015).

Jarić i Kukolj (1996), te Perić (2007), na osnovu analize krive snaga - brzina, ukazuju na nekoliko zakonitosti: (1) snaga mišića u izometrijskim uslovima je jednaka nuli; (2) sa povećanjem brzine skraćenja mišića njegova snaga raste uprkos smanjenju sile; (3) postoji optimalna brzina skraćenja mišića pri kojoj on razvija maksimalnu snagu. Za većinu izolovanih mišića, testiranih u laboratorijskim uslovima, optimalna brzina iznosi  $1/3$  (oko 30%) maksimalne brzine skraćenja, što je ekvivalentno približno jednoj dužini u sekundi ( $1 L/s$ ).

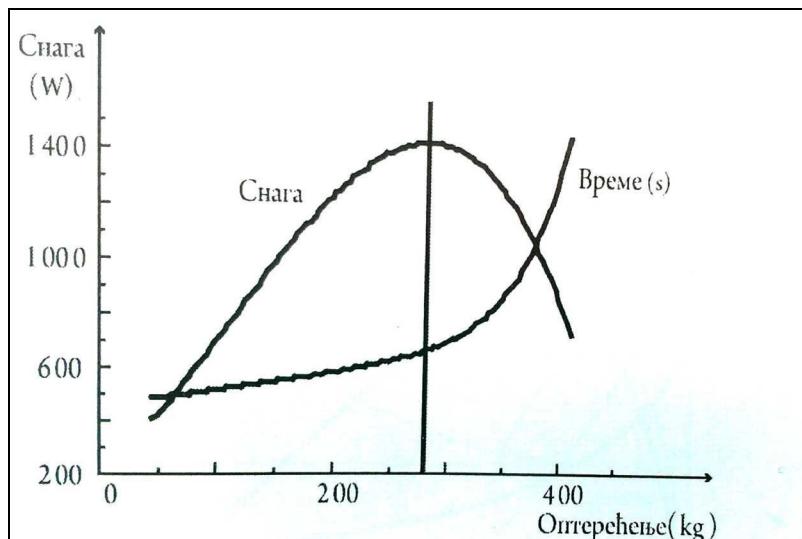
Nova kriva dostiže svoj maksimum na otprilike  $1/3$  maksimalne brzine skraćivanja mišića i  $1/2$  maksimalne sile (Zatsiorsky, 1995). To podrazumijeva da se maksimalna mišićna sila u dinamičkim uslovima ostvaruje pri spoljašnjem opterećenju od 50% od maksimalne sile koju je mišić u stanju da ostvari. Ovo je potvrđeno i eksperimentalno na primjeru fleksora u zglobu lakta kod kojih je snaga veća kada se djeluje protiv 50% maksimalnog opterećenja, nego kada se djeluje protiv 25% ili 75% od maksimuma (Danoff, 1978).

Dosadašnja istraživanja navedenih mehaničkih osobina izolovanog mišića, bez obzira na vrstu testiranog mišića i primjenjenog mjernog postupka, dala su dosta ujednačene rezultate. Istraživanja su pokazala da se sila (jačina) i snaga izolovanog mišića ne razlikuju samo po svojoj fizičkoj prirodi, već i po svom ponašanju prilikom promjene režima mišićne kontrakcije, odnosno tipa mišićnog naprezanja. Mišić najveću силу ostvaruje u izometrijskom režimu rada kada djeluje protiv velikog spoljašnjog otpora. U takvom režimu rada, brzine nema ili je minimalna a snaga jednaka nuli. Sa povećanjem brzine pokreta, dolazi do koncentrične kontrakcije, njegova sila opada, a snaga raste. Na osnovu tipova mišićnog naprezanja, definisane su dvije teorijske zone prikazane na Slici 2-3. Prvoj pripadaju naprezanja tokom kojih se ispoljena sila približava maksimalnoj izometrijskoj sili, a brzina kontrakcije je jednaka ili se sasvim približava nuli. Ova zona je zato označena kao područje **sile**. Sa smanjenjem sile i povećanjem brzine ulazi se u prostor snage (Perić i Petrović, 2015).

Prema Verhošanskom i saradnicima (1992), teorijska granica koja dijeli zonu sile od zone snage uzima se vrijednost od 90% maksimalne izometrijske sile. Kada realizovana sila padne ispod te vrijednosti, sportista ulazi u područje **snage**. Gradacijom ostvarene sile u području snage mogu se izdvojiti još najmanje tri teorijske zone (tri vida miogenih sposobnosti):

1. **Eksplozivna snaga** – ostvaruje se kombinacijom 70-90% (po nekim autorima 70-85%) maksimalne izometrijske sile i brzine kontrakcije od oko jedne dužine u sekundi (1 L/s);
2. **Brzinska snaga** – ostvaruje se kombinacijom 45-70% maksimalne izometrijske sile i brzine kontrakcije od oko dvije dužine u sekundi (2 L/s);
3. **Izdržljivost u snazi** – ostvaruje se kombinacijom sile manje od 45% maksimalne izometrijske sile i brzine kontrakcije veće od tri dužine u sekundi (3-5 L/s).

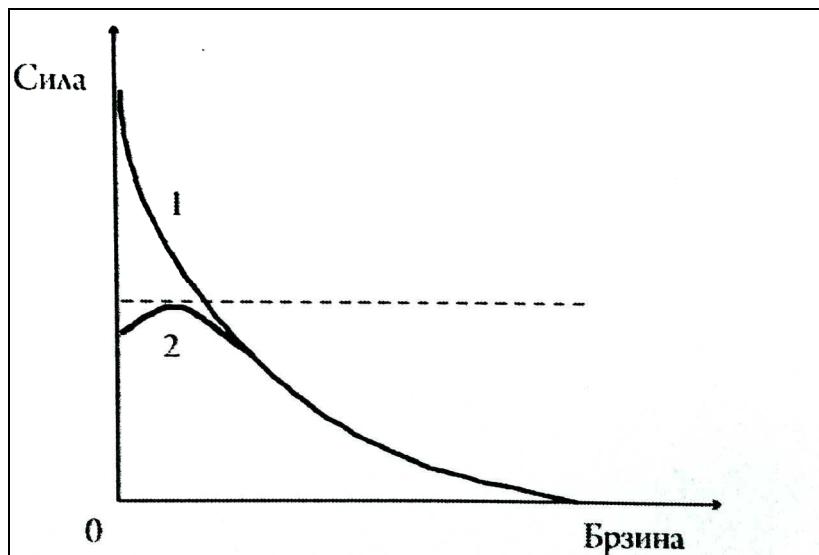
Potrebno je naglasiti da rezultati dobijene snage, odnosno krive snage, prilikom obavljanja neke sportske aktivnosti mogu se značajno razlikovati od rezultata dobijenih u laboratorijskim uslovima.



**Slika 2-4.** Odnos između snage, opterećenja i vremena potrebnog za izvođenje čučnja kod vrhunskih takmičara (power lifting) sa srednjom vrijednošću u čučnju od 407 kg. Maksimalna snaga od 1451 W je ostvarena pri teretu od 280 kg, dok je pokret trajao 0.85 s (Radovanović i Ignjatović, 2009).

Radovanović i Ignjatović (2009), navode da je maksimalna vrijednost snage prilikom izvođenja čučnja u disciplini snage (power lifting) na oko 2/3 od maksimalne sile (Slika 2-4). Prilikom izvođenja čučnja sa maksimalnim opterećenjem, vrijednost snage opada na 52% od mogućeg maksimuma, dok se vrijeme potrebno za izvođene pokreta povećava za 282%.

Istraživanje odnosa sila – brzina, prilikom mišićne kontrakcije u realnim uslovima je pokazalo da kriva nema hiperboličan oblik, već dobija paraboličan oblik i dostiže maksimalnu vrijednost pri maloj brzini i nešto manju vrijednost pri izometrijskoj kontrakciji. To podrazumijeva da se maksimalna sila ostvaruje pri određenoj maloj brzini pokreta a ne prilikom izometrijske kontrakcije (Slika 2-5).



*Slika 2-5. 1 – Hiperbolična kriva po Hilu; 2 – Kriva iz istraživanja Perina i Edgertona (Radovanović i Ignjatović, 2009).*

Prema Željaskovu (2004) postoji maksimalna snaga, dinamička (eksplozivna) snaga i izdržljivost u snazi. Verhošanski (1979) navodi podjelu snage na absolutnu, brzinsku, eksplozivnu i izdržljivost u snazi. Sličnu podjelu Verhošanskom, predlažu Stefanović i saradnici (2010), samo što umjesto absolutne snage navode maksimalnu snagu.

Prema Stefanoviću i saradnicima (2010), postoje sledeći oblici snage, u odnosu na oblik ispoljavanja:

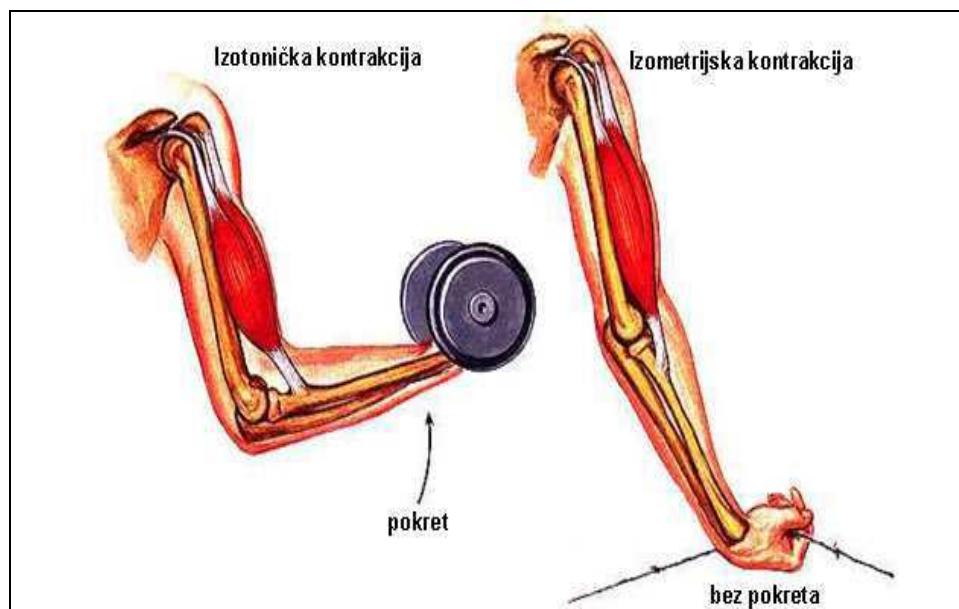
1. Maksimalna snaga, koja predstavlja najveću silu koja se može generisati u jednoj maksimalnoj voljnoj kontrakciji,
2. Brzinska snaga, koja predstavlja sposobnost mišića da se pri velikim brzinama kontrakcije suprostavi relativno malom spoljnog opterećenju u jednom ili više pokreta,
3. Eksplozivna snaga, koja predstavlja sposobnost mišića za ispoljavanje što veće sile za što kraće vrijeme protiv značajnog spoljnog opterećenja u jednom pokretu, i
4. Izdržljivost u snazi, koja predstavlja sposobnost sportiste da ispoljava relativno veliku silu u dužem vremenskom periodu.

Što se tiče podjele vrsta mišićne snage, uglavnom se govori o tri vrste, i to: *izometrijska snaga*, koju karakterišu izometrijske ili spore koncentrične kontrakcije;

*dinamička snaga*, koju karakterišu brze koncentrične kontrakcije; te *popuštajuća snaga* koju karakterišu ekscentrične kontrakcije (Zatsiorsky i Kraemer, 2009).

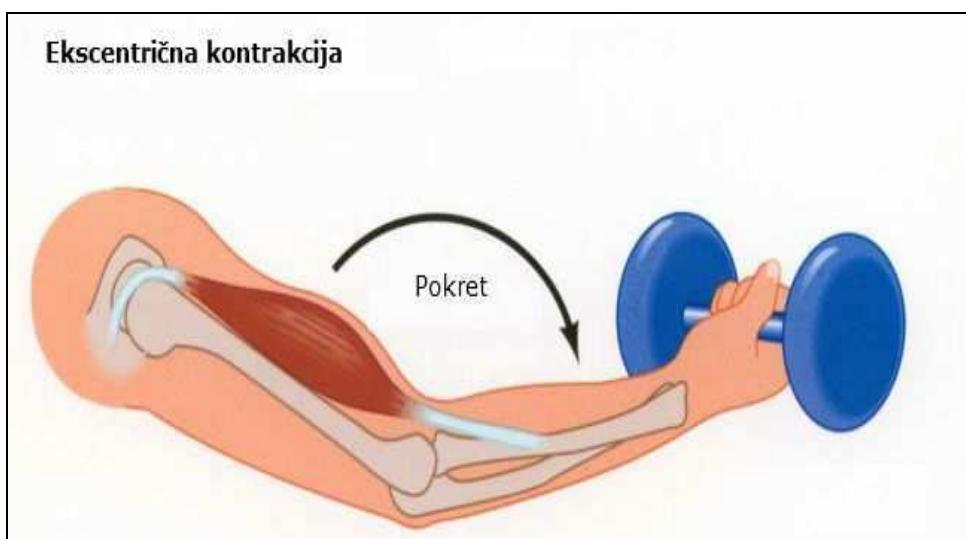
Kao što se može vidjeti iz prethodnog izlaganja mišićna naprezanja se ispoljavaju u statičkim i dinamičkim uslovima, a osnovni kriterij za određivanje vrste naprezanja je odnos mišićnih pripoja tokom naprezanja, da li dolazi do njihovog približavanja, udaljavanja ili oni ne mjenjaju položaj. Shodno istom, postoje sledeće vrste mišićnih naprezanja:

- a) koncentrična (izotonična) kontrakcija, koju karakteriše približavanje mišićnih pripoja i povećanje napetosti, mišić savladava spoljno opterećenje (Slika 2-6),
- b) ekscentrična kontrakcija, koju karakteriše udaljavanje mišićnih pripoja i povećanje napetosti, mišić ne može da savlada spoljno opterećenje (Slika 2-7),
- c) izometrijska (statička) kontrakcija, za koju je karakteristično da mišić ne mjenja dužinu, nema udaljavanja niti približavanja mišićnih pripoja, takođe dolazi do povećanja napetosti. Najbolji primjer za izometrijsku kontrakciju su gimnastički izdržaji. U svakodnevnim aktivnostima su zastupljene izometrijske kontrakcije, kao npr. kada nosimo nekakav teret u ruci, tada pomoću stiska mišića šake i mišića podlaktice nastojimo zadržati odgovarajući teret u ruci (teg, kofer..) kako nam ne bi ispao (Slika 2-6).



**Slika 2-6.** Koncentrična (izotonična) kontrakcija - približavanje mišićnih pripoja, izometrijska (statička) kontrakcija – nema promjene dužine mišića

Koncentrične i ekscentrične kontrakcije su specifične za dinamički režim rada mišića a izometrijske kontrakcije za rad mišića u statičkim uslovima. Kod koncentričnih kontrakcija dolazi do preklapanja aktina i miozina, mišićnih filamenata. Ekscentrične kontrakcije su osnova pliometrijskog treninga i kod takvih pokreta dolazi do udaljavanja mišićnih filamenta aktina i miozina. Tokom takvih naprezanja, pogotovo ukoliko je spoljašnji otpor izuzetno velik, mogućnost povreda je povećana. Ekscentrične kontrakcije treba izbjegavati u radu sa početnicima a primjena istog kod vrhunskih sportista zahtjeva dobru pripremu i zagrijavanje cijelog tijela.



Slika 2-7. Ekscentrična kontakcija, udaljavanje mišićnih pripoja

Koncentrična kontrakcija se ispoljava u balističkom obliku (šut u rukometu, bacanje u džudou, udarac u karateu), kada se pokret izvodi velikom brzinom i repetitivnom režimu rada, za koji je specifično da se pokret izvodi veliki broj puta u određenom vremenu.

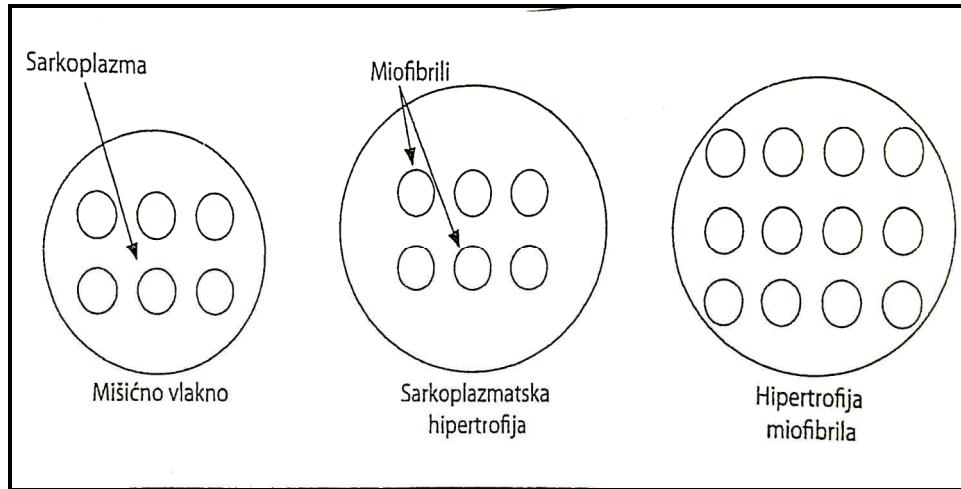
### 2.1.2. Faktori od kojih zavisi ispoljavanje sile i snage

Postoji veliki broj faktora koji utiču na ispoljavanje sile i snage. Poznato je da različiti sportisti prilikom izvođenja sličnog pokreta proizvode različitu maksimalnu silu. Prema Zatsiorskom i Kraemeru (2009), dva su osnovna faktora koji uslovljavaju tu razliku, a to su *periferni faktori*, odnosno sposobnosti pojedinačnih mišića da proizvedu najveću silu, te *centralni faktori* od kojih zavisi koordinacija mišićne aktivnosti koju održava centralni nervni sistem.

### 2.1.2.1. Periferni faktori

Najvažniji periferni faktor od kojeg zavisi mišični potencijal za stvaranje sile jeste *veličina mišića*. Veličinu mišića možemo posmatrati u odnosu na poprečni fiziološki presjek mišićnih vlakana i dužinu mišićnih vlakana. Evidentno je da mišići sa većim poprečnim presjekom proizvode veću silu od sličnih mišića sa manjim poprečnim presjekom. Vretenasti mišići, poput *m. biceps brachi*, *m. triceps brachi*, *m. brachioradialis*, *m. quadriceps femoris*, koje karakteriše mala površina poprečnog presjeka i veća dužina, imaju veću mogućnost za izvođenje brzih i snažnijih pokreta. Treningom snage moguće je povećati veličinu mišića. Povećanje veličine mišića naziva se *hipertrofija* i ona podrazumijeva povećanje poprečnog presjeka pojedinačnih vlakana ali ne i njihovog broja.

Postoje dva specifična tipa povećanja mišićnog vlakna (hipertrofije): *sarkoplazmatska hypertrofija*, koju karakteriše uvećanje sarkoplazme (gelatinozne interfibralne supstance) i nekontraktilnih proteina koji ne doprinose direktnoj proizvodnji mišićne sile, te *myofibrilarna hypertrofija* podrazumijeva povećanje mišićnog vlakna, zapravo povećanje broja miofibrila i shodno tome, filamenata miozina i aktina (Zatsiorsky i Kraemer, 2009).



**Slika 2-8. Sarkoplazmatska hypertrofija i hiperstrofija miofibrilima (Zatsiorsky i Kraemer, 2009)**

Za razliku od površine fiziološkog presjeka mišića za maksimalnu brzinu kontrakcije presudna je dužina mišića. Što se tiče dužine mišićnih vlakana oni se mogu povećati izduženjem vlakana ili smanjenjem ugla njihovog pripajanja. Dužina vlakana poseban uticaj ima na obim pokreta koji mišić može izvesti, maksimalnu brzinu, te relaciju sile – dužina. Za

razliku od vretenastih mišića, perasti mišići poput *m. pectoralis major*, *m. erector spinae*, *m. soleus*, su kraći i imaju veću površinu fiziološkog presjeka, te se sporije kontrahuju i imaju bolje predispozicije za razvoj velike sile. Na osnovu dužine i širine mišića, odnosno površine poprečnog presjeka, možemo zaključiti da su dugi vretenasti mišići snažni, a kratki i široki perasti mišići jaki. Neophodno je naglasiti, da se promjenom arhitekture mišića konstantne mase ne mogu istovremeno povećati i jačina i snaga, već se na račun jedne povećava druga sposobnost mišića. Prema Enoka-i (1994), adaptacija nervnog sistema je ključna posljedica treninga koja se ispoljava povećanjem razdraženja mišića, što nužno rezultira porastom i sile i snage.

Takođe, na ispoljavanje sile i snage značjanu ulogu ima i *tip mišićnih vlakana*. Fiziologija sporta razlikuje *tip I* ili spora mišićna vlakna i *tip II* brza mišićna vlakna. Prema Staronu i Hakidi (1992) brza vlakna se dijele na sledeće tipove: IIA, IIB, IIC, IIAB i IIAC, te spora mišićna vlakna na tipove: I i IC. Brza vlakna se često nazivaju i bijela mišićna vlakna a spora crvena mišićna vlakna. Mišić se sastoji od brzih i sporih mišićnih vlakana a dominacija jednih ili drugih određuje njegovu fiziološku strukturu. Isti mišići kod različitih osoba se značajno razlikuju u pogledu strukture. Tip mišićnog vlakna je genetski determinisan. Saltin i Karlsson (1971a) došli su do rezultata koji pokazuju prosječnu vrijednost sporih vlakana kod većine ljudi (Tabela 2-1). Za spora vlakna je karakteristično da imaju veliki oksidativni kapacitet, posjeduju više mitohondrija, otporna su na zamor, sporije oslobađaju ATP za energiju, dominiraju u mišićima koji su aktivni tokom svakodnevnih aktivnosti malog i srednjeg inteziteta.

**Tabela 2-1.** Zastupljenost sporih vlakana u pojedinim mišićima prosječnih ljudi (Saltin i Karlsson, 1971a)

Mišić	Procentualna zastupljenost
<i>m. biceps brachii</i>	49%
<i>m. triceps brachii</i>	33%
<i>m. deltoideus</i>	47%
<i>m. vastus lateralis</i>	51%

m. erector spinae	56%
m. gastrocnemius – lat. et med.	58%
m.soleus	84%

Takođe, istraživanja Todorovića i Bradarića (1982), u radu sa vrhunskim atletičarima na duge staze, su pokazala da oni imaju daleko veći procenat sporih vlakana u odnosu na prosječne ljude. Spora mišićna vlakna atletičara su bila čak 20% krupnija od sporih vlakana istih mišića kod prosječnih ljudi. Prosječnu strukturu rectus femorisa čini oko 45% sporih, odnosno 55% brzih motornih jedinica, dok se udio brzih vlakana rectus femorisa kreće od 35-60% (Jarić i Kukolj, 1996; Blazevich, Gill & Zhou, 2006; Blazevich, Cannavan, Coleman & Horne, 2007). Shodno navedenom, znači da ljude prema strukturi mišića možemo podijeliti na brze i spore. Ranija istraživanja koja su sprovedena na izolovanim mišićima životinja (Cabri, 1991; Glenmark i saradnici, 1994; Yates i Kamon, 1983), pokazala su da se brza i spora vlakna ne razlikuju mnogo u pogledu ispoljavanja maksimalne sile, iskazane po jedinici fiziološkog presjeka, pri čemu su brza vlakna u stanju da tu silu ostvare daleko brže, zahvaljujući sposobnosti bržeg skraćivanja. Na osnovu toga zaključujemo da brza vlakna mogu da ostvare veću snagu, odnosno da su ljudi kod kojih dominiraju brza vlakna predodređeni za razvijanje velike snage, dok je sila (jačina) brzih i sporih vlakana slična. Bosco i Komi (1979), Glenmark i saradnici (1994), te Mero, Komi i Gregor, (1992), u svojim istraživanjima su potvdili da osobe kod kojih u strukturi mišića dominiraju brza vlakna postižu veću brzinu trčanja i veći sunožni odskok od osoba sa prosječnom strukturom mišića. Prethodna istraživanja nam nemaju zaključak da se brze i spore osobe razlikuju se po snazi, ali ne i po sili.

*Mišićna masa* ima veliku ulogu u ispoljavanju mišićnih parametara. Ona čini značajan dio mase ljudskog tijela, odnosno tjelesne mase. Jednako trenirani sportisti sa većom tjelesnom masom u odnosu na sportiste sa manjom tjelesnom masom ispoljavaju veću snagu. S obzirom na tjelesnu masu osoba, snaga se dijeli na *realtivnu i absolutnu snagu*. Relativna snaga podrazumjeva snagu izraženu po kilogramu tjelesne mase. Apsolutna snaga je ona snaga koju sportista ostvaruje nezavisno od tjelesne mase. U radu sa sportistima veoma je važno da trener pozna svoju sportsku granu kao i tip snage koji je dominatan u istoj. U gimnastici, te borilačkim sportovima u kojima dominiraju kategorije, pogotovu u nižim

težinskim kategorijama dominantna je relativna snaga. Među sportistima različitih težinskih kategorija (rvanje, džudo, boks, karate) i istog stepena treniranosti, sa porastom tjelesne težine raste aspolutna snaga a relativna snaga opada. Prema rezultatima Zatsiorskog (1968), bivši sovjetski rekorder u skoku u vis, Valerij Brumel, imao je najveću relativnu snagu među sovjetskim skakačima (Tabela 2-2).

**Tabela 2-2.** Poređenje relativne snage sovjetskih skakača u vis (Preuzeto od Tudor O. Bompa, 2001)

Ime	Vertikalni skok s mesta/cm	Apsolutna snaga/kg (duboki čučanj)	Reativna snaga/kg
Brumel	104	174	2.21
Dyk	81	135	1.73
Glaskov	78	130	1.83

Upravo u sportskim granama u kojima je važnija relativna snaga, trenažni programi treba da budu usmjereni na smanjivanje tjelesne mase i prilagođavanje tjelesne težine takmičarskoj aktivnosti. Planirano i dobro izvedeno smanjenje tjelesne težine utiče na povećanje relativne snage. Preporučuje se da ukoliko sportista radi na smanjenju tjelesne mase a u cilju povećanju relativne snage to isključivo radi pod nadzorom ljekara i nutricioniste.

Nasuprot ovim sportovima za najbolje bacače kugle, superteškaše u borilačkim sportovima, superteškaše dizače tegova, apsolutna snaga je dominantna. Zbog toga u sportovima u koje odlikuje apsolutna snaga, trenažni programi treba da budu usmjereni na povećanje mišićne mase.

Na ispoljavanje mišićne aktivnosti veliku ulogu imaju i uslovi rada a tu prije svega se misli na *zamor, promjenu hormonskog statusa i temperature mišića*.

Prilikom mišićnog rada, uslijed nagomilavanja metabolita i energetske iscrpljenosti dolazi do zamora. Energetske rezerve pri inetzivnom radu ne koriste se samo za mehanički rad

već se jedan dio pretvara u toplotu i samim tim dovodi do porasta temperature mišića. Postoje različita istraživanja u pogledu uticaja zamora i porasta temperature tokom mišićnog naprezanja na ispoljavanje sile i snage. Istraživanja Ioffea, Bobkova i Nečaeva (1990) su potvrdili pozitivan uticaj porasta temperature na snagu mišića. Za razliku od njih, Binkhorst, Hoofd i Vissers (1977) ukazuju na to da povećanje zamora mišića i pad temperature u velikoj mjeri utiču na relaciju sila – brzina, pri čemu dolazi do malog smanjenja maksimalne izometrijske sile, ali je maksimalna brzina pokreta značajno ograničena. Evidentno je, da promjene temperature i zamor mišića mnogo više imaju uticaj na snagu nego na silu. Enoka (1994) smatra da pri velikom zamoru mišića ili padu temperature, dolazi do gubitka vrijednosti mišićne sile i snage u svim režimima kontrakcije. Dolazi do promjena akcionog potencijala mišića izazvanog promjenama unutarćelijskih i izvanćelijskih jona unutar same ćelije. Hormoni imaju direktni uticaj na građu mišićnih vlakana a samim tim i na mehanizme značajne za ispoljavanje sile i snage. Osnovu hormonalnog mehanizma čine hipotalamus i hipofiza. Hipofiza se sastoji od prednjeg i zadnjeg režnja. Prednji režanj je od presudnog značaja za mišićne aktivnosti, s obzirom da od šet hormona koje luči, tri utiču na strukturu i metabolizam mišićne ćelije, a to su: hormon rasta, adenokortikotropin i tireotropin (Kraemer, 1992). Kontrolu lučenja navedenih hormona vrši hipotalamus na osnovu informacija koje dobija iz nervnog sistema. S obzirom da hipotalamus registruje različite vrste draži (hladnoću, uzbuđenost, razdražljivost, zadovoljstvo, stres...) on je i odgovoran za lučenje odgovarajućih hormona, odnosno za očuvanje uravnoteženog stanja organizma.

### **2.1.2.2. Centralni faktori**

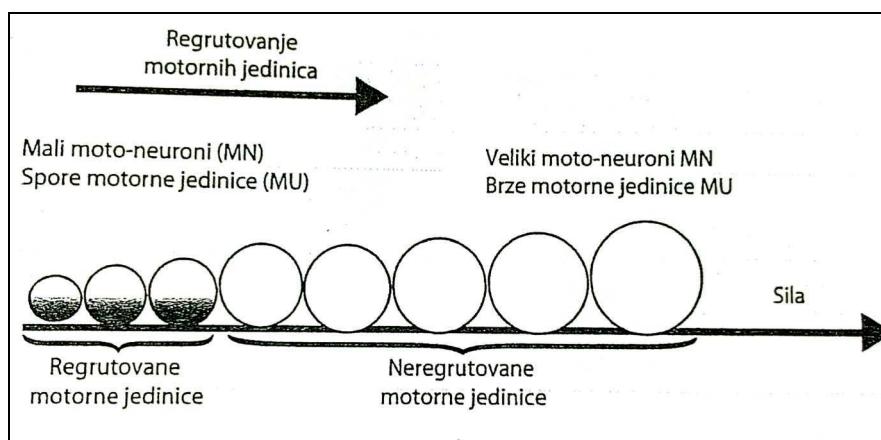
Centralni nervni sistem, je najznačajniji faktor koji utiče na ispoljavanje snage i izvođenje pokreta. Ispoljavanje mišićne sile ne zavisi samo od količine mišićne mase uključene u izvođenje pokreta već i od stepena do kojeg se vrši aktiviranje pojedinačnih mišićnih vlakana u pojedinačnom mišiću, odnosno od intramuskularne koordinacije. Za ispoljavanje maksimalne mišićne sile mišići moraju biti aktivirani na odgovarajući način. Upravo takvo koordinirano pokretanje više mišićnih grupa prilikom izvođenja odgovarajućeg pokreta naziva se intermuskularna koordinacija.

Nervni sistem koristi tri načina za stvaranje mišićne sile različitog intenziteta (Zatsiorsky i Kraemer, 2009):

- regrutovanje, odnosno gradacija ukupne mišićne sile aktiviranjem i deaktiviranjem pojedinačnih motornih jedinica,
- frekvencija pražnjenja, odnosno promjenu učestalosti okidanja motornih jedinica,
- sinhronizaciju, tačnije aktiviranje motornih jedinica manje ili više sinhronizovano.

Sve tri mogućnosti zasnivaju se na postojanju motornih jedinica (MJ), koje predstavljaju osnovne elemente neuromišićnog sistema. One se dijele po osnovu kontraktilnih sposobnosti na brze i spore. Spore motorne jedinice su karakteristične za aktivnosti koje dugo traju pri relativno malim brzinama, dok su brze motorne jedinice karakteristične za aktivnosti koje kratko traju i njih karakteriše veliko ispoljavanje snage, velika brzina i visok stepen razvoja sile.

Svaka motorna jedinica se sastoji od moto – neurona koji se nalazi u kičmenoj moždini i mišićnog vlakna koje ona inerviše. Što se tiče regrutovanja, kao načina stvaranja sile pri voljnim kontraktcijama, ono se odvija po principu veličine moto – neurona (Slika 2-9). Prvo se aktiviraju mali moto – neuroni, tačnije oni koji imaju najniži prag okidanja a zahtjevi za većim silama ispunavaju se tako što se postepeno aktiviraju sve snažnije motorne jedinice. Nivo regrutovanje motornih jedinica prilikom izvođenja specifičnih pokreta je relativno stalan. Međutim, njihovo regrutovanje može biti izmijenjeno ako multifunkcionalni mišić djeluje u različitim pokretima. Tako da motorne jedinice u jednom mišiću mogu imati za jedan pokret nizak prag aktivacije a za drugi visok.



*Slika 2-9. Princip veličine regrutovanja motornih neurona (Zatsiorsky i Kraemer, 2009)*

Na Slici 2-9., vidimo da su moto – neuroni poređani po veličini. Mali moto – neuroni inervišu vlakna sporog trzaja, dok veliki moto – neuroni inervišu vlakna brzog trzaja. Kada se

mišićna sila poveća, moto – neuroni se aktiviraju prema veličini od malih ka velikim. Na ovoj slici, potrebna sila je mala i regrutuju se samo mali moto – neuroni. Povećanje sile prati povećanje broja aktivnih motornih jedinica i regrutuju se brze motorne jedinice.

Frekvencija pražnjenja moto – neurona može da varira, pa se u malim mišićima većina motornih jedinica aktivira već pri nivou sile od oko 50% maksimalne mišićne sile ostvarene u uslovima promjenljivog inteziteta motoričkog zadatka, te se dalji prirast sile ostvaruje porastom frekvencije pražnjenja. Ali kod pojedinih velikih mišića, aktiviranje dodatnih motornih jedinica, odnosno povećanje sile na osnovu povećane frekvencije pražnjenja se dešava iznad 80% od maksimalne mišićne sile ostvarene u uslovima promjenljivog inteziteta motoričkog zadatka.

Za izvođenje složenih pokreta, pa čak i najjednostavnijih vježbanja neophodna je *intermuskularna koordinacija* mišićnih grupa. Cilj treninga treba da bude cjelokupan obrazac pokreta a ne samo snaga pojedinačnih pokreta ili pokreta u pojedinačnim zglobovima. Na osnovu ranijih istraživanja možemo zaključiti da se maksimalna mišićna sila postiže pokretanjem najvećeg broja motornih jedinica, kada je frekvencija pražnjenja optimalna i kada se motorne jedinice aktiviraju istovremeno u kratkom periodu maksimalnog voljnog naprezanja. Kod mlađih ispitanika, a posebno djece tokom senzitivnog perioda razvoja i puberteta, uslijed narušenosti unutarmišićne i međumišićne koordinacije postoji mogućnost neiskorišćavanja svih potencijala koji bi omogućili ispoljavanje maksimalne sile, odnosno snage. To potvrđuju i rezultati testova sile, snage i brzine razvoja sile kod pre i postpubertetskih dječaka, koje su poredili Passuke i saradnici (2009). Dobijeni nalazi su pokazali bolje rezultate starijih dječaka u svim primjenjenim testovima, sa naglašavanjem da ni jedni ni drugi pri skokovima nisu u mogućnosti da iskoriste pozitivne efekte ciklusa izduženja – skraćenja.

Sa rastom i razvojem, uslijed povećanja mišićne mase, dolazi do prirasta mišićnih sposobnosti, sve do druge polovine dvadesetih kod žene, odnosno tridesetih za muškarce kada snaga počinje da opada, dok se slabljenje sile pojavljuje krajem pete decenije života (Jarić i Kukolj, 1996). Frontera i saradnici (1991), kao i Grassi i saradnici (1991), opadanje jačine mišića u tim godinama ne vezuju toliko za smanjenje sile po jedinici fiziološkog presjeka koliko za opšti gubitak mišićne mase. Prema Petrelli i saradnicima (2005), sarkopenija, koja je povezana sa starenjem, vodi ka ubrzanom smanjenju mišićne mase i sile 1-2% godišnje, naročito nakon pete decenije života, pa starije osobe imaju slabije rezultate u

bilateralnoj sili opružanja (Izquierdo i saradnici, 1999), potisku nogama (Izquierdo i saradnici, 1999; Häkkinen i saradnici, 2001; Petrella i saradnici, 2005), visini, odnosno dužini skoka. Pored smanjenja sposobnosti razvijanja maksimalne sile, slabe i kapaciteti za eksplozivno razvijanje sile, i to u većem procentu nego što je to slučaj sa samom silom (Izquierdo i saradnici, 1999). Pad mišićne snage je izraženiji nego sile, i on iznosi 3-4% godišnje. Sa starenjem dolazi do odumiranja alfa motornih neurona brzih motornih jedinica, dolazi do promjene mišićne strukture, njihovu inervaciju preuzimaju susjedni neuroni sporih motornih jedinica transformišući brza mišićna vlakna u spora. Na taj način, u strukturi mišića sve više dominiraju spore motorne jedinice (prema Larsonu 1979 i 1983).

Veliki broj autora smatra da u razvoju maksimalnih vrijednosti snage za odgovarajući pokret značajnu ulogu imaju *psihološki faktori*. Uzbuđenja i napetost tokom takmičenja, strah od poraza, strah od povrede, buka, neprijatna iskustva sa treninga, uticaj opuštajućih lijekova ili hipnotička sugestija često dovode sportiste do supramaksimalnog učinka. Prema Radovanoviću i Ignajtoviću (2009), visok nivo fizičke pripremljenosti i prateća oslobođanja od neuromišićnih ograničenja rezultuju potpunim aktiviranjem mišića i postizanjem takmičarskog uspjeha.

### **2.1.3. Metode treninga razvoja snage**

Postoji više podjela metoda treninga razvoja snage, kao i kriterija za njihovu podjelu. Prema vrsti vježbi koje se izvode postoji izometrijski, izotonični i ekscentrični metod treninga razvoja snage.

Prema Verhošanskom i saradnicima (1992), u odnosu na vrstu sportske grane i dominantnom vidu ispoljavanja snage postoje četiri vrste sportova: sportovi koje karakteriše maksimalni intezitet naprezanja, sportovi tipa izdržljivosti, sportovi koje karakteriše visok stepen razvoja spretnosti i preciznosti kretanja po zadatom programu i sportovi u kojima se kompleksno ispoljavaju motorički kvaliteti pri različitom nivou njihovog razvoja.

U odnosu na mehanički i energetski karakter lokomotornog izlaza postoje četiri grupe metoda razvoja miogenih sposobnosti, i to: metoda za razvoj maksimalne mišićne sile, metoda za razvoj brzinske snage, metoda za razvoj eksplozivne snage i reaktivnih sposobnosti, te metoda za razvoj izdržljivosti u snazi.

Prema načinu neposredne primjene sredstava treninga, Verhošanski i saradnici (1992) navode četiri modela:

- *metod ponavljanja*, koji karakteriše rad sa velikim opterećenjima (90-95% od 1 RM) i primjenjuje se kod razvoja maksimalne snage. Preporučeni broj ponavljanja je do momenta smanjenja efikasnosti pokreta prouzrokovanoj pojavi umora. Odmor mora biti dovoljan da se uspostavi radna sposobnost mišića za kvalitetno vježbanje.
- *ponavljujući serijski metod*, podrazumijeva savladavanje submaksimalnog opterećenja (80-90% od 1 RM) i veliki obim rada. Vježbe se izvode maksimalnom brzinom a u skladu sa veličinom opterećenja. Ova metoda najveće efekte ostvaruje u pogledu razvoja eksplozivne snage i uglavnom se koristi za razvoj adaptacionih rekacija i povećanje energetskih potencijala organizma.
- *intervalni metod*, podrazumijeva rad velikog i submaksimalnog inteziteta. Ovaj metod je usmjeren na razvoj i povećanje energetskih kapaciteta, te se prvenstveno koristi za razvoj specifične izdržljivosti u snazi.
- *kružni metod*, predstavlja varijantu intervalnog metoda s tim da podrazumijeva korišćenje vježbi manjeg inteziteta i različitog sadržaja. Dovodi do povećanja energetskih kapaciteta, morfoloških promjena u organizmu, kao i usavršavanje funkcionalnih sposobnosti mišića.

U odnosu na adaptivne promjene koje se dešavaju u nervno mišićnom sistemu, metode se dijela na: funkcionalne, metode maksimalnih naprezanja, metode eksplozivnih dinamičkih naprezanja i reaktivne metode.

Trening razvoja snage se može podijeliti prema metodama postizanja maksimalnog mišićnog naprezanja, i to:

- *metod maksimalnih naprezanja*, koji podrazumijeva podizanje maksimalnih opterećenja, odnosno savladavanje najvećeg otpora,
- *metod ponavljućeg naprezanja*, koji podrazumijeva podizanje submaksimalnog opterećenja do otkaza, i
- *metod dinamičkih naprezanja*, savlađivanje submaksimalnog opterećenja najvećom mogućom brzinom.

Pored ove podjele veliki broj autora, navodi i *metod submaksimalnog opterećenja*, kao dodatni trenažni metod, za koji je karakteristično podizanje submaksimalnog opterećenja, ali ne do otkaza.

Metod maksimalnog naprezanja smatra se najboljim za poboljšanje intramuskularne i intermuskularne koordinacije, mišići i centralni nervni sistem se prilagođavaju spoljašnjem opterećenju. Prilikom izvođenja pokreta, gdje je opterećenje blizu maksimalnog trenažnog opterećenja angažuje se najveći broj motornih jedinica uz optimalnu frekvenciju pražnjenja. Ova metoda ima mali potencijal za hipertrofiju mišića. Koriste je uglavnom vrhunski sportisti, ali ona ima i svoje negativnosti, odnosno visok nivo povređivanja. Takođe, navedena metoda zahtjeva visoku tehničku pripremu vježbe i pripremu odgovarajućih mišićnih grupa, a prije svega mišića trbušnog zida i kičmenog stuba.

Za razliku od prethodne metode, metode submaksimalnog opterećenja i ponavljanja naprezanja mogu da izazovu hipertrofiju. Ove dvije metode razlikuju se po broju ponavljanja. Kod submaksimalne metode broj ponavljanja nije do otkaza za razliku od ponavljućeg metoda. Takođe, rizik od povreda je znatno manji u odnosu na metod maksimalnog naprezanja. Metodom dinamičkih naprezanja se poboljšava stepen prirasta sile i eksplozivne snage i on se ne primjenjuje kada treba povećati snagu.

## 2.2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

### 2.2.1. Ispoljavanje mišićnih parametara u realnim uslovima

U realnim okolnostima za izvođenje sportskih aktivnosti važe zakonitosti ispoljavanja sile i snage koji su analogni sa informacijama koje se odnose na funkcionisanje izolovanog mišića testiranog u laboratorijskim uslovima. Međutim, ispoljavanje mišićnih parametara u uslovima konkretne sportske aktivnosti mogu se značajno razlikovati od rezultata dobijenih u laboratorijskim uslovima.

Istraživanja u oblasti biomehanike su pokazala da se ljudski lokomotorni aparat ponaša kao da u svakoj ravni kretanja djeluje jedan mišić sa konstantnim krakom sile. Ti hipotetički mišići se nazivaju ekvivalentnim mišićima i zahvaljujući njima se, u znatnoj mjeri, mehaničke osobine mišića, konstatovane u laboratorijskim uslovima, mogu aplicirati

na jednostavne (osnovne), a zatim i složene ljudske pokrete (Jarić i Kukolj, 1996). Najprije su te zakonitosti potvrđene tokom voljne fleksije u zglobu lakta, a zatim i tokom ekstenzije u zglobu koljena. U brojnim radovima (Danoff, 1978; Griffin i saradnici, 1993; Harries i Bassey, 1990; Hortobagyi i Katch, 1990; Jarić, Ristanović i Gavrilović, 1981; Jarić i saradnici, 1985; Seger i Thorstensson, 1994; Thorstensson, Grimby i Karlsson, 1976; Tihanyi, Apor i Fekete, 1982; Westing, Seger i Thorstensson, 1990), naime, pokazano je da pri voljnoj kontrakciji izmjerena sila opada sa povećanjem brzine pokreta, po principu koji odgovara Hilovoj krivoj utvrđenoj na izolovanim mišićima.

Ukoliko zanemarimo pliometrijsku kontrakciju, čovjek najveću silu ostvaruje u izometrijskom režimu rada mišića. Značajnu ulogu u ispoljavanju maksimalne izometrijske sile ima fiziološki presjek mišića. Površina presjeka *musculus quadriceps femoris* se razlikuje kod sportista treniranih u snazi i netreniranih, odnosno onih treniranih u izdržljivosti (Passuke, Ereline & Gapeyeva, 2001). Iako se relativna sila ovog mišića, izražena po jedinici fiziološkog presjeka, ne razlikuje između sportista treniranih u snazi i sportista treniranih u izdržljivosti, oni ipak mogu da razviju veću silu pri većim brzinama skraćenja. Razlika između ove dvije kategorije sportista postaje sve izraženija u korist treniranih, što podrazumjeva da oni razvijaju i veću snagu (Jarić i Kukolj, 1996; Passuke i saradnici, 2001). Što se tiče razlike u ispoljavanju sile, po jedinici fiziološkog presjeka, između polova, te mlađih i starijih ispitanika nisu dobijene značajne razlike (Jarić i Kukolj, 1996; Petrella, Kim, Tuggle, Hall & Bamman, 2005).

Evidentno je da se sa povećanjem brzine pokreta, sila opada a snaga raste. Ovo potkrijepljuju rezultati nekih istraživanja. Prema navodima Jarića i Kukolja (Taylor i saradnici 1991) sa povećanjem brzine opružanja u zglobu koljena sila četvoroglavog mišića buta (*m. quadriceps femoris*) opada, dok snaga raste i dostiže maksimum pri brzini promjene ugla u zglobu koljena od 300-400 stepeni u sekundi. U prilog tome govori i to da je nakon treninga u izokinetičkim uslovima prirast sile najveći pri malim ugaonim brzinama (30°/s), dok je prirast snage bio najveći pri ugaonoj brzini od 240°/s, odnosno izvođenje pokreta neopterećenom nogom (Andersen i saradnici 2005; Kadija i saradnici, 2010).

Rahmani i saradnici (2001) su pratili relaciju sila – brzina, odnosno snaga – brzina tokom izvođenja vježbe potisak iz čučnja. Realcija sile – brzina je pokazala značajno linearni oblik, što znači da je ispoljena sila rasla sa povećanjem opterećenja, pri čemu je  $F_{max}$  dostignut pri uglu od 110°, što je u saglasnosti sa ranijim istraživanjima u kojima je ova

realcija praćena u višezglobnim pokretima ili tokom vožnje bicikla. Za razliku od sile, relacija snaga – brzina je predstavljena funkcijom polinoma drugog reda, pri čemu je kriva koja opisuje tu zavisnost imala samo uzlazni oblik, ukazujući na to da  $P_{max}$  i  $V_{max}$  nisu dostignuti. Ovakvi rezultati potvrđuju da sa povećanjem opterećenja dolazi do opadanja snage ovog mišića, kao i da su za dostizanje maksimuma neophodna interakcija optimalne brzine skraćenja i optimalnog opterećenja. Na osnovu gore navednog, možemo zaključiti da je opterećenje jedan od ključnih faktora za realizaciju brzine pokreta, odnosno ispoljavanje sile i snage.

Ispoljavanje maksimalne sile mišića zavisi i od ugla u kojem on ostvaruje maksimalni momenat sile. Prema istraživanjima Rahmanija i saradnici (2001), te Kneževića i saradnika (2010) ugao u kojem se ostvaruje maksimalna sila *musculus quadriceps femoris* je između  $110^\circ$  i  $130^\circ$ . Häkkinen i saradnici (1998), pokazali su da se tokom jednozglobnih pokreta opružanja u zglobu koljena, sila *musculus quadriceps femoris* povećava sve do ugla od  $120^\circ$ , kada dostiže svoj maksimum, bez obzira na veličinu opterećenja koje savladava. U svakom zglobu postoji i određeni položaj u kome se može ostvariti maksimalna vrijednost mišićne sile. Čak i onda kada se djeluje istim spoljnim opterećenjem, imaćemo različite vrijednosti mišićne sile za različite položaje u određenom zglobu. Promjenom ugla u određenom zglobu, mijenja se i krak sile, time i obrtni momenat, odnosno vrijednost ispoljene sile. Obrtni momenat sile mišića će biti najveći kada napadni ugao bude jednak pravom uglu, jer je tada krak najveći. Prilikom fleksije u zglobu lakta, maksimalna mišićna sila se ispoljava pri uglu od  $90^\circ$ , dok je prilikom ekstenzije u zglobu lakta i prilikom ekstenzije u zglobu koljena taj ugao  $120^\circ$  (Radovanović i Ignjatović, 2009).

Na osnovu dosadašnjih rezultata istraživanja, možemo zaključiti da sila (jačina) predstavlja sposobnost mišića da realizuje veliku napetost u izometrijskim uslovima ili protiv velikog spoljašnjeg otpora, pri vrlo malim brzinama skraćenja, te da snaga predstavlja sposobnost mišića da djeluje relativno velikim silama protiv manjeg spoljašnjeg otpora, ali pri velikim brzinama kontrakcije. To znači da jaka osoba ne mora istovremeno biti i snažna, kao i obrnuto. Dok jedan mišić razvija veliku силу u izometrijskim i kvaziizometrijskim uslovima, dotle je drugi sposobniji da razvije veliku snagu.

Prema Periću i Petroviću (2015), mogu se razlikovati sportovi u kojima je važnija sila i oni u kojima dominira snaga. Tako na primjer takmičari u bodibildingu ne mogu da ostvare visoke rezultate u sportovima u kojima se zahtijeva sposobnost brzog generisanja mišićne sile

(na primjer, atletski skokovi ili bacanja). Takođe, dobar primjer imamo i kod dizača tegova koji u disciplini trzaja, uprkos manjem teretu, razvija veću snagu nego pri tzv. mrtvom vučenju znatno većeg tereta. U prvom slučaju se razvija velika snaga (oko 1800 W) i mala sila (oko 1200 N), dok se u drugom djeluje velikom silom (oko 3600 N) uz razvijanje male snage (oko 900 W).

U atletskim sprinterskim i skakačkim disciplinama, kao i pri određenim tehnikama dizanja tegova neophodno je razvijanje sile u što kraćem vremenskom periodu. Vrijeme neophodno da mišići nogu razviju silu pri odgovarajućim pokretima ili stavovima u gimnastici iznosi 250 ms. Trajanje kontakta sa podlogom u sprintu je manje od 100 ms, dok kod različitih aktivnosti koje obuhvataju skokove ono iznosi oko 300 ms (Abernethy i saradnici, 1995). Takođe, interesantno je analizirati i ispoljavanje snage u atletskom sprintu. Prema Fenn-u (1930), prilikom trčanja maksimalnom brzinom, čovjek pokreće čitavo tijelo i razvija oko tri konjske snage (preko 2000 W). Istraživanja novijeg datuma su pokazala da srednja snaga mišića prilikom trčanja maksimalnom brzinom iznosi 30 W/kg, što znači da sprinter mase 85 kilograma ostvaruje snagu od 2550 W. Izuzetno velike vrijednosti zabilježene su u završnoj fazi maksimalnog sunožnog odskoka, čak 3000 W (prema Herman-u i saradnicima, 1990). Zahvaljujući pogodnom režimu mišićnog rada, koji podrazumijeva umjereni opterećenje i veliku brzinu mišićne kontrakcije, te simultanom dejstvu velikog broja mišića u dinamičkom režimu dobijene su izuzetno visoke vrijednosti snage. Prema tome, mišići u realnim uslovima najveću snagu postižu pri umjerenom opterećenju i maksimalno brzim pokretima.

U sportu je veoma teško govoriti o nezavisnosti sile i snage. Putem trenažnih programa koji se realizuju sa spoljnjim opterećenjem teško je razvijati jednu motoričku sposobnost a da taj trenažni protokol ne utiče na drugu motoričku sposobnost. Dominacija sile ili snage u određenoj sportskoj grani doprinosi razvijanju i dizajniranju specifičnih trenažnih protokola. Upravo, sposobnost sportiste da razvije veliku silu ili snagu, predstavlja osnovni kriterij selekcije u vrhunskom sportu. Dosadašnja istraživanja mišića sportista su pokazala da se oni razlikuju u pogledu snage, ali da ne postoji razlika u veličini relativne mišićne sile, posmatrane po jedinici fiziološkog presjeka mišića. Istraživanje koje su sproveli Taylor i saradnici (1991), kod sportista tipa snage (odbojkaši, fudbaleri, dizači tegova...) i sportista tipa izdržljivosti (maratonci, biciklisti...) potvrđuje da ne postoji razlika u relativnoj sili opružača u zglobu koljena, ali sa povećanjem brzine opružanja, razlika u izmjerenoj sili

postaje sve veća u korist sportista prve grupe, što praktično znači da oni razvijaju i veću snagu.

Iako postoji realan razlog da se sila i snaga tretiraju kao nezavisna svojstva lokomotornog aparata, teško je striktno odrediti područje njihovog razgraničenja. Područja jačine i snage, prikazana na Slici 2-2, trebalo bi prihvati uslovno, jer je logično pretpostaviti da će pri malim razlikama u brzini izvođenja dva slična pokreta izazvana promjenom opterećenja, ispoljena sila i snaga pokazati veću saglasnost. U prilog tome idu i rezultati Kanus-ovog istraživanja (1992) koji su pokazali da maksimalna izometrijska sila aktuelne mišićne grupe nisko korelira sa njenom maksimalnom snagom. Stepen njihove povezanosti međutim, znatno se povećao kada je sila mjerena pri umjereni brzim pokretima (60-240 step/sec). U vezi sa tim, zanimljivi su i podaci koji govore o relaciji rezultata tipičnih testova snage (skok u dalj iz mjesta i vertikalni odskok) i dinamometrijskih testova sile. Tako su, Jarić i saradnici (1989), kao i Birch i saradnici (1994), utvrdili numeričku povezanost srednje jačine (prosječnog koeficijenta korelacije) između pomenutih pokazatelja snage i sile opružača nogu.

Prema Komiju i saradnicima (1992), te Verhošanskom (1992), i Periću (2007) *apsolutna snaga* se označava kao maksimalna sila ostvarena u izometrijskim uslovima, u kojima je brzina jednaka nuli, ili kvaziizometrijskim uslovima u kojima mišić ispoljava silu blisku maksimalnoj, savladava spoljno opterećenju između 85% i 100% maksimalne izometrijske sile, pri maloj brzini, odnosno sporim pokretima. Kada mišić savladava otpor manji od 85% (ili 90%) od maksimalne izometrijske sile, ispoljava se *snaga*. Posmatrajući brzinu u funkciji pokreta, odnosno savladavanja spoljnog opterećenja, ona je direktno proporcionalna sa snagom a obrnuto proporcionalna u odnosu na silu. U izometrijskim i kvaziizometrijskim pokretima brzine gotovo da nema. Tamo gdje počinje brzina pokreta, prestaje sila i ulazi se u područje snage.

Jedan od ključnih faktora od koji zavisi brzina pokreta, a time i ispoljena sila, odnosno snaga jeste spoljno opterećenje. Rahmani i saradnici (2001) su spekulisali da *musculus quadriceps femoris* svoje maksimalne sposobnosti ispoljava pri opterećenjima bliskim sopstvenoj masi tijela ili čak nižim. Takva pretpostavka je vrlo bliska hipotezi maksimalnog dinamičkog izlaza Jarića i Markovića (2009), po kojoj mišići nogu fizički aktivnih osoba svoj maksimalni dinamički izlaz ispoljavaju u brzim pokretima (skokovi, trčanja), u kojima se kao opterećenje savladava težina i inercija sopstvenog tijela. Evidentno

je da se sa smanjenjem spoljašnjeg otpora povećava brzina pokreta, pa se u takvom režimu mišićnog naprezanja govorи o *brzinskoj snazi* (bacanje laganih predmeta, bacanje lopti, bacanje koplja). Sa povećanjem spoljašnjeg otpora, recimo prilikom bacanja teških sprava (medicinki, ruskih zvona), dolazi do sporije mišićne kontrakcije, pa se u takvom režimu mišićnog naprezanja govorи o *eksplozivnoj snazi*.

Verhošanski i saradnici (1992), shodno veličini spoljašnjeg otpora i brzine kojom se savladava, eksplozivnu snagu označavaju i kao *eksplozivno izometrijski tip mišićnog naprezanja*, u kojem je dominantna sila, a brzinsku snagu kao *eksplozivno balistički tip mišićnog naprezanja*, u kojem je dominantna brzina. Veoma je teško odrediti granicu između brzinske i eksplozivne snage, međutim ono što je zajedničko za oba tipa snage, jeste da ih sportista nastoji izvesti velikom brzinom.

Otuda je u praksi teško precizno odrediti granicu između ova dva miogena svojstva. Tipičan primjer su kretni zadaci - skok u dalj iz mjesta i troskok iz mjesta. Dok u skoku u dalj dominira brzinska, dotle je u troskoku više zastupljena eksplozivna snaga. Prema spoljnim manifestacijama, oba kretna zadatka djeluju kao pokreti maksimalne brzine, ali kada je na tenziometrijskoj platformi izmjerena sila ispoljena tokom sunožnog odskoka, pokazalo se da je ona značajno manja od sile izmjerene tokom drugog i trećeg skoka u zadatku troskok (Perić, 2007). Osim po veličini, realizovane sile su se razlikovale i po vremenu potrebnom za dostizanje maksimuma (pik sile). Većina ispitanika u testu troskok, pik sile ostvaruju za gotovo duplo duže vrijeme nego u klasičnom skoku u dalj iz mjesta. Aktivna faza mišićnog naprezanja prilikom skoka u dalj, naime, prosječno traje oko 100 milisekundi, a u troskoku 200 milisekundi. Razlog tolikog produženja aktivne faze je veliko povećanje spoljašnjeg otpora izazvanog masom sopstvenog tijela koje se, nakon prvog skoka, spušta na tlo uz kontrolisanu amortizaciju ostvarenu na račun pliometrijskog režima rada mišića. Zbog toga se u preciznim laboratorijskim mjeranjima koja koriste platformu sile, kao pouzdaniji podatak za razgraničenje brzinske i eksplozivne snage, uzima vrijeme realizacije sile, a ne njena veličina (Perić i Petrović, 2015).

Prilikom rada u teretani, veoma je bitno na osnovu spoljašnjeg opterećenja razgraničiti zonu brzinske i eksplozivne snage. Istraživanja većine autora iz oblasti treninga i antropomotorike, koja su sprovedena u laboratorijskim uslovima, su pokazala da spoljašnja opterećenja u zoni 70% – 90% od maksimalne izometrijske sile, odgovaraju pokretima u kojima dominira eksplozivna snaga. Spoljašnji otpor manji od 70%, ali i veći od 45%

maksimalne izometrijske sile, koje mišić savladava u svom radu odgovara zoni brzinske snage. Primjera radi, ukoliko u vježbi duboki čučanj maksimalni rezultat (maksimalna absolutna snaga) iznosi 200 kilograma onda se eksplozivna snaga ispoljava prilikom podizanja tega između 140 i 180 kilograma, a brzinska snaga u radu sa težinama između 90 i 140 kilograma. U praksi postoje sportovi u kojima dominira jedan odo ova dva navedena oblika snage. S obzirom, da su metode i sredstva treninga za razvoj brzinske i eksplozivne snage veoma su slični, one se u praksi nikada ne razdvajaju, jer je izuzetno teško razvijati samo jedan oblik snage a da se pri tome ne utiče na drugi.

Zbog visoke korespondentnosti, brzinska i eksplozivna snaga se u praksi označavaju zajedničkim imenima kao što su: *dinamička snaga* ili *eksplozivni režim naprezanja* (Verhošanski i saradnici, 1992).

Pored absolutne snage (maksimalne sile) i absolutne brzine (neopterećene brzine), na realizaciju pokreta zasnovanih na dinamičkoj snazi, značajan uticaj imaju *startna snaga* i *ubrzavajuća snaga*. Startna snaga se definiše kao sposobnost mišića da u početnom naprezanju dovede do brzog razvoja radnog napora, a ubrzavajuća snaga se definiše kao sposobnost mišića za brzi prirast radnog napora tokom kontrakcije. Istraživanja su pokazala da startna i ubrzavajuća snaga nisu značajno povezane, ali da obe dosta zavise od absolutne snage. Startna snaga se ispoljava pri dinamičkim naprezanjima kojim se savladava spoljašnji otpor veličine 20-40% od absolutne snage. Sa povećanjem otpora vrijednosti, odnosno značaj startne snage se smanjuje. Ubrzavajuća snaga, presudnu ulogu ima prilikom savladavanja opterećenja vrijednosti 60-80% od absolutne snage, tokom čitave amplitude pokreta.

Sa povećanjem spoljašnjeg otpora, odnos absolutne snage i maksimalne eksplozivne snage je značajniji. Prilikom izvođenja pokreta kojim se savladava otpor manji od 40% od maksimuma, uticaj absolutne snage na brzinu pokreta gotovo je zanemarljiv. Međutim, kada spoljašnji otpor dostigne 60% maksimalne sile, absolutna snaga pokazuje gotovo linearu zavisnost.

Na osnovu dosadašnjih istraživanja, silu i snagu ne bi trebalo tretirati kao absolutno nezavisna, već kao relativno nezavisna miogena svojstva lokomotornog aparata. Iako jači sportisti imaju prednost prilikom savladavanja većeg spoljašnjeg otpora, velika mišićna sila ne garantuje sposobnost mišića za generisanje i velike snage. Ispoljavanje sile i snage zavisi od velikog broja faktora. Pored utreniranosti, od koje zavisi brzina razvijanja veće ili manje

mišićne sile, jedan od faktora bitan za ovo istraživanje je kvalitet tehnike izvođenja pokreta u kojem se sila i snaga prate.

## **2.2.2. Ispoljavanje mišićnih parametara u nestabilnim uslovima**

Postoji veliki broj istraživanja i diskusija o uticaju treninga sa otporom na nestabilnim podlogama na mišićne parametre. Prema istraživanjima Andersona i Behma (2005), izvođenje pokreta pri nestabilnim uslovima rezultira smanjenjem maksimalne mišićne snage zbog umanjenja ukupne sile mišića, povećanja koncentrične kontrakcije i izmjene mišićne koordinacije.

Behm, Anderson i Curnew (2002) sproveli su istraživanje sa ciljem da utvrde razlike u izometričkoj izlaznoj sili, aktivaciju mišića (trzaj tehnika) i elektromiografsku aktivnost musculus quadricepsa, plantarnih fleksora (PF), i njihovih antagonista pod stabilnim i nestabilnim uslovima. Osam ispitanika, muškog pola, sa prethodnim iskustvom ili obukom treninga snage, izvodilo je jednostranu ekstenziju nogu (LE) i plantarnu fleksiju (PF) dok sjedi na klupi (LE), stolici (PF) ili švajcarskoj lopti. Ostvarene sile LE i PF u nestabilnim uslovima bile su 70,5% i 20,2% manje od istih ostvarenih u stabilnim uslovima. Elektromiografska aktivnost quadricepsa i plantarnih fleksora u prosjeku 44,3% i 2,9% je bila manja od aktivacije u stabilnim uslovima. Takođe aktivnost, odnosno omjer antagonista/agonista bila je 40,2% i 30,7% veća u odnosu na stabilne uslove prema LE i PF protokolima. Veće smanjenja sile LE može se pripisati nestabilnosti, odnosno smanjenoj površini oslonca, s obzirom da pri izvođenju vježbe na švajcarskoj lopti ispitanik ima samo 2 tačke kontakta sa podlogom, a ne 3 tačke kontakta kada vježbu izvodi na stolici (PF). Nevedni autori su mišljena da švajcarske lopte mnogo veći značaj imaju u poboljšanju ravnoteže, stabilnosti i proprioceptivnih sposobnosti.

Anderson i Behm (2004) radili su istraživanje sa ciljem mjerjenja razlika u izlaznoj sili i elektromiografskoj aktivnosti (EMG) m. pectoralis majora, m. deltoideus anteriora, m. triceps brachia, m. latissimus dorsi, m. rectus abdominusa na stabilnoj i nestabilnoj podlozi. U istraživanju je učestvovalo deset zdravih muškaraca koji su radili potisak sa grudi u stabilnim uslovima (ravna klupa) i u nestabilnim uslovima (švajcarska lopta). Maksimalna izometrijska sила u nestabilnim uslovima bila je 59% manja u odnosu na stabilne podlove. Nije bilo značajnih razlika u ukupnoj EMG – e aktivnosti navedenih mišićnih grupa bez obzira na vrstu podlove. Veće aktivnosti EMG – a uočene su u koncentričnim kontaktima u odnosu na

ekscentrične ili izometrijske kontakcije. Smanjena ravnoteža, te uspostavljanje stabilnosti zgloba, kao i slabija tehnička obuka mogu biti razlozi manjih vrijednosti izlazne sile. Navedni autori za razvijanje sile preporučuju trening sa otporom na stabilnim podlogama.

Takođe, Anderson i Behm (2005) istraživali su elektromiografsku aktivnost m. soleusa (SOL), m. vastus lateralis (VL), m. biceps femoris (BF), stabilizatora trupa (AS), m. erector spinae (ULES), lumbo – sacral erector spinae (LSES) tokom izvođenja čučnja u različitim uslovima stabilnosti i opterećenja. Četrnaest muškarac izvodilo je čučanj na Smit mašini (stabilni uslovi) i na dva diska (nestabilni uslovi). Elektromiografske aktivnosti SOL, AS, ULES i LSES bile su najveće tokom čučnja na nestabilnoj podlozi, a najmanje na Smitovoj mašini. Povećane vrijednosti ovih mišića mogu se pripisati njihovoј povećanoj posturalnoj i stabilizacijskoj ulozi. Takođe EMG aktivnost je bila veća tokom koncentrične kontrakcije u odnosu na ekscentrične kontrakcije. Trening na nestabilnim podlogama, odnosno izvođenje čučnja u nestabilnim uslovima, povećava aktivnost mišića najodgovornijih za održavanje posturalnih položaja (SOL).

Marshall i Bernadette (2006) su ispitivali aktivnosti musculus deltoideusa i trbušne muskulature tokom koncentrične i ekscentrične faze potiska sa grudi na i bez švajcarske lopte, pri opterećenju od 60% od 1 RM. Rezultati istraživanja su pokazali veću mišićnu aktivnost navedenih mišićnih grupa tokom treninga sa opterećenjem na švajcarskoj lopti.

McBride, Prue i Russell (2006) su na osnovu istraživanja izlazne sile prilikom izvođenja izometrijskog čučnja u stabilnim i nestabilnim uslovima došli do rezultata koji pokazuju značajno smanjenje sile i snage kod ispitanika u nestabilnim uslovima. Takođe, rezultati izometrijskog čučnja na nestabilnim podlogama značajno ukazuju na smanjenje sile, snage i aktivnosti mišića agonista bez promjene aktivnosti mišića antagonista i sinergista.

Cowley, Swensen i Sforzo (2007) istraživali su efikasnost podloge (nestabilna u odnosu na stabilnu, odnosno upotreba švajcarske lopte u odnosu na ravnu klupu) na snagu i radni kapacitet tokom izvođenja vježbe potiska sa grudi. Također, navedeni autori su nastojali da utvrde efekte treninga potiska sa grudi na lopti ili ravnoj klupi na snagu, radni kapacitet i silu trbušne muskulature. Četrnaest mladih žena (20 do 23 godine) izvršilo je 1 maksimalno ponavljanje (1RM) potiska sa grudi i YMCA test na klupi (ispitivanje pritiska na klupu), YBT – y balans test na lopti i ravnoj klupi, kao i dva terenska ispitivanja koja mjere silu trbušne muskulature. Žene su tada bile zadužene da obavljaju 3 nedjelje trening, odnosno

vježbu potisak sa grudi na lopti za stabilnost (SB grupa) ili ravnoj klupi (FB grupa), a na osnovu prethodno utvrđenog 1RM snage. Potisak sa grudi uključivao je 3 serije, od 3 - 5 ponavljanja pri opterećenju većem ili jednakom 85% od 1RM. Za evaluaciju promjena snage, radnog kapaciteta i sile trbušne muskulature, korišćeni su 1RM test potisak sa grudi, YBT test, test frontalne abdominalne sile (FAPT) i test bočne sile abdomena (SAPT). Ispitivanja su završena na obe platforme nakon programa obuke. Podloga (lopta naspram ravne klupe) nije imala uticaja na snagu, ali radni kapacitet je u početku bio manji za 12% na lopti u odnosu na ravnu klupu. Kao odgovor na obuku, obe grupe su značajno povećale snagu i radne kapacitete, a nije bilo grupnih razlika. Povećanje snage 1RM bilo je 15% i 16% na lopti i ravnoj klupi za SB grupu, a 16% i 19% za FB grupu. Povećanje radnog kapaciteta bilo je 32% i 13% na lopti i ravnoj klupi za SB grupu, a 27% i 26% za FB grupu. Obe grupe su značajno poboljšale silu trbušne muskulature na FAPT-u, a nije bilo grupnih razlika. Radne karakteristike na FAPT su poboljšane za 5% za SB grupu, a 22% za FB grupu. Radne karakteristike na SAPT-u se nisu promenile. Realizovani trenažni protokol potiska sa grudi, koji je obavljen na lopti ili na ravnoj klupi povećao je snagu i radni kapacitet. Efikasni rezultati treninga sa opterećenjem na lopti za kratko vrijeme, preporučuju primjenu istog kod netreniranih žena.

Hamlyna, Behm i Younga (2007) ispitivali su stepen aktivacije u različitim mišićima trupa tokom dinamičkog treninga sa opterećenjem i izometrijskih nestabilnih vježbi. Šesnaest ispitanika izvodilo je čučnjeve i mrvto dizanje sa 80% od jednog maksimalnog ponavljanja (1RM), kao i vježbe sa sopstvenim tijelom, te dvije vježbe izometrijske nestabilnosti (superman i bočni most). Elektromiografska aktivnost (EMG) mjerena je iz lower abdominals (LA), external obliques (EO), upper lumbar erector spinae (ULES), and lumbar-sacral erector spinae (LSES). Rezultati pokazuju da je LSES EMG aktivnost tokom 80% od 1RM čučnja znatno premašila vrijednosti 80% od 1RM tokom mrvog dizanja LSES EMG aktivnost za čak 34,5%. EMG aktivnost LSES prilikom izvođenja čučnja sa opterećenjem 80% od 1RM, takođe je prevazišla vrijednosti čučnja sa sopstvenom težinom, mrvog dizanja, supermen vježbe i bočni most za 56, 56.6, 65.5 i 53.1%. EMG aktivnost ULES tokom mrvog dizanja bila je 12.9% veća u odnosu na izvođenje čučnja sa spoljnim opterećenjem 80% od 1 RM. Takođe, prilikom izvođenja mrvog dizanja sa 80% od 1RM povećalo je EMG aktivnost ULES EMG u odnosu na čučnja sa sopstvenom težinom, mrvto dizanje, supermen vježbe i bočni most za 66.7, 65.5, 69.3 i 68.6%. Nije bilo značajnih promjena u EO ili LA aktivnosti. Dobijeni rezultati su pokazali

povećanu aktivnost LSES-a i ULES-a tokom izvođenja čučnja i mrtvog dizanja pri opterećenju 80% od 1RM u odnosu na iste vježbe izvedene sa tjelesnom težinom i odabranim vježbama nestabilnosti. Pojedinci koji izvode dinamične vežbe (čučanj, mrtvo dizanje) gdje se trup kreće uspravno, mogu postići veliku aktivaciju mišića trupa i stoga možda neće biti potrebno dodavati vježbe za nestabilnost kako bi se povećala stabilnost jezgra.

Nuzzo i saradnici (2008) su poredili aktivnost mišića trupa tokom izvođenja vježbi na stabilnoj lopti i vježbi sa slobodnim opterećenjem. Devet obučenih muškaraca učestvovali su u testiranju čučnja (SQ), mrtvog dizanja (DL) sa opterećenjem približnim 50%, 70%, 90% i 100% od jednog maksimalnog ponavljanja (1RM). Takođe, izvodili su i tri vježbe na stabilnoj lopti kod kojih angažovana analogna muskulatura. Tokom vježbanja bilježena je prosječna elektromiografska aktivnost komplementarnih mišićnih grupa. Dobijeni rezultati su pokazali veću ili istu aktivnost mišićnih grupa angažovanih tokom čučnja i mrtvog dizanja analognih onima koji su angažovani tokom vježbi na stabilnoj lopti. Samim tim dovodi se u pitanje upotreba stabilne lopte u razvoju mišićne snage i hipertrofije, dok se mrtvo dizanje i čučanj preporučuju za povećanje snage i hipertrofije stražnjih ekstenzora.

Koshida, Miyashita, Iwai i Kagimori (2008) su u svojim ranijim istraživanjima pokazali da vježba sa otporom pod nestabilnim uslovima smanjuje izometrijske sile izlaza, ali malo se znalo o njegovom uticaju na mišićne izlaze tokom dinamičnog kretanja. Nakon sprovednog istraživanja treninga sa otporom – benč pres na nestabilnoj podlozi, čiji cilj je bio da se ispita efekat uticaja istog na silu, snagu i brzinu, pronađen je gubitak rezultata mišićnih parametara pod nestabilnim uslovima. Njihova stopa smanjenja je relativno niska, oko 6% za silu i 10% za snagu i brzine izlaza.

Hibbs, Kevin, Duncan i Wrigley (2008) su ukazali na značaj upotrebe treninga sa otporom na nestabilnim podlogama u procesu rehabilitacije osoba sa bolom u leđima i za obavljanje svakodnevnih aktivnosti sa ciljem povećanja opšte stabilnosti i snage organizma.

Goodman i saradnici (2008) su upoređivali snagu 1RM gornjeg dijela tijela i elektromiografsku aktivnost mišića trupa tokom benč presa tj. potiska sa grudi na stabilnoj (ravna klupa) i nestabilnoj podlozi (švajcarska lopta). Nakon upoznavanja, 13 ispitanika podvrgnuti su testiranju 1 RM na stabilnoj i nestabilnoj podlozi. Elektromiografska aktivnost zabilježena je za pet mišića gornjeg dijela tijela i jedan mišić trupa. Takođe, ugao lakta tokom dizanja opterećenja zabilježen je kod obe podloge. Dobijeni rezultati nisu pokazali razliku u

1RM, niti u mišićnoj elektromiografskoj aktivnosti tokom benč presa na stabilnoj i nestabilnoj podlozi. Takođe, dobijeni rezultati ne podržavaju ideju da su treninzi sa otporom na nestabilnim podlogama efikasniji u odnosu na tradicionalne treninge na stabilnim podlogama.

Wahl i Behm (2008) istraživali su elektromiografske (EMG) aktivnosti soleusa, bicep femorisa, rektusa femorisa, mišića lumbosakralnih erekтора spinae (LSES) prilikom upotrebe različitih nestabilnih uređaja, stabilnih i nestabilnih vježbi, i vježbi zamora kod 16 visoko treniranih pojedinaca. U protokolu koji podrazumijeva upotrebu nestabilnih uređaja (sprava) učesnici su izvodili vježbe u stojećem i čučećem položaju balansirajući na raznim nestabilnim površinama (Dyna disc, BOSU lopta, ploča za vibraciju i švajcarska lopta) i stabilnoj podlozi (pod). Učesnici su izvodili sledeće vježbe: statički prednji iskorak, statički bočni iskorak, podizanje karlice sa jednom nogom u ekstenziji, dohvati jedne noge u položaju vase i dizanje na prste na podu ili na nestabilnom disku. Za provjeru zamora, ispitanici su izvodili vježbu sjed uz zid (noge savijene u koljenima pod 90 stepeni, leđa oslonjena na zid) pod stabilnim i nestabilnim uslovima (BOSU lopta). Dobijeni rezultati su pokazali povećanu aktivnost za sve mišiće kada stoje na švajcarskoj lopti i svim mišićima, osim rektus femorisa, kada ispitanici stoje na ploči. Takođe, povećana EMG aktivnost uočena je kod donjih abdominalnih mišića i musculus soleusa prilikom stajanja na švajcarskoj lopti. Uređaji kao što su Dyna disc i BOSU lopta nisu pokazali značajne razlike u aktiviranju mišića pod bilo kojim uslovima, osim LSES u stojećim uslovima na Dyna discu. Tokom protokola vežbanja, nije bilo značajnih promena u mišićnoj aktivnosti između stabilnih i nestabilnih (Dyna Disc) uslova. Tokom izvođenja vježbe sjedenje uz zid, EMG aktivnost musculus soleusa je bila 51% veća na stabilnim podlogama. Ovi rezultati ukazuju na to da upotreba umjerenog nestabilnih uređaja za obuku (tj. Dyna disc, BOSU ball) nije pružila dovoljne izazove za neuromuskularni sistem kod visoko treniranih osoba.

Bressel i saradnici (2009) godine istraživali su aktivaciju mišića jezgra trupa tokom izvođenja čučnja u stabilnim i nestabilnim uslovima, uz verbalnu instrukciju. Dvanaest muškaraca sa iskustvom u treningu snage izvodili su čučanj pod četiri različita uslova, i to: izvođenje čučnja na stabilnoj podlozi pri opterećenju 50% od 1 RM, zatim izvođenje čučnja sa opterećenjem 50% od 1 RM na BOSU lopti (nestabilni uslovi), izvođenje čučnja na stabilnoj podlozi pri opterećenju 75% od 1 RM, zatim izvođenje čučnja sa opterećenjem 50% od 1 RM uz verbalne instrukcije kako da se aktiviraju pojedini mišići trupa.

Elektromiografska aktivnost mišića trupa, *musculus rectus abdominis* (RA), *musculus obliquus externus* (EO), *musculus transversus abdominis/internis obliquus* (TA/IO), i *musculus erector spinae* mjerena je u svim uslovima. Mišići RA, EO, TA/IO pokazali su veliku aktivnost tokom čučnja sa verbalnim uputstvima (39-167%), u odnosu na izvođenje čučnja sa istim opterećenjem bez verbalnog uputsva. Uočena je povećanja elektromiografska aktivnost ES prilikom izvođenja čučnja pri opterećenju 75% od 1RM nego kod čučnja sa instrukcijama pri opterećenju 50% od 1 RM. Rezultati ukazuju da ako je cilj unaprijediti EMG aktivnost abdominalnih mišića tokom izvođenja čučnja (višezglobni pokreti), verbalna uputstva mogu biti učinkovitija od povećanja intenziteta opterećenja ili podizanja na nestabilnoj površini. Međutim, u svjetlu drugih istraživanja, svjesna ko-aktivacija mišića trupa tokom vježbanja čučnjeva može dovesti do nestabilnosti kičmenog stuba i opasnih sila kompresije u lumbalnom dijelu kičmenog stuba.

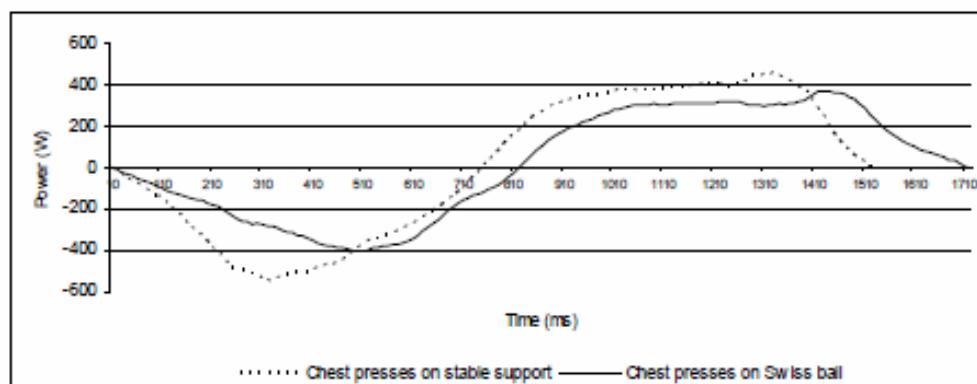
Kibele i Behm (2009), sproveli su istraživanje u cilju upoređivanja uticaja sedmonedeljnog programa treninga sa otporom u stabilnim i nestabilnim uslovima na snagu, ravnotežu i funkcionalne sposobnosti. Prije i nakon završenog programa testirana je snaga opužača nogu, statička i dinamička ravnoteža, trbušnjaci, skok u dalj, test skočnosti na vrijeme, shuttle run, i sprint. U istraživanju je učestvovalo 40 ispitanika, oba pola. Finalni rezultati su pokazali da uopšte nema razlike između stabilnih i nestabilnih treninga sa otporom i trenažnih efekata nezavisno od pola. Sve mjere, osim sprinta unaprijeđene su treningom. Efekti interakcije su pokazali da trening na nestabilnim podlogama povećava broj trbušnjaka i skočnost. Navedeni autori preporučuju inkorporiranje treninga na nestabilnim podlogama sa tradicionalnim treninzima.

Sparkes i Behm (2010), su realizovali osmonedeljni treninga na nestabilnim podlogama sa aktivnim rekreativnim osobama. Mjerena je izometrijska sila grudi, elektromiografska aktivnost *triceps brachii* i *pectoralis majora* pod stabilnim i nestabilnim uslovima, balans, skok u dalj sa jedne noge, ponavljači skok i pliometrijski skok uvis. Nakon dobijenih rezultata došlo je do značajnog povećanja sile sa tendencijom višeg prirasta grupe koja je radila pod nestabilnim uslovima. Takođe, vidljiv je poslijetrenažni napredak u maksimalnom obimu izometrijske koncentrične sile. Takođe, došlo je do značajnog povećanja sile i povećanja neuromišićne efikasnosti *m.triceps brachii* i *m.pectoralis* stabilnih u odnosu na nestabilne treninge. Čini se da nestabilni trening sa otporom, koji

koristi niže sile, može povećati snagu i ravnotežu kod prethodno netreniranih mladih osoba, slično kao i trening u stabilnim uslovima sa većim opterećenjima.

Uribe i saradnici (2010) ispitivali su uticaj mišića, odnosno aktivaciju mišića ramenog pojasa i grudi (anterior deltoideus, pectoralis major, and rectus abdominis), prilikom potiska sa grudi i ramenog potiska sa dvoručnim tegovima, na stabilnoj podlozi (klupi) i nestabilnoj podlozi (švajcarska lopta). Nakon početnog određivanja 1RM, te nakon 48 sati odmora, 16 zdravih muškaraca izvodili su po 3 ponavljanja na 80% od 1RM, vježbu potisak sa grudi i rameni potisak na stabilnoj i nestabilnoj podlozi. Elektromiografija je pokazala da ne postoji značajna razlika u mišićnoj aktivaciji navedenih mišićnih grupa. Takođe, istraživanje je pokazalo da nestabilna podloga niti narušava niti unapređuje mišićnu aktivaciju u navedenim uslovima.

Na osnovu istraživanja Zemkove (2010), dobijeni su rezultati koji su pokazali znatno manje vrijednosti maksimalne snage prilikom vježbanja sa opterećenjem u nestabilnim uslovima u odnosu na stabilne uslove.



*Slika 2-10. Grafički prikaz odnosa snaga-vreme pri potisku sa grudi pri stabilnim i pri nestabilnim uslovima (Prema: Zemkova, 2010). Preuzeto iz Acta Medica Mediana 2011.*

Na osnovu Slike 2-10, gdje je analizirana mišićna kontrakcija jednog potiska sa grudi, jasno se vidi karakter krivulje pri stabilnim i nestabilnim uslovima. Dobijene su veće vrijednosti maksimalne snage tokom vježbe potisak sa grudi u stabilnim uslovima (ravna klupa) u odnosu na vježbu potisak sa grudi u nestabilnim uslovima (švajcarska lopta).

Zemková, Dzurenková, Ollé, i Kováčiková Z (2010) su uspoređivali promjene kardiorespiratornih parametara za vrijeme i nakon treninga sa otporom gornjih i donjih ekstremiteta, pod stabilnim i nestabilnim uslovima. U istraživanju je učestvovalo 16 fizički aktivnih mladih muškaraca koji su proizvoljno, odnosno bez određenog redoslijeda izvodili 6 serija od po 8 ponavljanja, sa 2 min odmora u međuvremenu, i to: a) potisak sa grudi na ravnoj klupi ili švajcarskoj lopti, i b) čučanj na stabilnoj površini ili BOSU lopti (oba sa 70% 1RM). Kardiorespiratori parametri praćeni su pomoću sistema Spiroergometry CS 200. Uočene su male promjene većine kardiorespiratornih parametara tokom dizanja opterećenja. Povećana potrošnja kiseonika nakon izvođenja vježbi na nestabilnim i stabilnim podlogama, se već nakon 30-40 sekundi odmora vraćala na početne vrijednosti. S druge strane, brzina otkucaja srca dospila je maksimum na kraju vježbanja i počela je odmah padati u fazi oporavka. Iako je puls tokom vježbanja ostalo relativno nepromijenjen, povećalo se vrijeme oporavka, dostižući maksimum nakon približno 40-50 sekundi. Međutim, vrijednosti dobijene tokom vježbi gornjih ekstremiteta bile su znatno veće u nestabilnim i stabilnim uslovima, dok za vježbe donjih ekstremiteta nisu zapažene značajne razlike. Štaviše, došlo je do postepenog povećanja kardiorespiratornih parametara od 1. do 6. serije tokom obe vježbe izvedene na stabilnoj i nestabilnoj površini (oko 10-20%). Ovi rezultati upućuju na to da nestabilnost, odnosno izvođenje potiska sa grudi na švajcarskoj lopti predstavlja intenzivniju stimulaciju za funkcije kardiorespiratornog sistema, od onih koje se izvode na stabilnoj površini. Nasuprot tome, kardiorespiratori odgovor na čučnje je sličan u stabilnim i nestabilnim uslovima. Rezultati pokazuju veći unos kiseonika ( $VO_2$ ) tokom aktivnih intervala potiska sa grudi na švajcarskoj lopti u poređenju sa ravnom klupom (0.96 l / min i 0.81 l / min), odnosno 20.3 kJ i 17.1 kJ. Dalje, zabilježeno je povećanje  $VO_2$  nakon vježbanja, odnosno potiska sa grudi, i kod nestabilnih i kod stabilnih podloga (0,09 l / min i 0,08 l / min), odnosno 1,8 kJ i 1,6 kJ. Slično tome, potrošnja kiseonika je bila veća tokom aktivnih intervala čučnjeva izvedenih na BOSU lopti, u poređenju sa stabilnom podlogom (1.19 l / min i 1.08 l / min), odnosno 25,1 kJ i 22,8 kJ. U fazi oporavka došlo je do povećanja  $VO_2$  (0,12 l / min i 0,11 l / min), što predstavlja 2,4 kJ i 2,2 kJ. Potrošnja energije bila je neznatno veća tokom potiska sa grudi na nestabilnoj podlozi u odnosu na stabilnu podlogu (22,1 kJ i 18,7 kJ) i u čučanjima (27,5 kJ i 25,0 kJ). Dobijeni rezultati nas navode na razmišljanje o primjeni treninga sa otporom na nestabilnim podlogama u funkciju regulisanja tjelesne težine.

Marinković, Radovanović i Ignjatović (2011) u cilju utvrđivanje razlika u mišićnoj sili, snazi i brzini realizovali su osmonedeljni trening sa opterećenjem pri nestabilnim uslovima. Za potrebe istraživanja korišćene su vježbe koje sportisti najčešće izvode u treningu sa opterećenjem: potisak sa grudi i čučanj. Eksperimentalna grupa se sastojala od 10 studenata i niko od njih nije bio profesionalni sportista, niti je učestvovao u organizovanom i programiranom treningu sa opterećenjem tokom poslednjih godinu dana. Ispitanici su trenirali dva puta nedeljno, tokom 8 nedelja, pri nestabilnim uslovima. Vježba potisak sa grudi izvođena je na "švajcarskoj" lopti, dok je vježba čučanj izvođena na BOSU lopti, čime su obezbjeđeni nestabilni uslovi pri treningu sa opterećenjem. Obe vježbe su izvođene sa prethodno utvrđenim opterećenjem od 50% vrijednosti jednog maksimalnog ponavljanja (1RM). Analiza dobijenih rezultata je pokazala da vježbe potisak sa grudi i čučanj, izvođene pri nestabilnim uslovima sa opterećenjem 50% 1RM, pružaju dovoljni stimulus za poboljšanje parametara funkcije mišića, te da mogu značajno da povećaju mišićnu snagu kod prethodno netreniranih mladih ljudi.

Istraživanja Saeterbakkena, Tilara i Finlanda (2011) imala su za cilj upoređivanja vrijednosti 1RM i elektromiografske aktivnosti mišića pectoralis majora, deltoideus anteriora, biceps brachia i triceps brachia tokom izvođenja vježbe potiska sa grudi – benč presa na Smit mašini, sa dvoručnim tegom i bućicama, tj u različitim uslovima stabilnosti. U istraživanju je učestvovalo 12 zdravih i obučenih muškaraca, a testiranje 1RM i elektromiografska aktivnost navedenih mišićnih grupa u različitim uslovima stabilnosti mjerena je sa pauzom 3-5 dana između vježbanja. Dobijeni rezultati jednoručnog potiska – bućica, su pokazali manje vrijednosti 1RM u odnosu na Smit mašinu za čak 14%, a u odnosu na dvoručni teg za čak 17%. Dobijene vrijednosti dvoručnog tega su za 3% veće u odnosu na Smit mašinu. Nije dobijena razlika elektromiografske aktivnosti pectoralis majora i deltoideus anteriora tokom mišićnog naprezanja. Povećana je aktivnost biceps brachia u uslovima stabilnosti, dok je aktivnost triceps brachia smanjena tokom jednoručnog u odnosu na dvoručni potisak, te dvoručnog potiska u odnosu na potisak na Smit mašini. Dobijeni rezultati, prilikom dvoručnog potiska u uslovima stabilnosti rezultiraju istom mišićnom aktivnosti pectoralis majora i deltoideus anteriora, nižim vrijednostima triceps brachia i visokim vrijednostima biceps brachia. Ovi rezultati su izuzetno značajni u području sportskog treninga i oblasti rehabilitacije.

Zemková, Jeleň, Kováčiková, Ollé, Vilman, i Hamar (2012) su upoređivali maksimalnu snagu i prosječnu snagu u koncentričnoj fazi potiska sa grudi na nestabilnoj podlozi (švajcarska lopta) pri različitim podignutim težinama, kod sportista sa različitim iskustvom. U istraživanju su učestvovale dvije grupe vježbača, i to prva grupa vježbača sa iskustvom u konvencionalnom treningu sa otporom, i druga grupa vježbača sa iskustvom u treningu sa otporom na nestabilnim podlogama. Nasumičnim redoslijedom, izvršavali su potisak sa grudi na švajcarskoj lopti s utezima od 40%, 60% i 80% od 1RM. Vježbe su izvedene s korišćenjem maksimalnog napora u koncentričnoj fazi. Iako nisu postojale značajne razlike u prosječnoj snazi tokom cijele koncentrične faze potiska sa grudi na švajcarskoj lopti u grupama 1 i 2 pri podizanju opterećenja od 40% i 60% od 1RM, vrijednosti su bile značajno niže na 80% od 1RM u grupi sa iskustvom u konvencionalnom treningu sa otporom u odnosu na grupu sa iskustvom u treningu sa otporom na nestabilnoj podlozi. Međutim, maksimalna snaga i prosječna snaga u fazi ubrzavanja bile su znatno niže u prvoj grupi, kod svih podignutih opterećenja. Stoga je zaključeno da je izlazna snaga u koncentričnoj fazi potiska sa grudi izvedena na švajcarskoj lopti niža kod ispitanika bez iskustva u vježbama sa otporom u uslovima nestabilnosti, u poređenju s onima s iskustvom. Ove razlike su uglavnom vidljive u maksimalnoj i prosječnoj snazi u fazi ubrzanja pri radu sa većim težinama ( $\geq 60\%$  1RM). Ovi rezultati upućuju na to da sposobnost proizvodnje snage tokom treninga sa opterećenjem na nestabilnoj podlozi zavisi od iskustva vježbača.

Bratić, Radovanović, Ignjatović, Bojić i Stojiljković (2012) su u svom istraživanju promjena mišićnih parametara vrhunskih mladih džudista tokom potiska sa grudi i čučnja (70% od 1RM) na nestabilnim odnosno stabilnim podlogama došli do rezultata koji ukazuju da nije došlo do značajnog smanjenja mišićnih izlaza tokom potiska sa grudi na nestabilnim podlogama (švajcarska lopta) u odnosu na stabilne podlove, ali prilikom izvođenja čučnja došlo je značajnog smanjenja mišićnih izlaza u odnosu na stabilne podlove. Za razliku od vrhunskih mladih džudista, grupa studenata koja je učestvovala u istom istraživanju i pod istim uslovima pokazala je drugačije rezultate. Prilikom izvođenja potiska sa grudi došlo je do značajnog smanjenja mišićnih izlaza na nestabilnim podlogama (švajcarska lopta) u odnosu na stabilne podlove. Pored toga, za ovu grupu mišićni izlazi bili znatno niži tokom čučnja pod nestabilnim u odnosu na stabilne uslove.

Zemkova i saradnici (2012) su poredili izlaznu snagu u koncentričnoj fazi potiska sa grudi/benč presa i čučnju pri opterećenju 70% od 1 RM, u stabilnim i nestabilnim uslovima.

Dobijeni rezutati su pokazali značajno smanjenje izlazne snage tokom treninga na nestabilnim podlogama. Takođe, prosječna snaga je bila niža na nestabilnim u odnosu na stabilne podloge tokom potiska sa grudi i čučnja. Na finalnom mjerenuju, smanjenje prosječne snage u koncentričnoj fazi potiska sa grudi bilo je značajno više na švajcarskoj lopti u odnosu na stabilnu podlogu – ravna klupa. Nije bilo značajne razlike u padu prosječne snage u koncentričnoj fazi čučnja na bosu lopti u odnosu na stabilne podloge. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je izlazna snaga znatno umanjena tokom treninga pod nestabilnim uslovima, i efekat je više evidentan za potisak sa grudi na švajcarskoj lopti nego za čučanj na bosu lopti.

Saeterbakken i Fimland (2013) izvršili su istraživanje izlaznih vrijednosti mišićne sile i elektromiografsku aktivnost u čučnjevima pri različitim nestabilnim površinama. Cilj studije bio je upoređivanje izlazne sile i mišićne aktivnosti mišića nogu i trupa u izometrijskim čučnjevima izvedenim na stabilnoj površini (podu), i tri nestabilne podloge, balans ploča, BOSU lopta i balans konusu. Petnaest zdravih muškaraca ( $23,3 \pm 2,7$  godine, težine:  $80,5 \pm 8,5$  kg, visine:  $1,81 \pm 0,09$  m) su se dobrovoljno prijavili. Procjenjene su izlazne vrijednosti sile i elektromiografske aktivnosti (EMG) rectus femorisa, vastus medialisa, vastus lateralis, biceps femorisa, soleusa, rectus abdominis, obliquus externus, i erectora spinae. Ispitanici su imali jedan probni test prije zvaničnih mjerjenja. U poređenju sa stabilnom površinom ( $749 \pm 222$  N), vrijednosti izlazne sila korišćenjem balans ploče bile su slične (-7%,  $p = 0.320$ ), ali niže za BOSU loptu (-19%,  $p = 0.003$ ) i balansni konus (-24%  $p \leq 0.001$ ). Takođe, dobijene izlazne vrijednosti sile korišćenjem BOSU lopte i balans konusa bile su manje u odnosu na balans ploču. Postojale su slične EMG aktivnosti između površina u svim mišićima, osim rektus femorisa, u koji je u stabilnim uslovima obezbedio veću EMG aktivnost. Niža EMG aktivnost je primjećena u rectus femoris koristeći balansni konus u poređenju sa BOSU loptom ( $p = 0.030$ ). U zaključku, povećanje nestabilnosti površine za vrijeme maksimalnih napora izometrijskog čučnja obično održava mišićnu aktivnost donjih i ekstremnih mišića trupa, mada se snaga smanjuje. Ovo ukazuje na to da se čučanj na nestabilnim podlogama/uslovima može koristiti u rehabilitaciji i kao dio periodičnih trenažnih programa.

Panza i saradnici (2014) su u svom istraživanju o energetskoj potrošnji, ocjeni uočenih naprezanja (RPE), te maksimalnom broju ponavljanja prilikom izvođenja vježbe potisak sa grudi na stabilnim i nestabilnim podlogama pri opterećenju 80% od 1 RM, došli do

rezultata koji ukazuju da nije bilo značajne razlike između broja ponavljanja i RPE za isto opterećenje između stabilne i nestabilne, prilikom izvođenja vježbe potisak sa grudi. Međutim, za vrijeme izvođenja potiska sa grudi na nestabilnoj podlozi - vježba na lopti, utrošak energije je bio veći. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da izvođenje potiska sa grudi na nestabilnoj podlozi rezultira većem utrošku energije. To povećanje rashoda može doprinijeti povećanju metaboličkih procesa tokom vježbanja, što je važno u programima gubitka masti.

Maté – Muñoz i saradnici (2014) sproveli su istraživanje sa ciljem utvrđivanja efekata tradicionalnog kružnog treninga sa otporom (TRT) i kružnog treninga sa otporom na nestabilnim podlogama (IRT) na snagu, silu, brzinu kretanja i skakačke sposobnosti donjih i gronjih ekstremiteta netreniranih muškaraca. U ovoj studiji je učestvovalo 36 netreniranih muškaraca, podijeljenih u dvije eksperimentalne grupe i jednu kontrolnu grupu. Učesnici u eksperimentalnim grupama, odnosno jedna eksperimentalna grupa je provodila tradicionalni kružni trening sa otporom, koristeći tegove i mašine za vježbanje, dok je druga eksperimentalna grupa provodila kružni trening sa otporom na nestabilnim podlogama koristeći BOSU lopte i TRX. Učesnici su vježbali tri puta sedmično, sedam nedjelja. Prije i nakon provedenog programa praćene su sledeće varijable: maksimalna sila (1 RM), prosječna brzina (AV), maksimalna brzina (PV), prosječna snaga (AP), maksimalna snaga (PP) tokom potiska sa grudi (BP) i čučnja (BS), skok u vis iz mesta (SJ), skok u vis iz kretanja (CMJ). Oba trenažna programa doprinijela su značajnom unapređenju mišićnih parametara. Najznačajnija unapređenja uočena su u SJ (IRT = 22.1%, RT = 20.1%), CMJ (IRT = 17.7%, TRT = 15.2%), 1RM u BS (IRT = 13.03%, TRT = 12.6%), 1RM u BP (IRT = 4.7%, TRT = 4.4%), AP u BS (IRT = 10.5%, TRT = 9.3%), AP u BP (IRT = 2.4%, TRT = 8.1%), PP u BS (IRT=19.42%, TRT = 22.3%), PP u BP (IRT = 7.6%, TRT = 11.5%), AV u BS (IRT = 10.5%, TRT = 9.4%), i PV u BS (IRT = 8.6%, TRT = 4.5%). Dobijeni podaci pokazuju efikasnost trenažnog procesa na nestabilnim podlogama (BOSU lopte i TRX) kod netreniranih muškaraca.

Vježbe stabilnosti postale su sastavni dio obuke sportista u području snage i fizičke pripreme. Iako se dosta istraživalo o upotrebi nestabilnih površina u treningu snage, manja je pažnja poklonjena upotrebi treninga sa otporom sa nestabilnim opterećenjem. Lawrence i Carlson (2015) su istraživali silu reakcije na podlogu (GRF) i aktivaciju mišića trupa i donjih ekstremiteta prilikom izvođenja paralelnog zadnjeg čučnja sa nestabilnim opterećenjem

(tegovi povezani sa elastičnim trakama) u odnosu na izvođenje paralelnog zadnjeg čučnja sa stabilnim opterećenjem (normalni dvoručni teg). Petnaest obučenih muškaraca (starosti:  $24,2 \pm 3,4$  godine, tjelesna masa:  $83,4 \pm 18,7$  kg) završilo je 10 ponavljanja zadnjeg čučnja, sa opterećenjem 60% od 1 maksimalnog ponavljanja (RM) u stabilnim i nestabilnim uslovima. Utvrđena je vertikalna maksimalna sila (GRF) i integrirana aktivnost mišića rectus femorisa, vastus laterala, vastus medialisa, biceps femorisa, soleusa, rectus abdominisa, externus obliquesa i erector spinae na desnoj strani tijela. Nestabilno opterećenje rezultiralo je malim (3,9%), ali značajnim smanjenjem maksimalne vertikalne sile (GRF). Nestabilno opterećenje također je proizvelo veću aktivaciju mišića rectus abdominisa, externus obliquesa i soleusa. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da čučanj sa nestabilnim opterećenjem povećava aktivaciju stabilizacijske muskulature. Dobijeni rezultati sile su bili statistički značajno manji, ali to umanjenje je bilo izuzetno malo tako da možda nije ni relevantno za praksu.

Dunnick i saradnici (2015) istraživali su aktivaciju mišića gornjeg dijela tijela tokom izvođenja vježbe potisak sa grudi na ravnoj klupi sa stabilnim opterećenjem u poređenju sa potiskom sa grudi na ravnoj klupi sa nestabilnim opterećenjem. Dvadeset osposobljenih muškaraca (uzrast =  $24,1 \pm 2$  godine, tjelesna visina =  $177,5 \pm 5,8$  cm, tjelesna masa =  $88,7 \pm 13,7$  kg) realizovali su potisak sa grudi sa ravne klupe sa stabilnim i nestabilnim opterećenjem, i dva različita opterećenja 60% i 80% od 1 RM. Nestabilno opterećenje je postignuto vješanjem 16 kg bućica pomoću elastičnih traka na kraj šipke. Svi pet mišića (pectoralis major, deltoideus anterior, deltoideus medialis, triceps brachii, i latissimus dorsi) pokazali su znatno veću aktivaciju pri 80% u poređenju sa 60% opterećenjem, i tokom koncentričnih u poređenju sa ekscentričnim akcijama. Ovi rezultati ukazuju na to da ne postoji razlika u aktivaciji mišića gornjeg tijela tokom izvođenja potiska sa grudi na ravnoj klupi sa stabilnim i nestabilnim opterećenjem. Prema tome, treneri bi trebali koristiti svoje želje prilikom dizajniranja programa obuke.

Aranda i saradnici (2016) upoređivali su elektromiografske (EMG) aktivnosti mišića ruku i ramenog pojasa, kao i mišića donjih ekstremiteta tokom treninga sa opterećenjem u vježbi potisak sa grudi/benč pres (BP) i slobodnom čučnju (FS) na stabilnoj podlozi (SS) i nestabilnoj podlozi (US). Devetnaest zdravih muškaraca (starosti  $24,65 \pm 3,48$  godina) dobrovoljno su se prijavili na pet testova. Potisak sa grudi je izvođen na ravnoj klupi i švajcarskoj lopti, a čučanj na stabilnoj podlozi (tlo) i nestabilnoj podlozi – dva balans diska,

pri spoljnom opterećenju 15 ponavljanja od 1 RM. Vrijednost opterećenja za čučanj na stabilnoj podlozi bila je veća nego na nestabilnoj podlozi ( $83,9 \pm 18,67$  kg naspram  $70,3 \pm 10,07$  kg,  $P = 0,001$ ). Nije zabilježena nikakva značajna razlika između potiska sa grudi na bilo kojoj površini ( $66 \pm 10,15$  kg naspram  $64,2 \pm 8,63$  kg,  $P = 0,231$ ). Za EMG nisu primjećene značajne razlike u deltoideus anterioru ( $0,52 \pm 0,13$  u odnosu na  $0,65 \pm 0,42$ ,  $P = 0,06$ ), pectoralis majoru ( $0,40 \pm 0,44$  u odnosu na  $0,30 \pm 0,21$ ,  $P = 0,14$ ), biceps femorisu ( $0,09 \pm 0,08$  u odnosu na  $0,08 \pm 0,06$ ,  $P = 0,50$ ) ili vastus lateralisu ( $0,34 \pm 0,21$  u odnosu na  $0,34 \pm 0,22$ ,  $P = 0,76$ ) bez obzira na vrstu podloge. Prema tome, rezultati pokazuju da trening sa nižim opterećenjem na nestabilnim podlogama proizvodi sličnu aktivaciju mišića kao i trening sa većim opterećenjem na stabilnim podlogama.

Vilaca - Alves i saradnici (2016) istraživali su elektromiografsku aktivnost mišića stomaka: rectus abdominis (RA), extern abdominal oblique (EAO), and rectus femoris (RF), tokom izvođenja trbušnjaka na stabilnoj (pod) i nestabilnoj podlozi (švajcarska lopta). Dvadeset pojedinaca, zdravih i fizičkih aktivnih (starosti  $22,40 \pm 2,46$  godina,  $71,38 \pm 9,71$  kg tjelesne mase, visine  $176,55 \pm 6,29$  cm i procjene tjelesne masti  $5,47 \pm 2,64\%$ ), izvodili su po jednu seriju od 10 ponavljanja na podu i švajcarskoj lopti, bez određenog protokola/redoslijeda, sa intervalom odmora 10 minuta između dvije podloge. Utvrđene su značajne razlike elektromiografske aktivnosti rectus femoris (RF) između dvije podloge. Značajno veća aktivnost rectus femoris je bila na švajcarskoj lopti nego na podu ( $26,56 \pm 12,47$  Hz k  $44,15 \pm 19,91$  Hz). Takođe, prilikom izvođenja trbušnjaka na obe površine, vrijednosti rectus abdominis i externus obliquusa ( $p < 0,0001$ ), bile su značajno veće u odnosu na rectus femoris. Ovo istraživanje ukazuje na to, da izvođenje trbušnjaka na podu ili švajcarskoj lopti izaziva veću aktivnost rektusa abdominis i spoljašnjih kosih abdominalnih mišića nego rektus femorisa.

Istraživanje Toresa i saradnika (2017) imala su za cilj procijenu elektromiografske aktivnosti (EMG) i koaktiviranje mišića lopatice i gornjih ekstremiteta tokom vježbe sklek plus (ruke su potpuno opružene, pokret se samo izodi u predjelu lopatice, zaključavanje/otključavanje lopatice) na stabilnim i nestabilnim podlogama. Aktiviranje mišića anterior deltoideusa (AD), posterior deltoideusa (PD), pectoralis majora (PM), biceps brachia (BB), triceps brachii (TB), gornjeg trapeziusa (UT), srednjeg trapeziusa (MT), donjeg trapeziusa (LT), i serratus anteriora (SA) mjerena je kod 20 zdravih. Rezultati su

pokazali da je tokom izvođenja sklekova plus na nestabilnoj površini uočena povećana EMG aktivnost mišića stabilizatora lopatice (SA, MT i LT), dok su mišići AD i PD pokazali smanjenje. Takođe, tokom izvođenja skleka na nestabilnoj podlozi povećana je koaktivacija mišića lopatice (SA-MT i UT-LT parova). Nije bilo značajnih razlika u TB-BB i AD-PD parovima. Ovi rezultati ukazuju na to da je vježba izvođenje skleka plus na nestabilnim površinama prouzrokovala veći nivo EMG i indeks koaktivacije mišića stabilizatora lopatice. S druge strane, upotreba nestabilnih površina nema isti učinak za mišiće ramena.

Ferreira i saradnici (2017) sproveli su studiju sa ciljem utvrđivanja vremena oporavka mišića nakon treninga snage, odnosno izvođenja tri različite vježbe potiska sa grudi ili popularni benč pres, na Smit mašini, sa jednoručnim i dvoručnim tegom u različitim stabilnim uslovima. Dvadeset i sedam muškaraca ( $23,5 \pm 3,8$  godina) slučajno je dodijeljeno jednoj od tri grupe: (a) Smith mašina; (b) dvoručni benč pres; ili (c) jednoručni benč pres (bućice). Ispitanici su izvodili 8 serija od 10 maksimalnih ponavljanja sa 2 minute odmora između serija. Debljina mišića, najveći obrtni moment (PT) i zamor izmjereni su prije, poslije, 24, 48, 72 i 96 sati nakon vježbanja. Nije bilo razlika u obrtnom momentu PT ili vrijednostima debljine mišića pectoralis majora ili ekstenzora lakta između grupa. Nije bilo razlike u zamoru pectoralis majora između grupa. Međutim, grupa koja je izvodila potisak na Smitovoj mašini i grupa koja je radila dvoručni potisak oporavile su se 72 sata nakon vježbanja, tj nestao je umor u triceps brachii, dok grupa koja je radila sa jednoručnim tegovima nije pokazivala umor triceps brachii nakon vježbanja. Zaključujemo da obučeni muškarci imaju sličan oporavak ozljeda mišića nakon vježbe potisak sa grudi na Smitovoj mašini, sa dvoručnim tegom i jednoručnim tegovima (bućicama). Međutim, oporavak od umora u mišićima ekstenzora lakta traje duže nakon vježbe potisak sa grudi sa dvoručnim tegom.

Ostrowski i saradnici (2017) su sproveli istraživanje sa ciljem da se utvrdi da li dolazi do povećanja aktivnosti mišića stabilizatora tokom potiska sa grudi/benč presa na nestabilnoj podlozi u odnosu na mišićnu aktivnost potiska sa grudi/tokom benč presa na stabilnoj podlozi (klasični trening). U studiji je učestvovalo 15 muškaraca, volontera starosti  $24,2 \pm 2,7$  godina, težine  $84,8 \pm 12,0$  kg, visine  $1,77 \pm 0,05$  cm, iskustva u treningu snage  $9,9 \pm 3,4$  godina, i 1RM  $107,5 \pm 25,9$  kg. Ispitanici su izvodili dvije serije po pet ponavljanja u stabilnim uslovima (75% od 1RM) i nestabilnim uslovima (60% od 1RM), koristeći

standardne šipke i tegove. Elektromiografijom mjerena je aktivnost primarnih pokretača (pectoralis major, deltoideus anterior, and triceps brachii) i mišića stabilizatora (latissimus dorsi, middle and posterior deltoid, biceps brachii, and upper trapezius). Rezultati dobijeni elektromiografijom su pokazali veću aktivnost musculus biceps brachiai i srednje glave musculus deltoideusa u nestabilnim uslovima. Takođe, dobijeni rezultati su pokazali i veću aktivnost mišića stabilizatora u nestabilnim uslovima sa 15 % manjim opterećenjem. Dobijeni rezultati pokazuju veću mišićnu aktivnost stabilizatora u nestabilnim uslovima u odnosu na klasični trening snage.

Nairn i saradnici (2017) istraživali su upotrebu nestabilnog uređaja (rekvizita), u ovom slučaju vodenog valjka (Attitube), prilikom izvođenja vježbe čučnja, a sa ciljem izazivanja nestabilnosti gornjeg dijela tijela. Pomoću 75 reflektirajućih markera praćena je mišićna aktivnost 12 mišića, i kinematika skočnog zgloba, koljena, kuka i karlice. Deset učesnika, izvodili su čučnjeve sa olimpijskom šipkom na stabilnoj podlozi, olimpijskom šipkom na bossu lopti i čučanj pomoću vodenog valjka na stabilnoj podlozi. Čučanj sa vodenastim valjkom je pokazao 1,5 puta manju aktivaciju erectora spinae i do 1,5 manju fleksiju trupa. Takođe, povećana je i aktivnost mišića trupa za 2,8 puta u odnosu na stabilne uslove. Rad u nestabilnim uslovima, na bossu lopti, je povećao otklizavanje gležnja i fleksibilnost koljena uz veću mišićnu aktivaciju u gastrocnemiusu, biceps femorisu i quadricepsu. Sveukupno, mijenjanje mesta nestabilnosti tokom čučnja promijenilo je kretanje i obrasci aktivacije mišića trupa i donjih ekstremiteta. To pruža informacije za buduća istraživanja o rehabilitaciji, učenju odgovarajuće vježbe i specifičnim sadržajima treninga.

Sklek je jedna od najčešćih vježbi snage koja se obično koristi u programima treninga snage za gornji dio tijela. Budući da je ograničen na tjelesnu težinu, fitness treneri koriste nekoliko vrsta alternativnih vježbi (npr. nestabilne podloge) kako bi se povećala aktivnost uključenih mišića. Istraživanje Vila-Châ, Ribeiro, Serra, Costa, Conceição i De Paza (2017) imalo je za cilj analizirati promjene u obrascu aktivnosti mišića uključenih u izvođenje skleka na stabilnoj površini ili nestabilnoj podlozi (Bosu lopti). Jedanaest ispitanika, muškog pola (starost, srednja vrijednost  $\pm$  SD:  $21,9 \pm 4,2$  godina), upoznato je sa tehnikom izvođenja skleka. Ispitanici su izvodili po 5 ponavljanja na stabilnoj i nestabilnoj podlozi. Elektromiografska aktivnost (EMG) iz agonističkih mišića, antagonističkih mišića i

mišići stabilizatora prikupljena je sa 11 bežičnih površinskih elektroda. Rezultati su pokazali da je iz agonističkih mišićnih grupa, samo kod triceps brachija povećana aktivacija prilikom izvođenja skleka na stabilnoj podlozi ( $p < 0,001$ ), takođe triceps brachii je pokazao veći nivo aktivacije kod nestabilne u odnosu na stabilnu podlogu ( $70,13 \pm 29,03\%$  i  $58,62 \pm 25,31\%$ ). Što se tiče antagonističkog mišića, sklek na nestabilnoj podlozi je uključio veću aktivnost brachialnih bicepsa i latissimus dorsi u poređenju sa sklekom na stabilnoj podlozi ( $p < 0,05$  za oba mišića). Pored toga, za mišiće stabilizatore, uočena je veća aktivnost gornjeg dijela trapeza za oko 37,79% prilikom izvođenja skleka na nestabilnoj podlozi u odnosu na stabilnu podlogu ( $p < 0,01$ ). Generalno, došlo je do povećanja aktivnosti mišića stabilizatora prilikom izvođenja skleka na Bosu lopti, u odnosu na sklek na stabilnoj podlozi. Dobijeni rezultati upućuju na to, da izvođenje skleka na nestabilnoj podlozi mijenja obrazac aktivacije antagonističkih mišića, mišića stabilizatora ramena i mišića agonista, posebno aktivacije triceps brahia.

Piraua i saradnici (2017) analizirali su mišićnu aktivnost (EMG) gornjih ekstremiteta i ramena tokom treninga sa otporom uz preaktivacijsku metodu u stabilnim i nestabilnim uslovima. Ukupno 14 volontera (starosti  $22,5 \pm 2,4$  godina, visina tijela  $173,6 \pm 7,10$  cm, tjelesna masa  $76,03 \pm 9,02$  kg) izvodili su tri vježbe sa opterećenjem odgovarajućim redoslijedom: a) potisak sa grudi/benč pres na stabilnoj podlozi, b) letenje sa bućicama i potisak sa grudi sa bućicama na stabilnoj podlozi, i c) letenje sa bućicama i potisak sa grudi sa bućicama na nestabilnoj podlozi. Ispitanici su izvodili po 10 ponavljanja letenja sa bućicama na stabilnoj ili nestabilnoj podlozi sa opterećenjem 30% od 1RM, a potisak sa grudi je izvođen sa opterećenjem 60% od 1RM. 1RM test je proveden za obe vježbe i, u slučaju bućica, na obe površine. Mjereni su EMG signali iz m. pectoralis maiora (PM), deltoideus anteriora (DA), triceps brachii (TB) i serratus anteriora (SA). Dvosmjerna ANOVA za ponovljene mjere pokazala je da je postupak predaktiviranja podigao EMG aktivnost za sve mišiće ( $p \leq 0,01$ ), DA ( $p \leq 0,02$ ), TB ( $p \leq 0,02$ ) i SA ( $p \leq 0,03$ ) i nije bilo razlika između stabilnih i nestabilnih podloga ( $p \geq 0,228$ ). Ovi rezultati ukazuju da izvođenje prethodne vježbe povećava EMG aktivnost. Došlo je do neznatne aktivnosti mišića agonista ali ona nije uzrok pre-aktivacijske metode, nego je rezultat uzastopnog izvođenje dviju vježbi.

Zemkova, Jelen, Radman, Svilar i Hamar (2017) procjenjivali su učinak umora na srednju snagu u ubrzanju i tokom cijele koncentrične faze vježbi sa opterećenjem na

stabilnim i nestabilnim površinama. Grupa od 24 mlada muškarca izvodila je niz od 25 ponavljanja potiska sa grudi na ravnoj klupi ili na švajcarskoj lopti, i čučnjeve na stabilnoj podlozi ili na BOSU lopti (oba s 70% od 1RM). Tokom vježbanja praćeni su osnovni biomehanički i kardiorespiratorni parametri. Rezultati su pokazali da je srednja snaga tokom obje vježbe bila znatno veća na stabilnoj nego na nestabilnoj površini. Međutim, prosječna snaga u ubrzaju (46,1% i 29,3%, P = 0,009) i tokom cijele koncentrične faze ponovljenih potisaka sa grudi (44,9% i 33,1%, P = 0,012) znatno su se smanjivale pod stabilnim nego nestabilnim uslovima. Nadalje, unos kiseonika tokom aktivnih intervala podizanja bio je znatno veći za nestabilne nego kod stabilnih podloga tokom potiska sa grudi ( $2.11 \pm 0.22$  L / min i  $1.69 \pm 0.19$  L / min, P = 0,033), dok se njegove vrijednosti nisu značajno razlikovale tokom stabilnog i nestabilnog čučnja ( $2.13 \pm 0.21$  L / min i  $2.01 \pm 0.17$  L / min, P = 0,27). Može se zaključiti da umor u završnim ponavljanjima izvođenja potiska sa grudi narušava sposobnost veće proizvodnje snage kada se izvodi na klupi nego na švajcarskoj lopti. Suprotno tome, nije bilo značajnih razlika u smanjenju snage tokom čučnjeva na stabilnoj podlozi i BOSU lopti. Rezultati istraživanja ukazuju na to da nestabilni uslovi mogu stimulisati potencijale snage i time umanjiti smanjenje snage u umoru. Međutim, ovaj efekt zavisi o vrsti upotrebe uređaja za vježbanje i nestabilnosti.

Hamed, Bohma, Mersmann i Arampatzisa (2018) uradili su studiju sa ciljem procjene efikasnosti specifičnih vježbi za kontrolu dinamičke posturalne stabilnosti u nestabilnim uslovima starijih odraslih osoba. Četrdeset i sedam starijih odraslih osoba (65-80 godina) podijeljeno je u dvije eksperimentalne grupe (grupa koja je radila trening snage n = 15, i grupa koja je izvodila dinamičke pokrete u nestabilnim uslovima - simulacija pada naprijed n = 16) i kontrolnu grupu (n = 16). Trajanje treninga bilo je 14 nedjelja, dva puta sedmično, u trajanju po sat ipo. Snaga mišića, sposobnost ravnoteže i sposobnost oporavka, odnosno uspostavljanja ravnoteže ispitivane su prije i poslije trenažnog programa pomoću maksimalne izometrijske plantarne fleksije i ekstenzije koljena. Trening sa otporom, kao i trening u nestabilnim uslovima povećali su sposobnosti oporavka ravnoteže, dok kontrolna grupa nije pokazala nikakve promjene. Grupa koja je realizovala trening snage na stabilnoj podlozi povećala je snagu plantarnih fleksora za 20% i 23% u grupi koja je radila u nestabilnim uslovima, a mišićna snaga ekstenzora koljena povećala se samo u grupi koja je radila trening snage u stabilnim uslovima za 8%. S druge strane, samo grupa koja je radila u nestabilnim uslovima je pokazala značajno poboljšanje sposobnosti ravnoteže. Na osnovu

dobijenih rezultata možemo zaključiti da program obuke koji se zasniva na ostvarivanju mehanizama dinamičke stabilnosti u nestabilnim uslovima povećava mišićnu snagu, te ravnotežu tokom iznenadnih i statičnih ravnotežnih zadataka, te smanjuje rizik od pada kod starijih osoba.

### **2.2.2.1. Vrste treninga sa otporom na nestabilnim podlogama**

Postoji veliki broj podjela, odnosno tipova treninga na nestabilnim podlogama shodno uslovima izvođenja vježbi i upotrebi rekvizita. Danas su u upotrebi koriste različiti nazivi za ovaj način treninga. Dosta autora ovaj metod treninga naziva funkcionalni trening ali većina autora ovakav metod treninga nazivaju proprioceptivni trening.

Propriocepcija je sposobnost lokomotornog sistema za primjerene odgovore na specifične, ali često i neobične statičke i dinamičke podražaje (Potach i Borden, 2000).

Tipovi proprioceptivnog treninga se mogu podijeliti u više različitih grupa, i to:

- proprioceptivni trening na balans pločama,
- proprioceptivni trening na zračnim jastucima,
- proprioceptivni trening na loptama različitih veličina, težina i materijala,
- proprioceptivni trening na valjkastim i poluvaljkastim površinama,
- proprioceptivni trening na trampolinama i mekanim strunjačama,
- proprioceptivni trening na uskim hodnim površinama,
- proprioceptivni trening na trenažerima i slobodnim utezima,
- proprioceptivni trening na neravnim površinama,
- proprioceptivni trening dinamičke stabilizacije,
- proprioceptivni trening sa zadržavanjem pozicije tijela u parteru,
- proprioceptivni trening na posebno konstruisanim napravama i nestabilni poligoni (Jukić i saradnici, 2003).

Bez obzira na ponudu sportskih rekvizita koje se koriste u toku treninga ili na tip treninga na nestabilnim podlogama, zajedničko im je da se izvođenje odgovarajućeg pokreta vrši na osloncima malih površinama, koji zahtjevaju velike napore sportista da održe ili se vrate u isti. Vježbanje na ovim podlogama doprinosi uključivanju i aktiviranju proprioceptivnog aparata. Upravo održavanje položaja i uspostavljanje dinamičke ravnoteže

je osnova uspjeha u sportskim aktivnostima. Nesumnjivo je da primjena proprioceptivnog treninga dovodi do jačanja tetiva i ligamenata, a samim tim smanjuje mogućnost povreda učesnika u sportsko – rekreativnim aktivnostima.

### **3. PREDMET, CILJ, ZADACI ISTRAŽIVANJA**

Predmet ovog istraživanja su promjene parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa, pod uticajem treninga sa otporom na stabilnoj i nestabilnoj podlozi, kod punoljetnih netreniranih osoba muškog pola.

Cilj istraživanja je da utvrdimo da li će trening sa otporom na nestabilnoj podlozi dovesti do većih vrijednosti parametara mišićnih sposobnosti u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi.

Zadaci istraživanja:

1. Odabratи adekvatan uzorak ispitanika čije će karakteristike omogućiti dobijanje validnih podataka.
2. Izvršiti mjerенje maksimalne sile muskulature ruku i ramenog pojasa (1 RM – repetitio maximum).
3. Izvršiti inicijalno mjerенje mišićnih parametara muskulature ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) na opterećenju 55%, 60% i 65% od jednog maksimalnog ponavljanja.
4. Izvršiti finalno mjerенje mišićnih parametara muskulature ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) na opterećenju 55%, 60% i 65% od jednog maksimalnog ponavljanja.
5. Na osnovu dobijenih rezultata izvršiti deskriptivnu i komparativnu statistiku.

## **4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA**

Na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja treninga sa otporom na stabilnim i nestabilnim podlogama na parametre mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa, koja su uglavnom sprovedena sa sportistima ili licima koja su imala programiran sistem vježbanja, te da će se planirani trening realizovati isključivo sa netreniranim osobama, koje do sada nisu imale organizovan i programiran sistem vježbanja, moguće je definisati sledeću generalnu hipotezu i nekoliko podhipoteza:

**H<sub>g</sub>** – očekuje se da će primjena treninga sa otporom na stabilnoj i na nestabilnoj podlozi dovesti do povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) kod netreniranih osoba.

**H<sub>1</sub>** – očekuje se da će primjena treninga sa otporom kod netreniranih osoba na nestabilnoj podlozi, dovesti do povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) pri izlaznom opterećenju 55% od jednog maksimalnog ponavljanja, u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi.

**H<sub>2</sub>** – očekuje se da će primjena treninga sa otporom kod netreniranih osoba na nestabilnoj podlozi, dovesti do povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) pri izlaznom opterećenju 60% od jednog maksimalnog ponavljanja, u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi.

**H<sub>3</sub>** – očekuje se da će primjena treninga sa otporom kod netreniranih osoba na nestabilnoj podlozi, dovesti do povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) pri izlaznom opterećenju 65% od jednog maksimalnog ponavljanja, u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi.

# **5. PRIMJENJENA METODOLOGIJA**

## **5.1. TOK I POSTUPAK ISTRAŽIVANJA**

Ovo istraživanje zamišljeno je kao klasičan eksperiment sa dvije grupe. U njemu je, kao osnovni sistem eksplikacije problema, primijenjen empirijski metod. U fazi definisanja teorijskog okvira korišten je bibliografski metod, a prilikom obrade i interpretacije rezultata statistički metod.

U ovom istraživanju učestvovalo je 60 ispitanika, podijeljenih u dvije eksperimentalne grupe. Ispitanici su nesportisti, punoljetne osobe muškog pola koje do sada nisu imale organizovan i programiran sistem vježbanja. Eksperimentalni program je trajao osam nedelja, uz prethodnu obuku pravilne tehnike izvođenja vežbi za razvoj mišićne sile i snage koji je trajao četiri nedelje.

Nakon obuke pravilnog izvođenja tehnike vježbi, a prije početka eksperimentalnog programa izvršeno je početno merenje mišićnih parametara. Na osnovu početnog mjerjenja za svakog ispitanika utvrđeno je opterećenje od 50% od prethodne vrijednosti jednog maksimalnog ponavljanja (1RM). Ispitanici prve eksperimentalne grupe bili su uključeni u trening sa opterećenjem pri nestabilnim uslovima u teretani (švajcarska lopta), dok su ispitanici druge eksperimentalne grupe bili uključeni u trening sa opterećenjem pri uobičajenim, stabilnim uslovima u teretani (ravna klupa). Ispitanici prve eksperimentalne grupe su vježbati dva puta nedeljno, ukupno 16 treninga. Ispitanici druge eksperimentalne grupe su takođe vježbati dva puta nedeljno, ukupno 16 treninga. Treninzi su se izvodili u teretani Fakulteta fizičkog vaspitanja i sporta u Banjoj Luci, pod nadzorom stručnjaka sa prethodnim iskustvom u ovakvoj vrsti treninga.

Podaci koji su podvrgnuti statističkoj obradi prikupljeni su testiranjem u laboratorijskim uslovima, uz pomoć specijalno dizajniranog sistema (Fitrodine Premium, Fitronic, Slovakia) za procjenu miogenih sposobnosti. Kako bismo dobili što objektivnije i validnije podatke, svi ispitanici bili su upoznati s ciljem istraživačkog rada, kao i načinom testiranja.

## **5.2. UZORAK ISPITANIKA**

Uzorak za ovo istraživanje su predstavljala 60 ispitanika nesportista, podijeljenih u dvije eksperimentalne grupe, koji prvi put imaju organizovan i programiran sistem vježbanja. Polazeći od postavljenog problema, predmeta, ciljeva i zadataka istraživanja a imajući u vidu organizacione mogućnosti potrebne za sprovođenje ovog istraživanja, uzet je optimalan broj ispitanika kako bi se istraživanje sproveo korektno, a rezultati bili egzaktni.

Ispitanici su morali ispunjavati sljedeće uslove:

- da su punoljetne osobe,
- da su muškog pola,
- da do sada nisu imali organizovan i programiran sistem vježbanja,
- da su nesportisti,
- da nemaju organskih i somatskih oboljenja.

## **5.3. UZORAK VARIJABL I NAČIN NJIHOVOG MJERENJA**

Gotovo sve varijable koje su se koristile u ovom istraživanju pripadaju prostoru miogenih motoričkih sposobnosti. Izuzetak su jedino varijable koje pripadaju antropometrijskom prostoru. U tom smislu, sve korištene varijable moguće uslovno podijeliti na antropometrijske varijable i varijable za procjenu miogenih svojstava.

### **5.3.1. Opis eksperimentalnog programa vježbanja**

Vježbe istezanja mišića i povećanje mobilnosti, odnosno pokretljivosti zglobova cijelog tijela a prije svega ruku i ramenog pojasa, koje su korištene u uvodnom dijelu vježbanja imale su za cilj pripremu organizma ispitanika za rad koji predstoji, odnosno glavni dio treninga je sadržavao vježbu potisak sa grudi sa opterećenjem.

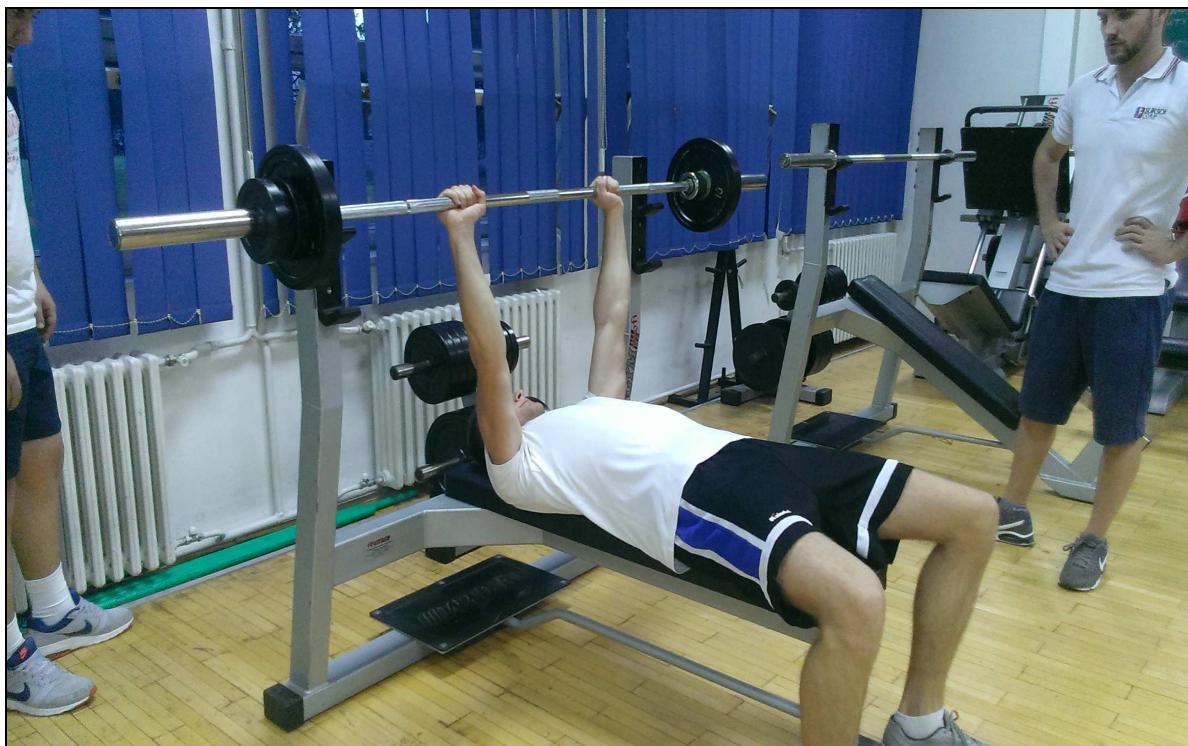
Ispitanici **prve** eksperimentalne grupe su izvodili vježbu potisak sa grudi sa šipkom i tegovima, **šest serija po osam ponavljanja**, uz opterećenje **od 50% od** prethodno određene vrijednosti jednog maksimalnog ponavljanja (1RM). Ispitanici su postavljali torakalnu regiju tijela na švajcarsku loptu (nestabilna podloga), oba stopala na pod, noge savijene u koljenima

pod uglom od  $90^\circ$ , dok je hvat šipke sa tegovima bio u širini ramena sa dlanovima nagore (Slika 5-1). Vježbu potisak sa grudi ispitanici su započinjali sa šipkom u podignutoj poziciji sa rukama koje potpuno ispružene. Šipku sa tegovima su zatim spuštali do grudi, a onda ponovo podizali nagore dok se ruke ne vrate u početnu poziciju. Prilikom izvođenja vježbe od ispitanika se zahtjevalo da izbegavaju Valsava-manevar, odnosno zadržavanje udaha. Odmor između serija bio je dva minuta.



*Slika 5-1. Potisak sa grudi – nestabilna podloga*

Ispitanici **druge eksperimentalne grupe** su izvodili vježbu potisak sa grudi sa šipkom i tegovima, **šest serija po osam ponavljanja**, uz **opterećenje od 50%** od prethodno određene vrijednosti jednog maksimalnog ponavljanja (1RM). Ispitanici su postavljali torakalnu regiju tijela na ravnu klupu (stabilna podloga), oba stopala na pod, noge savijene u koljenima pod ugлом od  $90^\circ$ , dok je hvat šipke sa tegovima bio u širini ramena sa dlanovima nagore. Vježbu potisak sa grudi ispitanici su započinjali sa šipkom u podignutoj poziciji sa rukama koje su potpuno ispružene. Šipku sa tegovima su zatim spuštali do grudi, a onda ponovo podizali nagore dok se ruke ne vrate u početnu poziciju (Slika 5-2).



*Slika 5-2. Potisak sa ravne klupe, položaj ispitanika (Bench Press)*

### **5.3.1.1. Švajcarska lopta**

Postoji veliki broj podataka o upotrebi švajcarske lopte u terapijske svrhe. U nekim grčkim literaturama upotreba neke vrste lopte se navodi u drugom vijeku nove ere. Aquilino Cosani, poznati talijanski proizvođač plastike je 1960 godine počeo proizvodnju lopti koje danas koristimo ali one su prije svega korištene kao igračke za djecu. Iako je lopta vodila porijeklo iz Italije, njena upotreba u terapijske svrhe kod djece i novorođenčadi započela je u Švajcarskoj od strane Mary Quinton, britanskog fizioterapeuta koja je radila u Švajcarskoj, pa otuda i naziv Švajcarska lopta.

Osnivač i direktor škole za fizikalnu terapiju u Bazelu dr Susan Klein – Vogelbach je prva počela da koristi ovu loptu kod odraslih koji su imali zdravstvene i ortopedске probleme. U našem istraživanju smo koristili švajcarsku loptu na naduvavanje, prečnika 65 cm, izrađena od debele i meke gume, ovlašćenog proizvođača Energetics.



*Slika 5-3. Švajcarska lopta*

Švajcarska lopta (Slika 5-3), danas ima široku primjenu u gotovo svim sportovima kako u razvoju motoričkih sposobnosti, tako i u terapijske svrhe kao sredstvo prevencije povreda i sredstvo oporavka u procesu rehabilitaciji. Upotreba lopte omogućava zabavan, kreativan, efikasan, bezbjedan i lako dostupan način vježbanja.

### **5.3.2. Procjena maksimalne sile metodom repetitivnog maksimuma**

Procjena maksimalne sila muskulature ruku i ramenog pojasa mjerena je u standardno opremljenoj teretani Fakulteta fizičkog vaspitanja i sporta u Banjoj Luci, upotrebom standardnih tegova (šipki i ploča). Predmet mjerjenja je muskulatura za koju se prepostavlja da je dominantna tokom izvođenja mnogih pokreta tokom različitih sportskih - rekreativnih aktivnosti. U postupku testiranja korišten je kompleksni pokret, prepoznatljivi kao klasična vježba sa teretom, a to je potisak sa ravne klupe (*Bench Press*) – Slika 5-4.

Kako bi smo dobili što kvalitetnije i objektivnije rezultate prilikom testiranja, prije nego što smo počeli sa mjeranjima, odnosno određivanjem 1 RM (*engl. One-repetition Maximum test*), upoznali smo vježbače sa testovima koji će se raditi, te sa tehnikom izvođenja vježbi u teretani. Program tehničke obuke potiska sa ravne klupe trajao je četiri nedjelje. Test ima odgovarajući protokol, tako da i prilikom određivanja 1RM postoje odgovarajući zadaci i protokol koji je neophodno sprovesti. Da bi se uspješno izveo navedeni

test i da bi se spriječilo eventualno povređivanje ispitanika, pored ispitivača, potrebna su i dva pomagača.

Test potiska sa klupe jednim maksimalnim ponavljanjem (*engl. One-repetition Maximum test–Bench press*) se koristi za procjenu ukupne sile mišića angažovanih pri ekstenziji ruke (*mm. pectorales, m. triceps brachii, m. deltoideus*) na osnovu vrijednosti maksimalne težine koju ispitanik može da podigne potiskom sa klupe. Prilikom primjene testa poštovan je sljedeći standardizovani protokol (Radovanović, 2009):

- Ispitanik treba da drži leđa na klupi, oba stopala na podu, dok hvat šipke sa tegovima treba da bude u širini ramena sa dlanovima nagore. Primjenjuje se uobičajeni rad sa tegovima (*free weights*). Dvije osobe, kao pomagači, trebalo bi da prisustvuje svim podizanjima. Oni dodaju tegove ispitaniku, a ispitanik počinje podizanje sa šipkom u podignutoj poziciji sa rukama koje su potpuno ispružene. Šipka se spušta do grudi i onda podiže ponovo nagore dok se ruke ne vrate u početnu poziciju. Zadržavanje udaha (Valsava manevr) bi trebalo izbeći.
- Ispitanik treba da se navikne na uslove testa (potisak sa klupe), lagano se zagrijevajući kroz 5-10 ponavljanja sa 40-60% mase tegova od procijenjenog maksimalnog ponavljanja.
- Poslije odmora sa laganim rastezanjem u trajanju od dva minuta, ispitanik izvodi 3-5 ponavljanja sa 60-80% mase tegova od procijenjenog maksimalnog ponavljanja. Nakon ove procedure ispitanik bi trebalo da bude blizu procijenjenog maksimuma.
- Zatim se povećava masa tegova, nakon čega ispitanik pokušava da izvede ponavljanje kroz cijelo raspon kretanja. Ukoliko je podizanje uspješno, dozvoljava se odmor od 3 do 5 min. Proces se nastavlja uz povećanje mase tegova, dok ne uslijedi neuspješni pokušaj. Najveća masa uspješno podignutog tereta označava se kao jedno maksimalno ponavljanje (*1-repetition maximum–IRM*) (Radovanović, 2009).

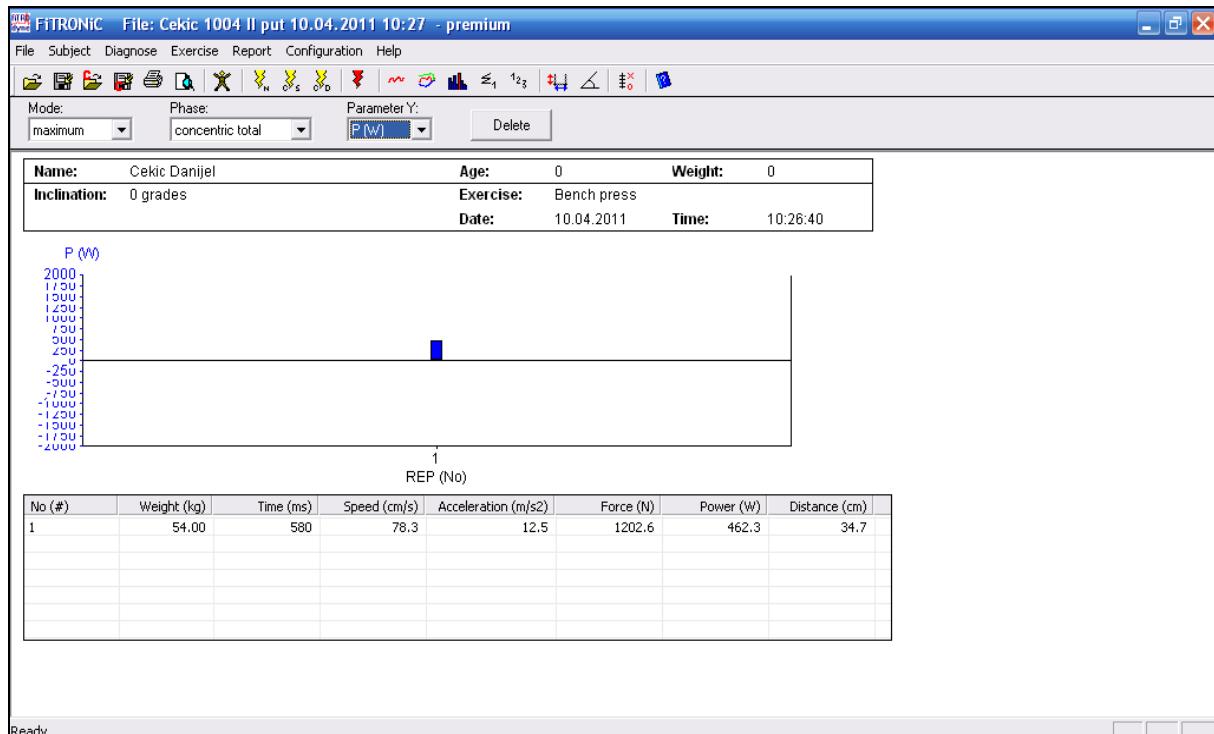
### **5.3.3. Procjena mišićne snage metodom dinamičkih naprezanja**

Metodom dinamičkih naprezanja, izvršena je procjena mišićnih parametara ruku i ramenog pojasa, u standardno opremljenoj teretani Fakulteta fizičkog vaspitanja i sporta u Banjoj Luci, upotrebom standardnih tegova (šipki i ploča), a putem testa "Potisak sa ravne klupe" (*Bench Press*), pri opterećenju 55%, 60%, 65% od 1RM.



*Slika 5-4. Položaj ispitanika za potisak sa grudi pri stabilnim uslovima*

Pomoću specijalno dizajniranog sistema (Fitrodine Premium, Fitronic, Slovakia) registrovane su promjene vrijednosti sile, brzine, rastojanja i snage tokom testa "Potisak sa ravne klupe".



*Slika 5-5. Grafički prikaz mišićnih parametara (Rađević, 2011)*

Zbog svoje pouzdanosti, jednostavnosti primjene, te broja varijabli koje bilježi tokom testiranja navedeni sistem je pored sporta veliku primjenu našao i rekreativnim aktivnostima. Unosom podataka o masi tegova, odnosno spoljnom opterećenju, izračunava se snaga. Sistem se sastoji od veoma preciznog analognog uređaja mehanički spojenog sa tegovima ili mašinama koje predstavljaju opterećenje. On registruje promjenu brzine tokom vremena i na taj način izračunava ubrzanje prilikom vertikalnog pokreta (Slika 5-5). *Fitrodyne Premium* je povezan sa prenosnim računarom. *Fitrodine Premium* se postavlja na pod i pričvršćuje za šipku koja nosi tegove posebno dizajniranom najlonskom trakom. Pri izvođenju vježbi, traka se povlači kretanjem šipke pod pravim uglom. Dobijeni signali se digitalno konvertuju, softverski filtriraju, dok se grafički zapis prikazuje tokom cijelog pokreta na ekranu kompjutera. Podaci se zatim smještaju u memoriju kompjutera (Slika 5-6).



**Slika 5-6.** Sistem za mjerjenje parametara mišićne kontrakcije *Fitrodine Premium* povezan sa računarcem i tegovima.

Istraživanja Jenningsa, Viljoena, Durandta, i Lamberta, (2005) potvrdila su pouzdanost, validnost i kvalitet ovog mjernog uređaja za procjenu snage i njenih komponenti. Sistem *Fitrodine Premium* je posljednjih godina korišten u većem broju istraživanja čiji su

rezultati objavljeni u vodećim naučnim časopisima (Rhea, Peterson, Oliverson, Ayllón, & Potenziano, 2008; Jones, Fry, Weiss, Kinzey, & Moore, 2008; Rhea, & Kenn, 2009).

Savremeni dijagnostički sistem poput *Fitrodine Premium* omogućava prikupljanje i izračunavanje biomehaničkih parametara koji su uključeni u trening sa opterećenjem. Dobijeni podaci se mogu koristiti za analizu pojedinačnog pokreta ili čak za čitav set vježbi. Softverski program daje mogućnost da se nakon svakog ponavljanja dobije rezime podataka u digitalnom obliku, posebno za koncentričnu i ekscentričnu fazu. Takođe, program daje mogućnost praćenja periodičnih i cjelokupnih trenažnih protokola (Slika 5-7).



*Slika 5-7. Sistem za mjerjenje parametara mišićne kontrakcije Fitrodine Premium povezan sa računarom.*

## 5.4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Kako bi se došlo do rezultata istraživanja, nakon obavljenog testiranja i dobijenih sirovih podataka uslijedila je njihova statistička obrada. Statistička obrada i sređivanje podataka rađeno je uz pomoć informatičkog programa SPSS 20 for Windows. Ovaj informatički program omogućava korištenje različitih statističkih postupaka i obradu podataka za veoma kratko vrijeme a sastoji se od unošenja dobijenih podataka, njihovom analizom, te pregledom dobijenih rezultata.

Statistička obrada dobijenih rezultata je podijeljena u dva dijela - deskriptivna statistika i primjena metoda inferencijalne statistike. Iz prostora deskriptivne statistike, koja

podrazumijeva opisivanje prikupljenih podataka prilikom istraživanja ili mjerjenja, te njihovo sređivanje, na nivou čitavog uzorka izračunati su centralni i disperzivni parametri:

- Aritmetička sredina (**M**),
- Standardna devijacija (**SD**),
- Standardna greška srednje vrijednosti (**SE**),
- Razlika aritmetičkih sredina inicijalnog i finalnog mjerjenja (**Diff**),
- Variaciona širina (**Min – Max**).

Od metoda inferencijalne statistike, koja služi analizi uzoraka i pronalaženju pravilnosti ili razlika unutar ili između uzoraka, u ovom istraživanju su korišteni T - test za zavisne i nezavisne uzorke i analiza kovarijanse, i to:

- T – test za zavisne uzorke je korišten za utvrđivanje značajnosti razlika aritmetičkih sredina varijabli mjerjenih na inicijalnom i finalnom mjerenu, posebno za grupu koja je radila na stabilnoj podlozi a posebno za grupu koja je radila na nestabilnoj podlozi;
- T – test za nezavisne uzorke je korišten prilikom utvrđivanja statističke značajnosti razlika aritmetičkih sredina grupe koja je radila na stabilnoj podlozi i grupe koja je radila na nestabilnoj podlozi, na inicijalnom i finalnom mjerenu u pogledu testiranih varijabli.

Sa ciljem da se eliminišu razlike između grupa na početnom mjerenu kako bi se na završnom mjerenu mogla utvrditi razlika koja je posljedica primjene programa treninga sa otporom u nestabilnim, odnosno stabilnim uslovima korišćena je analiza kovarijanse. Cilj je da se razlike utvrde samo na onom dijelu varijanse rezultata završnog mjerjenja, koji je nezavisan od varijanse rezultata izmjerena na početku primjene programa treninga.

# 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Dobijeni rezultati istraživanja predstavljeni su tabelarno, dijagramima ili grafički, a zatim i prokomentarisani. Za svaki parametar navedene su statističke varijable značajne za njegovo tumačenje. Statistička značajnost razlike u aritmetičkim sredinama posmatranih grupa (p) za statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) označavana je sa \* (jednom zvjezdicom) i sa \*\* (dvije zvjezdice) za visoko statistički značajne razlike ( $p < 0,01$ ).

Rezultati su izneseni redoslijedom kao što su opisani u metodologiji istraživanja. Nakon prikazivanja parametara deskriptivne statistike grupa bitnih za naše istraživanje, predstavljeni su rezultati koji se odnose na silu i snagu. Vrijednosti sile i snage izražene su u apsolutnim jedinicama. S obzirom da nije došlo do statistički značajnih promjena sile u apsolutnim vrijednostima, u nastavku rada samo su vrijednosti snage izražene po kilogramu tjelesne težine, odnosno u relativnim vrijednostima. Izražena je i kovarijansa za parametre sile i snage da bi se početne vrijednosti statistički izjednačile radi dobijanja preciznijih rezultata promjena nastalih tokom trenažnog procesa.

## 6.1. DESKRIPTIVNA STATISTIKA GRUPA

Osnovni parametri koji oslikavaju karakteristike obe grupe su: da su ispitanici muškog pola, da su nesportisti, da su punoljetne osobe, da do sada nisu imali organizovan i programiran sistem vježbanja, da nemaju organskih i somatskih oboljenja.

Radi lakšeg razumijevanja dobijenih rezultata, **M** predstavlja aritmetičku sredinu, **N** predstavlja broj jedinica uzorka, **Min** predstavlja najmanju izmjerenu vrijednost, **Max** predstavlja najveću izmjerenu vrijednost, **SD** je standardna devijacija, **SE** predstavlja standardnu grešku aritmetičkih sredina, **Mdiff** je razlika aritmetičkih sredina inicijalnog i finalnog mjerena.

U tabeli koja slijedi (Tabela 6-1), jasno se vidi veličina grupe koja je radila na stabilnoj podlozi, odnosno na nestabilnoj podlozi (Tabela 6-2), koju čine po 30 jedinica, odnosno ispitanika. Prosječan uzrast grupe koja je radila na stabilnoj podlozi iznosi 22 godine, odnosno grupe koja je radila na nestabilnoj podlozi 22,6 godine. Prosječna visina ispitanika koja je radila na stabilnoj podlozi iznosi 179,77 cm, a grupe koja je radila na

nestabilnoj podlozi je iznosila 182,60 cm. Što se tiče tjelesne mase uočavamo prilično jednake vrijednosti obe grupe ispitanika. Prosječna vrijednost tjelesne mase, grupe ispitanika koja je vježbala na stabilnoj podlozi je iznosila 85,99 kilograma a grupe koja je vježbala na nestabilnoj podlozi je iznosila 83,36 kilograma.

*Tabela 6-1. Karakteristika grupe koja je vježbala na stabilnoj podlozi*

<b>Stabilna podloga</b>	<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
Uzrast/godina	30	20.00	26.00	22.00	1.86
Tjelesna visina (cm)	30	169.00	187.50	179.77	5.01
Tjelesna masa (kg)	30	68.10	115.40	85.99	13.59

*Tabela 6-2. Karakteristika grupe koja je vežbala na nestabilnoj podlozi*

<b>Nestabilna podloga</b>	<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
Uzrast (godina)	30	19.00	29.00	22.65	2.60
Tjelesna visina (cm)	30	170.00	192.00	182.60	6.74
Tjelesna masa (kg)	30	69.20	107.60	83.36	9.65

## 6.2. PARAMETRI MIŠIĆNE SPOSOBNOSTI

Od svih parametara mišićnih sposobnosti najčešće proučavane su sila i snaga. Ove dvije motoričke sposobnosti su lako mjerljive i dosta informativne komponente mišićne sposobnosti i odlični su pokazatelji efekata adaptacije mišića na trening snage.

### 6.2.1. Mišićna sila

**Mišićna jačina** (*eng. strength*), ili *mišićna sila* kako je kod nas prevedena, predstavlja maksimalnu voljnu силу коју mišić, или чешће група mišića, могу да произведу током динамичког (дизање тегова великих тежина) или статичког рада (покушај дизања оптерећења која спортиста не може покренути).

Mjerena je indirektno преко vrijednosti 1RM, која је детаљно описана у методологији рада, а израžена је у Njutnima (N) (Slika 6-3).

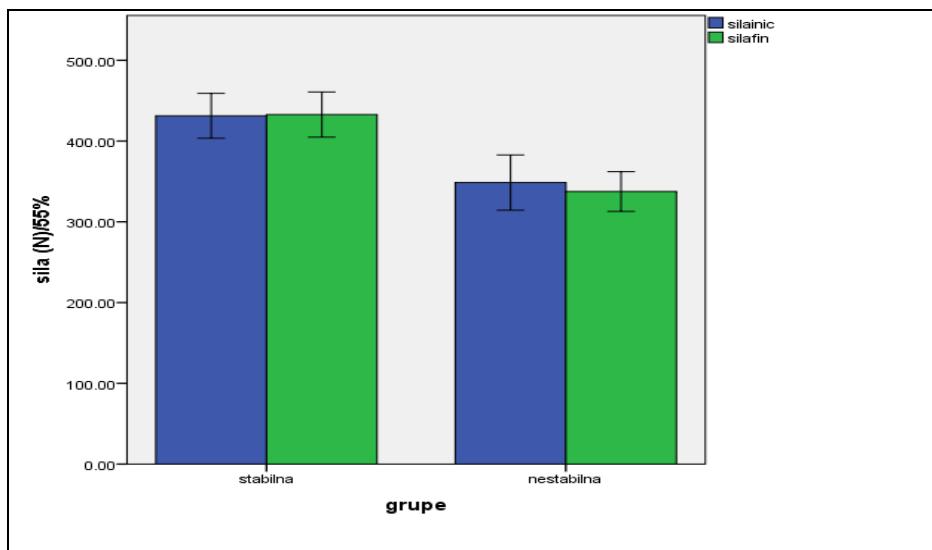
U nastavku rada predstavljene su vrijednosti ostvarene sile, izražene u apsolutnim jedinicama, na stabilnoj i nestabilnoj podlozi, pri opterećenjima od 55%, 60% i 65% od 1RM.

*Tabela 6-3. Stabilna podloga, rezultati ostvarene sile (N) pri opterećenju 55% 1RM*

Sila	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	431.33	30	74.38	13.58			
Završno	432.74	30	74.85	13.66	-1.41	-1.582	0.125

*Tabela 6-4. Nestabilna podloga, rezultati ostvarene sile (N) pri opterećenju 55% 1RM*

Sila	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	348.68	30	91.47	16.70			
Završno	337.52	30	65.97	12.04	11.15	1.099	0.281



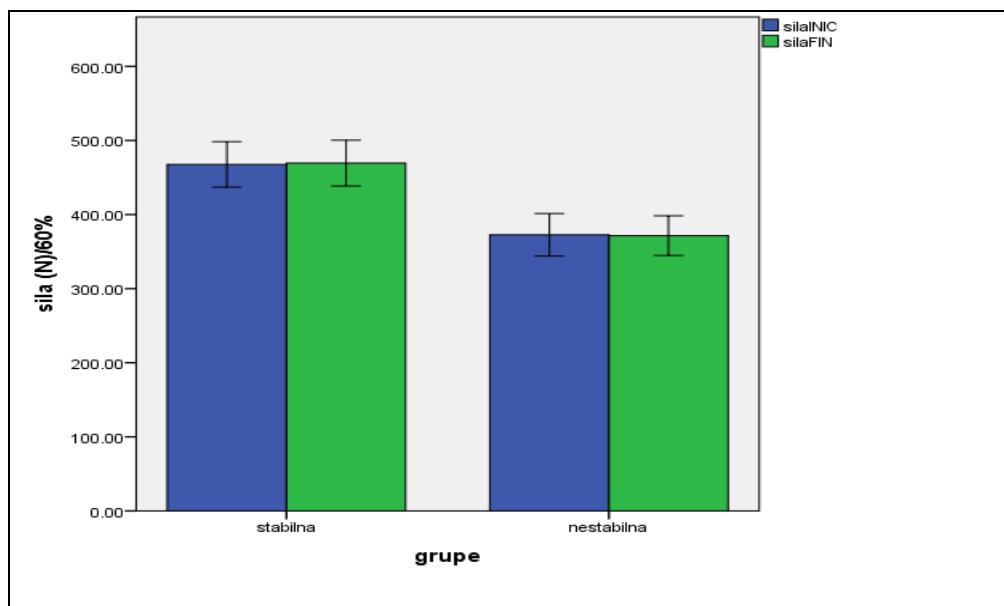
*Slika 6-1. Grafički prikaz ostvarene sile (N), pri opterećenju 55% od 1 RM*

*Tabela 6-5. Stabilna podloga, rezultati ostvarene sile (N) pri opterećenju 60% 1RM*

Sila	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	467.71	30	82.25	15.01			
Završno	469.46	30	82.54	15.07	-1.75	-1.703	0.099

Tabela 6-6. Nestabilna podloga, rezultati ostvarene sile (N) pri opterećenju 60% 1RM

Sila	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	372.60	30	76.82	14.02			
Završno	371.55	30	76.80	13.10	1.05	0.592	0.558



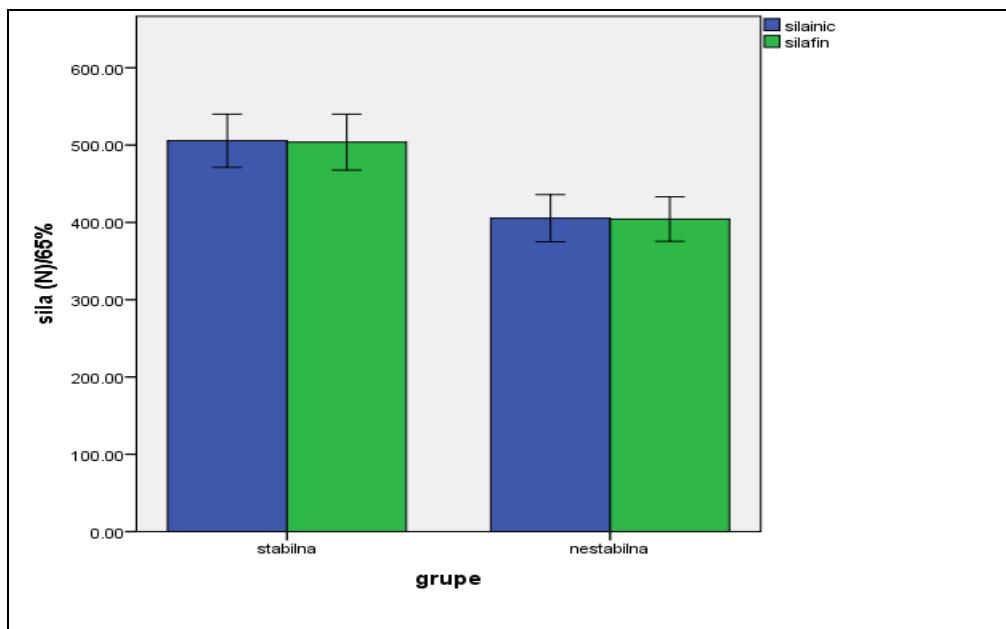
Slika 6-2. Grafički prikaz ostvarene sile, pri opterećenju 60% od 1 RM

Tabela 6-7. Stabilna podloga, rezultati ostvarene sile (N) pri opterećenju 65% 1RM

Sila	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	505.58	30	92.10	16.81			
Završno	503.81	30	96.73	17.66	1.77	0.881	0.385

Tabela 6-8. Nestabilna podloga, rezultati ostvarene sile (N) pri opterećenju 65% 1RM

Sila	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	405.37	30	81.58	14.89			
Završno	404.24	30	77.01	14.06	1.13	0.657	0.516



**Slika 6-3.** Grafički prikaz ostvarene sile (N), pri opterećenju 65% od 1RM

## 6.2.2. Mišićna snaga

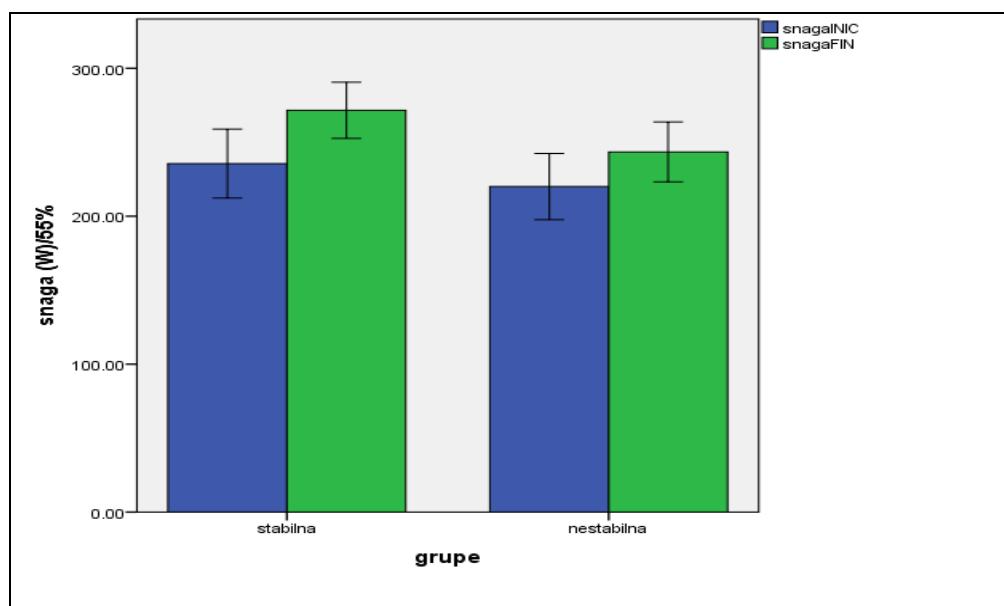
**Mišićnu snagu** (*eng. power*) možemo definisati kao maksimalnu voljnu силу коју mišić ili grupa mišića može да generише u što kraćem vremenskom periodu. Zbog fizičkih zahtijeva samog sporta, mnogo je bitnija komponenta mišićne sposobnosti nego što je to sila. Ukoliko imamo dvojicu sportista koji imaju istu mišićnu силу, oni mogu biti različito snažni. Snažniji je onaj koji u kraćem vremenskom periodu može da razvije veću maksimalnu силу. Zbog svoje kompleksnosti snagu je jedino moguće mjeriti specijalnim aparatima - dinamometrima, što je korišteno i u ovom istraživanju (*FytroDyne Premium*). Kao mjerna jedinica korišten je Watt (W).

*Tabela 6-9. Stabilna podloga, rezultati ostvarene snage (W) pri opterećenju 55% od 1RM*

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	235.57	30	62.39	11.39			
Završno	271.60**	30	50.98	9.30	36.03	-4.354	<b>0.000</b>

Tabela 6-10. Nestabilna podloga, rezultati ostvarene snage (W) pri opterećenju 55% od 1RM

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	220.04	30	59.90	10.93			
Završno	243.43**	30	54.22	9.90	23.39	-2.561	<b>0.016</b>



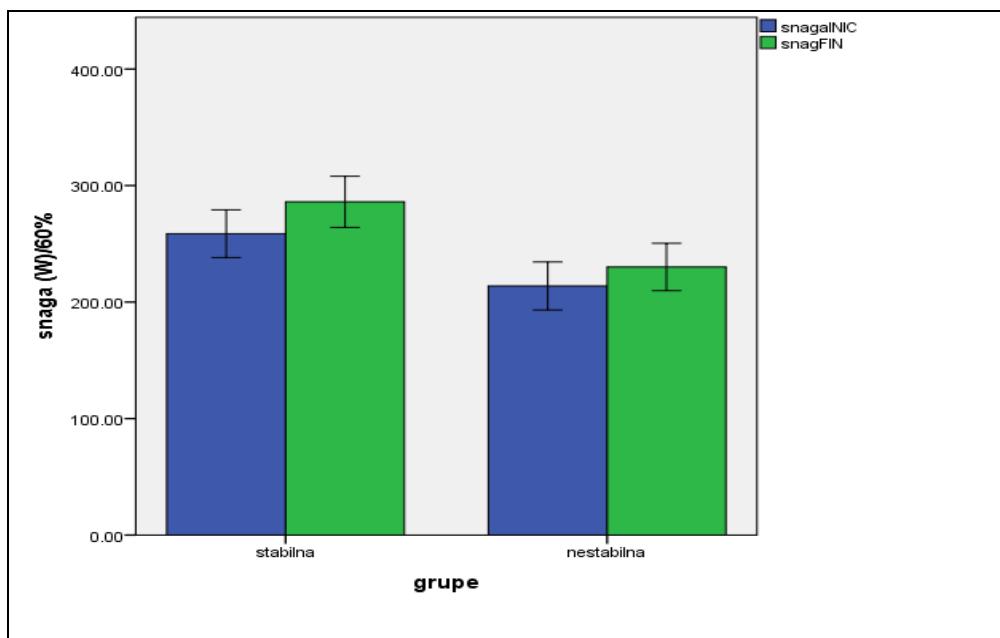
Slika 6-4. Grafički prikaz ostvarene snage (W), pri opterećenju 55% od 1RM

Tabela 6-11. Stabilna podloga, rezultati ostvarene snage (W) pri opterećenju 60% od 1RM

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	258.67	30	54.89	10.02			
Završno	283.03**	30	58.94	10.76	-27.36	-4.530	<b>0.000</b>

Tabela 6-12. Nestabilna podloga, rezultati ostvarene snage (W) pri opterećenju 60% od 1RM

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	213.85	30	55.28	10.09			
Završno	230.14*	30	54.36	9.92	-16.28	-2.477	<b>0.019</b>



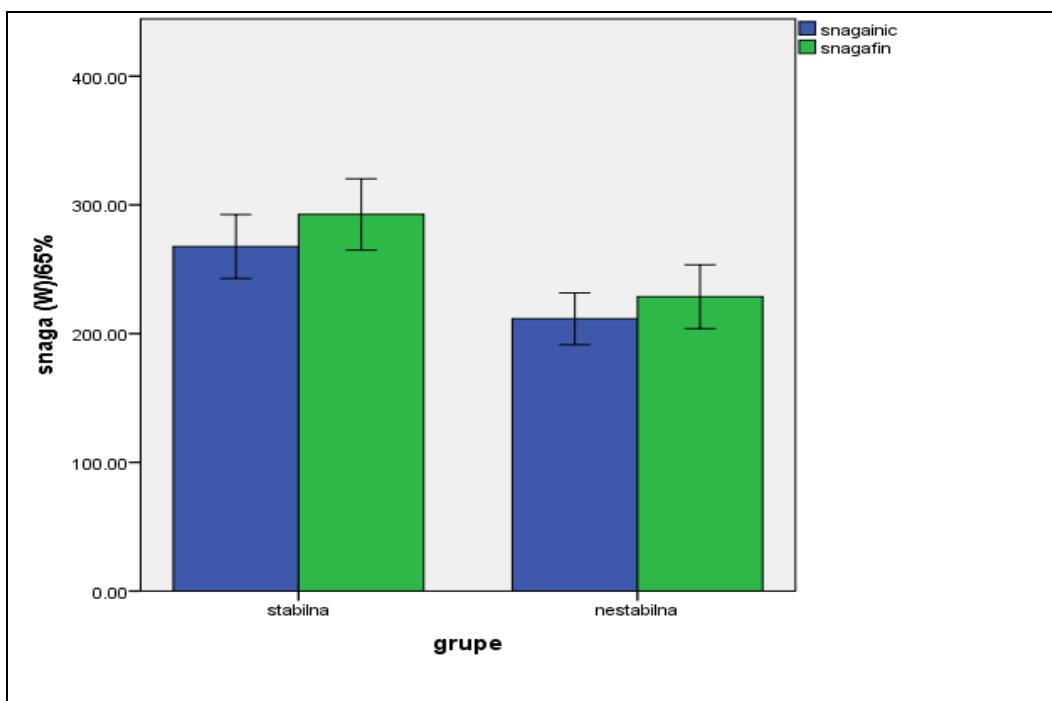
*Slika 6-5. Grafički prikaz ostvarene snage (W), pri opterećenju 60% od 1RM*

*Tabela 6-13. Stabilna podloga, rezultati ostvarene snage (W) pri opterećenju 65% od 1RM*

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	267.64	30	66.67	12.17			
Završno	292.61**	30	74.18	13.54	-24.97	-3.250	<b>0.003</b>

*Tabela 6-14. Nestabilna podloga, rezultati ostvarene snage (W) pri opterećenju 65% od 1RM*

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	211.51	30	53.97	9.85			
Završno	228.69**	30	66.42	12.12	-17.18	-3.024	<b>0.005</b>



*Slika 6-6. Grafički prikaz ostvarene snage (W), pri opterećenju 65% od 1RM*

Izražavanjem **korigovane srednje vrijednosti snage**, odnosno **kovarijanse**, za obe grupe provjerena je stvarna razlika u napretku (Tabele 6-15, 6-16, 6-17).

*Tabela 6-15. Rezultati ostvarene snage (W) pri opterećenju 55% od 1RM*

Snaga	N	M	SD	t	p	Mkor	F	p
Stabilna podloga	30	235.57	62.39			267.21		
Nestabilna podloga	30	220.04	59.01	0.98	0.329	247.83	0.346	0.68

*Tabela 6-16. Rezultati ostvarene snage (W) pri opterećenju 60% od 1RM*

Snaga	N	M	SD	t	p	Mkor	F	p
Stabilna podloga	30	258.67	54.89			267.37		
Nestabilna podloga	30	213.85**	55.28	3.15	<b>0.003</b>	248.80	3.909	0.053

*Tabela 6-17. Rezultati ostvarene snage (W) pri opterećenju 65% od 1RM*

Snaga	N	M	SD	t	p	Mkor	F	p
Stabilna podloga	30	267.64	66.67			264.89		
Nestabilna podloga	30	211.51**	53.97	3.58	<b>0.001</b>	256.41	0.634	0.429

### 6.2.3. Relativna mišićna snaga

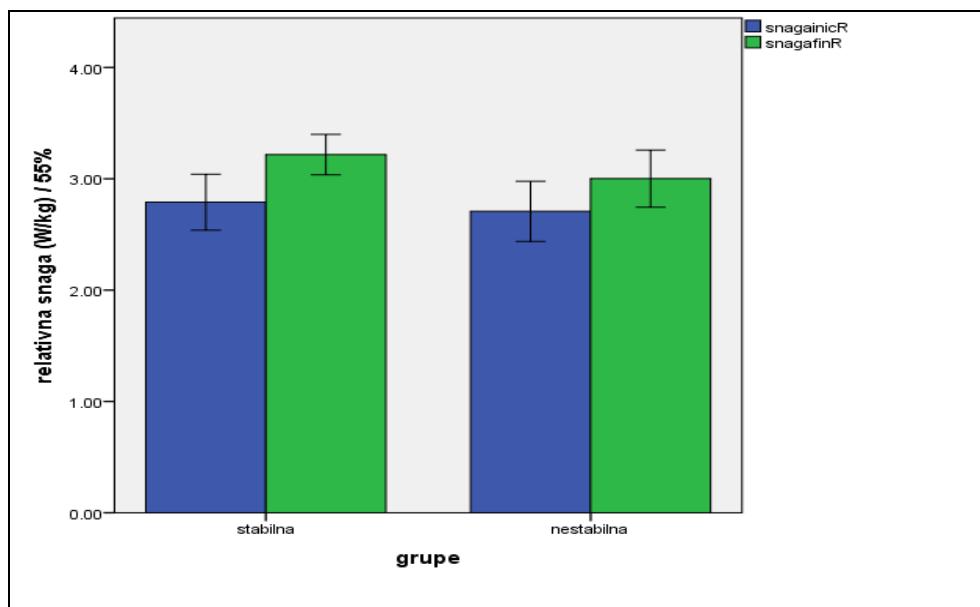
Apsolutne vrijednosti za većinu fizioloških parametara koji govore o efektima sportskog treninga na naš organizam, zbog značajnih individualnih varijacija, manje su prihvatljive nego relative. Jedan od načina **relativizacije parametra** ili davanje lične, pojedinačne vrijednosti istima je eliminisanje uticaja tjelesne građe na njih. Tako je i parametar snage izražen po **kilogramu tjelesne mase** kao jedan od najlakših i najčešćih načina uniformizacije rezultata fizioloških parametara. Vrijednosti su izražene u W/kg tejelosne težine.

*Tabela 6-18. Stabilna podloga, rezultati relativne snage (W) pri opterećenju 55% od 1RM*

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	2.79	30	0.67	0.12			
Završno	3.21**	30	0.48	0.08	-0.42	-4.347	<b>0.000</b>

*Tabela 6-19. Nestabilna podloga, rezultati relativne snage (W) pri opterećenju 55% od 1RM*

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	2.70	30	0.72	0.13			
Završno	3.00*	30	0.68	0.12	-0.29	-2.549	<b>0.016</b>



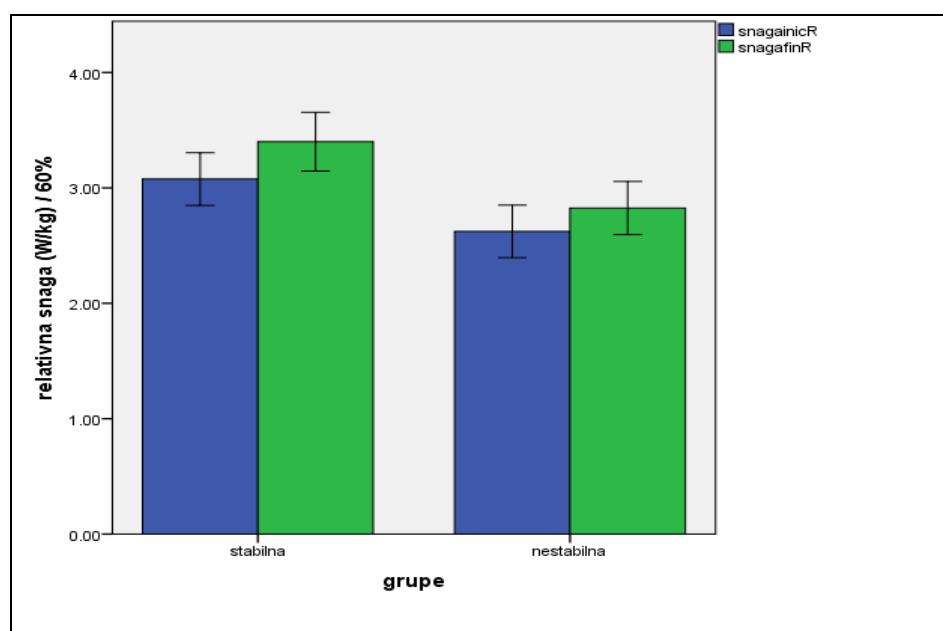
*Slika 6-7. Grafički prikaz ostvarene relativne snage (W), pri opterećenju 55% od 1RM*

Tabela 6-20. Stabilna podloga, rezultati relativne snage (W) pri opterećenju 60% od IRM

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	3.08	30	0.61	0.11			
Završno	3.40**	30	0.68	0.12	-0.32	-4.696	<b>0.000</b>

Tabela 6-21. Nestabilna podloga, rezultati relativne snage (W) pri opterećenju 60% od IRM

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	2.62	30	0.60	0.11			
Završno	2.82*	30	0.61	0.11	-0.20	-2.515	<b>0.018</b>



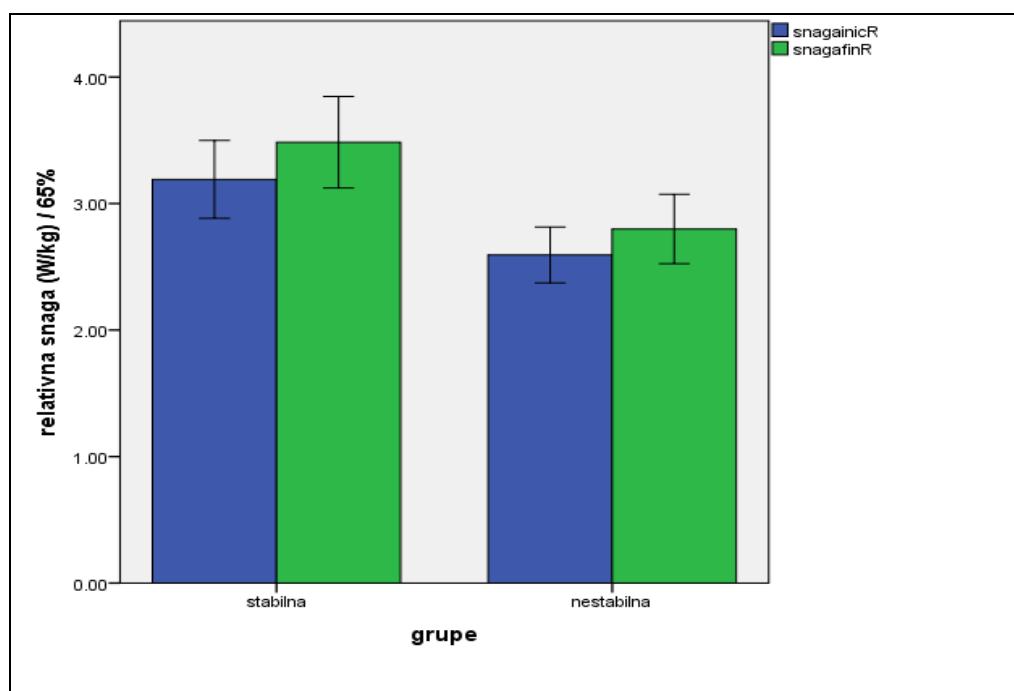
Slika 6-8. Grafički prikaz ostvarene relativne snage (W), pri opterećenju 60% od IRM

Tabela 6-22. Stabilna podloga, rezultati relativne snage (W) pri opterećenju 65% od IRM

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	3.19	30	0.82	0.15			
Završno	3.48**	30	0.96	0.17	-0.29	-3.089	<b>0.004</b>

Tabela 6-23. Nestabilna podloga, rezultati relativne snage (W) pri opterećenju 65% od 1RM

Snaga	M	N	SD	SE	Mdiff	t	p
Početno	2.59	30	0.59	0.10			
Završno	2.79**	30	0.73	0.13	-0.20	-2.802	<b>0.009</b>



Slika 6-9. Grafički prikaz ostvarene relativne snage (W), pri opterećenju 65% od 1RM

Posmatrajući vrijednosti relativne snage na početnom i završnom mjerenu za obe grupe ispitanika, vidimo da je bilo statistički značajnih razlika, odnosno došlo do porasta srednjih vrijednosti u kod obe grupe vježbača, pa je izvršena statistička provjera napretka na osnovu korigovanih srednjih vrijednosti (kovarijansa) i razlika unutar svake grupe.

Tabela 6-24. Rezultati relativne snage (W) pri opterećenju 55% od 1RM (analiza kovarijanse)

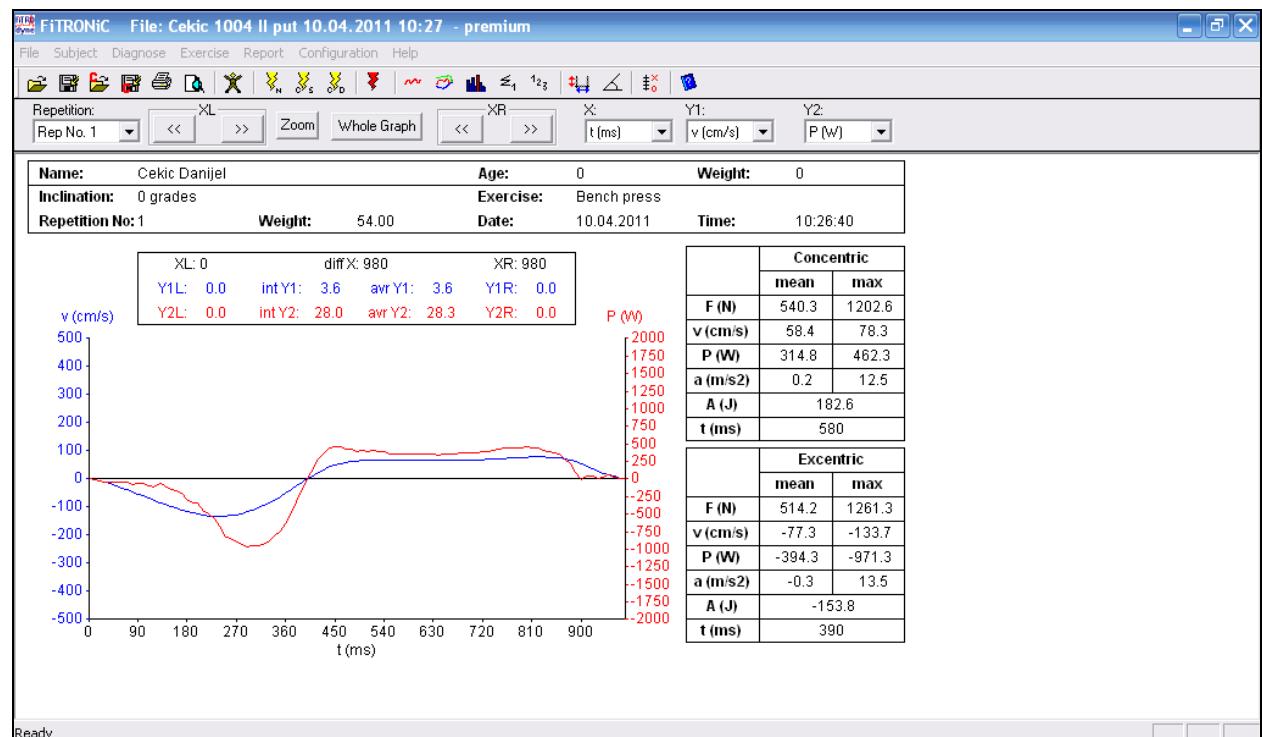
Snaga	N	M	SD	t	p	Mkor	F	p
Stabilna podloga	30	2.79	0.67			3.19		
Nestabilna podloga	30	2.70	0.72	0.457	0.649	3.02	1.953	0.168

Tabela 6-25. Rezultati relativne snage (W) pri opterećenju 60% od 1RM (analiza kovarijanse)

Snaga	N	M	SD	t	p	Mkor	F	p
Stabilna podloga	30	3.07	0.61			3.20		
Nestabilna podloga	30	2.62	0.60	2.877	<b>0.006</b>	3.01	3.030	0.087

Tabela 6-26. Rezultati relativne snage (W) pri opterećenju 65% od 1RM (analiza kovarijanse)

Snaga	N	M	SD	t	p	Mkor	F	p
Stabilna podloga	30	3.19	0.82			3.18		
Nestabilna podloga	30	2.59**	0.59	3.226	<b>0.002</b>	3.10	0.401	0.529



Slika 6-10. Grafički prikaz ostvarene sile i snage – Fitrodyne Premium (Rađević, 2011)

## 7. DISKUSIJA

Dizajniranje bilo kog trenažnog programa je "nauka i umjetnost" a trening sa otporom je svakako jedan od najzahtjevnijih, bez obzira da li se on izvodi na stabilnim ili nestabilnim podlogama. Istraživanja Zatsiorskog i Kraemera (2009), u radu sa hiljadama vrhunskih sportista, uključujući olimpijske, svjetske, kontinentalne, državne prvake i rekordere, su pokazala da nema univerzalnih programa usmjerenih na poboljšanje mišićnih sposobnosti. Međutim, treneri u radu sa sportistima ili rekreativcima, pri koncipiranju treninga ipak moraju da se pridržavaju osnovnih fizioloških principa i najnovijih naučnih saznanja iz oblasti treninga sa opterećenjem.

S obzirom na iskustvo stečeno kao takmičar ali kao i trener u radu sa sportistima, smatram da se prilikom planiranja treninga neophodno pridržavati osnovnih metodoloških uputstava: šta, kako, koliko i zašto trebamo nešto trenirati?

Kada govorimo o tome šta treba trenirati, tu prije svega mislimo na planiranje i programiranje treninga, odnosno postavljanje ciljeva i zadataka treninga. Bez obzira da li se radi o početniku ili vrhunskom sportisti moramo voditi računa o uzrastu, njegovom zdravstvenom stanju, preventivnim vježbama, specifičnosti sportske grane, odnosno dominantnim mišićnim grupama i energetskim sistemima koje trebamo trenirati, te sistemu i rangu takmičenja.

Drugo metodološko uputsvo, kako nešto trenirati se odnosi na izbor metoda rada, izbor organizacionih oblika rada (pojedinačno, grupno...), te izboru metodskih postupaka koje trener koristi u svom radu sa pojedincima ili ekipama.

Primjena, doziranje i kontrola opterećenja daje nam odgovor na pitanje, koliko trenirati? U radu sa sportistima ili rekreativcima veoma je bitno dobiti ulazne vrijednosti njihovih motoričkih sposobnosti, na osnovu kojih će se primjeniti odgovarajuće trenažno opterećenje koje će dovesti do pozitivnih adaptivnih procesa, te očuvanje i unapređenje istih.

Praćenje i vrednovanje rezultata daje nam odgovor na pitanje: zašto nešto radimo sa sportistima, odnosno kakvi su efekti našeg trenažnog protokola? Zahvaljujući savremenoj trenažnoj tehnologiji, te rezultatima koje sportista postiže na takmičenjima i u toku samog treninga, daju mogućnost treneru da prati napredak svakog pojedinca ali i sam kvalitet svog rada.

Poštjući osnovna metodološka uputstva, dizajniran je osmonedeljni program sa jasno definisanim spoljnim opterećenjem tokom trenažnog protokola (50% od 1 RM), izborom vježbi, brojem serija, brojem ponavljanja i odmorom između serija, te vremenskim rokom realizacije.

Nekoliko studija je pokazalo, da je naveći izlazni rezultat snage ostvaren primjenom opterećenja između 30-50% od 1RM. Neke druge studije su pokazale najbolji *power output* na procentu 40-60 % od 1RM, dok je 65% od 1RM prijedlog Bakera i saradnika (2003). Jedna studija je pokazala važnost vrste sportova i načina na koji se snaga testira. Tako su predložili da se, kod sportista koji su svakodnevno izloženi opterećenjima pojedinih dijelova tijela mogu koristiti opterećenja koja su na vrhu raspona. Ovo objašnjava nervnu adaptaciju mišića i njen doprinos razvoju snage.

Mnogi rezultati istraživanja pokazali su da korišćenje različitih oblika opterećenja izaziva različite oblike adaptacije, odnosno da mišić kompleksno reaguje na dato opterećenje mijenjajući svoje funkcionalne karakteristike.

Bez obzira na nedoumice, koje su i danas prisutne, a u vezi rezultata najveće izlazne snage, izlazna opterećenja koja su korišćena prilikom testiranja obe grupe ispitanika iznosila su 55%, 60% i 65% od 1RM. Navedena opterećenja su nam istovremeno garantovala tehnički pravilno izvođenje vježbe "Potisak sa ravne klupe" ali i bezbjednost ispitanika, s obzirom da se radi o netreniranim osobama koje do sada nisu imale programiran trenažni protokol.

## 7.1. PARAMETRI MIŠIĆNE SPOSOBNOSTI

Zbog svoje lake mjerljivosti i informativnosti koje daju, sila i snaga bile su glavni pokazatelji efikasnosti našeg specifičnog osmonedeljnog trenažnog protokola. Odlični su pokazatelji efekata adaptacije mišića na trening sa opterećenjem.

**Mišićna jačina** (*eng. strength*, ili *mišićna sila*) kako je kod nas prevedena, predstavlja maksimalnu voljnu silu koju mišić, ili češće grupa mišića, mogu da proizvedu tokom dinamičkog (dizanje tegova velikih težina) ili statičkog rada (pokušaj dizanja opterećenja koja sportista ne može pokrenuti). Mjerena je indirektno preko vrijednosti 1RM, koja je detaljno opisana u metodologiji rada, a izražena je u Njutnima (N).

Posmatrajući rezultate mjerenja sile iz Tabele 6-3, pri opterećenju 55% od 1RM, za grupu koja je realizovala trening sa otporom na stabilnoj podlozi, a na osnovu T – testa za zavisne uzorke, nije utvrđena statistički značajna razlika rezultata sile između početnog ( $M = 431.33$ ,  $SD = 74.38$ ) i završnog ( $M = 432.74$ ,  $SD = 74.85$ ;  $t = 1.899$ ,  $p = 0.125$ ). Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerenja je iznosilo 1.41.

Kod grupe koja je trenirala na nestabilnoj podlozi takođe nije utvrđena statistički značajna razlika rezultata sile između početnog ( $M = 348.68$ ,  $SD = 91.47$ ) i završnog mjerenja ( $M = 337.52$ ,  $SD = 65.97$ ,  $t = 1.099$ ,  $p = 0.261281$ ). Smanjenje aritmetičke sredine između dva mjerenja je iznosilo 11.15. Dobijeni rezultati obe grupe ispitanika na završnim mjeranjima su pokazale mala odstupanja u odnosu na početna mjerenja ali ne i statističku značajnost (Tabela 6-4).

U Tabeli 6-5 predstavljene su vrijednosti mjerenja sile za grupu ispitanika koja je trenažni protokol provodila na stabilnoj podlozi, pri opterećenju 60% od 1 RM. Nije utvrđena statistički značajna razlika rezultata sile između početnog ( $M = 467.71$ ,  $SD = 82.25$ ) i završnog mjerenja ( $M = 469.46$ ,  $SD = 82.54$ ,  $t = 1.703$ ,  $p = 0.099$ ) kod grupe ispitanika koja je trenirala na stabilnoj podlozi. Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerenja je iznosilo 1.75.

Kod grupe koja je trenirala na nestabilnoj podlozi, iz Tabele 6-6, vidjeli smo da nije utvrđena statistički značajna razlika rezultata sile između početnog ( $M = 372.60$ ,  $SD = 76.82$ ) i završnog mjerenja ( $M = 371.55$ ,  $SD = 76.80$ ,  $t = 0.592$ ,  $p = 0.558$ ). Smanjenje aritmetičke sredine između dva mjerenja je iznosilo 1.48.

U Tabeli 6-7 predstavljene su vrijednosti mjerenja sile, pri opterećenju 65% od 1 RM, za grupu ispitanika koja je trenažni protokol provodila na stabilnoj podlozi. Nije postojala statistički značajna razlika rezultata sile između početnog ( $M = 505.58$ ,  $SD = 92.10$ ) i završnog mjerenja ( $M = 503.81$ ,  $SD = 96.73$ ,  $t = 0.881$ ,  $p = 0.385$ ) kod grupe koja je trenirala na stabilnoj podlozi. Smanjenje aritmetičke sredine između dva mjerenja je iznosilo 1.77.

Kod grupe koja je trenirala na nestabilnoj podlozi takođe nije utvrđena statistički značajna razlika rezultata sile (Tabela 6-8) između početnog ( $M = 405.37$ ,  $SD = 81.58$ ) i završnog mjerenja ( $M = 404.24$ ,  $SD = 77.01$ ,  $t = 0.657$ ,  $p = 0.516$ ). Smanjenje aritmetičke sredine između dva mjerenja je iznosilo 1.13.

Završne vrijednosti sile su pokazale mala odstupanja u odnosu na početna mjerjenje bez obzira na vrstu podloge i na veličinu izlaznog opterećenja. Ova činjenica ne iznenađuje pošto korišćeni protokol po nivou opterećenja i nije bio usmjeren na razvoj sile. Međutim, sila je uzeta kao reprezentativan parameter, pošto je mišić jedinstvena funkcionalna cjelina, pa je teško uticati na jednu osobinu (npr. snagu), a da druga, kao što je sila, ostaje nepromijenjena (Perić i Petrović, 2015).

S obzirom, da dobijeni rezultati treninga sa otporom na završnom mjerenuju **ne pokazuju statistički značajnu razliku sile ruku i ramenog pojasa**, bez obzira na vrstu podloge, **odbacuju se hipoteza Hg** – koja kaže, da će primjena treninga sa otporom na stabilnoj i na nestabilnoj podlozi dovesti do povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) kod netreniranih osoba.

**Mišićnu snagu** (eng. power) možemo definisati kao maksimalnu voljnu силу коју mišić ili grupa mišića može да генерише у што краћем временском периоду. Уколико имамо двојицу спортиста који имају исту mišićnu силу, они могу бити различито снажни. Снаžнији је онaj који у краћем временском периоду може да развије већу максималну силу. Због своје комплексности snagu je jedino moguće mjeriti specijalnim aparatima - dinamometrima, što je korišteno i u ovom istraživanju (*FytroDyne Premium*). Kao mjerna jedinica korišten je Watt (W).

Analizirajući vrijednosti ostvarene snage u Tabeli 6-9, pri opterećenju 55% od 1RM, utvrđeno je statistički značajno povećanje rezultata snage između početnog ( $M = 235.57$ ,  $SD = 62.39$ ) i završnog mjerjenja ( $M = 271.60$ ,  $SD = 50.98$   $t = 4.070354$ ,  $p = 0.000$ ) kod grupe ispitanika која је вјеžбала на stabilnoj подлози. Повећање аритметичке средине између два мјеренja је iznosilo 36.03.

Kod grupe која је тренирала на nestabilnoj подлози takođe je utvrđeno statistički značajno povećanje rezultata snage između поčetног ( $M = 220.04$ ,  $SD = 59.90$ ) и završног mjerjenja ( $M = 243.43$ ,  $SD = 54.22$   $t = -2.561$ ,  $p = 0.016$ ). Повећање аритметичке средине između dva mjerjenja je iznosilo 23.39 (Tabela 6-10).

Utvrđено je statistički značajno povećanje rezultata snage između поčetног ( $M = 258.67$ ,  $SD = 54.89$ ) i završног mjerjenja ( $M = 283.03$ ,  $SD = 58.94$ ,  $t = -4.530$ ,  $p = 0.000$ )

kod grupe koja je vježbala na stabilnoj podlozi pri opterećenju 60% od 1 RM (Tabela 6-11). Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerena je iznosilo 27,36.

Takođe, rezultati iz Tabele 6-12, potvrđuju statistički značajno povećanje rezultata snage, grupe koja je trenirala na nestabilnoj podlozi, između početnog ( $M = 213.85$ ,  $SD = 50.055.280$ ) i završnog mjerena ( $M = 230.14$ ,  $SD = 54.36$ ,  $t = -2.477$  **p = 0.019**). Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerena je iznosilo 16.28.

Analizom dobijenih rezultata utvrđeno je statistički značajno povećanje rezultata snage između početnog ( $M = 267,64$ ,  $SD = 66.67$ ) i završnog mjerena ( $M = 292.61$ ,  $SD = 74.18$ ,  $t = -3.250$ , **p = 0.003**), kod grupe koja je vježbala na stabilnoj podlozi. Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerena je iznosilo 24.97 (Tabela 6-13).

Takođe, i kod grupe koja je trenirala na nestabilnoj podlozi utvrđeno je statistički značajno povećanje rezultata snage između početnog ( $M = 211.51$ ,  $SD = 53,97$ ) i završnog mjerena ( $M = 228.69$ ,  $SD = 66.42$ ,  $t = -3.024$ , **p = 0.005**). Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerena je iznosilo 17.18 (Tabela 6-14).

Na osnovu dobijenih rezultata absolutne snage možemo zaključiti da je primjenjeni program treninga sa otporom značajno uticao na povećanje **nivoa absolutne snage kod obe grupe ispitanika**, kod grupe koja je vježbala na stabilnoj podlozi, kao i kod grupe koja je program treninga provodila na nestabilnoj podlozi.

Za razliku od sile izražene u apsolutnim jedinicma, *vrijednosti absolutne snage pri izlaznim opterećenjima 55%, 60% i 65% od 1RM, bez obzira na vrstu podloge potvrđuju hipotezu Hg* – koja kaže da će primjena treninga sa otporom na stabilnoj i na nestabilnoj podlozi dovesti do povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) kod netreniranih osoba. Takođe, slične rezultate, odnosno povećanje snage i radnih kapaciteta, prilikom izvođenja potiska sa grudi, bez obzira na vrstu podloge ali pri spoljnem opterećenju jednakom ili većem 85% od 1 RM, dobili su Cowley i saradnici (2007), u radu sa netreniranim ženama. Efikasni rezultati treninga sa opterećenjem na švajcarskoj lopti postignuti za kratko vrijeme, preporučuju primjenu istog kod netreniranih žena.

Povećanje mišićnih parametara, odnosno snage bez obzira na vrstu podloge i izlazno opterećenje, pokazuju efikasnost treninga sa otporom na nestabilnim podlogama kod netreniranih osoba muškog pola, te podržavaju rezultate istraživanja Mate – Munoza i saradnika (2014) o efikasnosti treninga sa otporom na nestabilnim podlogama na unapređenje mišićnih parametara donjih i gornjih ekstremiteta netreniranih muškaraca.

Rezultati osmonedeljnog trenažnog protokola potvrđuju i rezultate istraživanja Marinkovića i saradnika (2011), da izvođenje vježbe potisak sa grudi, pri spolnjem opterećenju 50% od 1RM pruža dovoljni stimulans za poboljšanje parametara funkcije mišića, te da može značajno da poveća mišićnu snagu kod prethodno netreniranih ljudi.

Izražavanjem **korigovane srednje vrijednosti snage**, odnosno **kovarijanse**, za obe grupe provjerena je stvarna razlika u napretku, odnosno efikasnost primjenjenog treninga sa otporom na stabilnoj i nestabilnoj podlozi. Nezavisna varijabla u ovoj analizi je bila grupna pripadnost ispitanika, jedna grupa su sačinjavali ispitanici koji su vježbali na stabilnoj podlozi, a drugu ispitanici koji su vježbali na nestabilnoj podlozi. Zavisna varijabla je obuhvatala rezultate snage izmjerene nakon provedenih programa treninga, dok su rezultati snage izmjereni prije primjene programa treninga snage predstavljali kovarijansu.

Nakon korekcije rezultata finalnog mjerenja snage prema rezultatima početnog mjerenja (Tabela 6-15), nije utvrđena statistički značajna razlika između dvije grupe ispitanika na završnom mjerenju snage ( $F = 0.346$ ,  $p = 0.329$ ). Korigovana aritmetička sredina prve grupe ispitanika koja je vježbala na stabilnoj podlozi ( $M = 267.21$ ) nije bila statistički značajno veća od korigovane aritmetičke sredine grupe ispitanika koja je vježbala na nestabilnoj podlozi ( $M = 247.83$ ).

Primjenjeni program treninga sa otporom se pokazao efikasnim u pogledu podizanja nivoa apsolutne snage pri opterećenju 55% od 1RM bez obzira na vrstu podloge na kojoj su izvođene vježbe tokom primjene programa treninga. *Dobijeni rezultati pokazuju da je prirast snage izražen u apsolutnim vrijednostima, kod obe grupe ispitanika bio podjednak, te se odbacuju hipoteza  $H_1$  – koja kaže da će primjena treninga sa otporom kod netreniranih osoba na nestabilnoj podlozi, dovesti do povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) pri izlaznom opterećenju 55% od 1 RM, u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi.*

Ostvareni rezultati snage prikazani u Tabeli 6-16, za grupa ispitanika koja je provodila program na stabilnoj podlozi pokazuju prosječnu vrijednost od 258.67 W a za grupa ispitanika koja je provodila program na nestabilnoj podlozi pokazuju prosječnu vrijednost od 213.85 W. Postojala je statistički značajna razlika na početnom mjerenu (**p = 0.003**). Korigovana aritmetička sredina prve grupe ispitanika koja je vježbala na stabilnoj podlozi ( $M = 267.37$ ) nije bila statistički značajno veća od korigovane aritmetičke sredine grupe ispitanika koja je vježbala na nestabilnoj podlozi ( $M = 248.80$ ).

Zaključak je, da se primijenjeni program treninga snage pokazao efikasnim u pogledu podizanja nivoa absolutne snage pri opterećenju 60% od 1RM bez obzira na vrstu podloge na kojoj su izvođene vježbe tokom primjene programa treninga. *Dobijeni rezultati pokazuju da je prirast snage izražen u absolutnim vrijednostima, kod obe grupe ispitanika bio podjednak, te se odbacuju hipoteza H<sub>2</sub>* – koja kaže da će primjena treninga sa otporom kod netreniranih osoba na nestabilnoj podlozi, dovesti do povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) *pri izlaznom opterećenju 60% od 1 RM*, u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi.

Posmatrajući rezultate snage iz Tabele 6-17, a na osnovu T – testa za nezavisne uzorke, vidimo da je grupa ispitanika koja je provodila program na stabilnoj podlozi imala prosječnu vrijednost od 267.64 W a grupa ispitanika koja je provodila program na nestabilnoj podlozi imala prosječnu vrijednost od 211.51 W. Postojala je statistički značajna razlika na početnom mjerenu (**p = 0.001**). Nakon korekcije rezultata završnog mjerjenja snage prema rezultatima početnog mjerjenja, nije utvrđena statistički značajna razlika između dvije grupe ispitanika na završnom mjerenu snage ( $F = 0.634$ ,  $p = 0.429$ ). Korigovana aritmetička sredina prve grupe ispitanika koja je vježbala na stabilnoj podlozi ( $M = 264.89$ ) nije bila statistički značajno veća od korigovane aritmetičke sredine grupe ispitanika koja je vježbala na nestabilnoj podlozi ( $M = 256.41$ ).

Primjenjeni trenažni program snage pokazao efikasnim u pogledu podizanja nivoa absolutne snage pri opterećenju od 65% 1RM bez obzira na vrstu podloge na kojoj su izvođene vježbe tokom primjene programa treninga. *Dobijeni rezultati pokazuju da je prirast snage izražen u absolutnim vrijednostima, kod obe grupe ispitanika bio podjednak, te se odbacuju hipoteza H<sub>3</sub>* – koja kaže da će primjena treninga sa otporom kod netreniranih osoba

na nestabilnoj podlozi, dovesti do povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) ***pri izlaznom opterećenju 65% od 1 RM***, u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi.

Na osnovu dobijenih rezultata ***snage izražene u absolutnim vrijednostima*** prikazanih u Tabelama 6-15, 6-16 i 6-17, ***odbacuje se hipoteze H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, i H<sub>3</sub> – koje kažu da će primjena treninga sa otporom kod netreniranih osoba na nestabilnoj podlozi, dovesti do povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa (maksimalna sila, maksimalna snaga, brzina tokom ekscentrične i koncentrične faze kontrakcije i rastojanje kretanja opterećenja/šipke sa tegovima) pri izlaznim opterećenjima 55%, 60% i 65% od 1RM, u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi.***

Dobijeni rezultati potvrđuju istraživanja Goodmana i saradnika (2008), koji ne podržavaju ideju da je trening sa otporom na nestabilnim podlogama efikasniji u smislu povećanja mišićnih parametara u odnosu na tradicionalne treninge sa otporom na stabilnim podlogama.

Apsolutne vrijednosti za većinu fizioloških parametara koji govore o efektima sportskog treninga na naš organizam, zbog značajnih individualnih varijacija, manje su prihvatljive nego relative. Jedan od načina relativizacije parametra ili davanje lične, pojedinačne vrijednosti istima je eliminisanje uticaja tjelesne građe na njih. Tako je i parametar snage izražen po **kilogramu tjelesne mase**, kao jedan od najlakših i najčešćih načina uniformizacije rezultata fizioloških parametara. Vrijednosti su izražene u W/kg tjelesne težine.

T – test za zavisne uzorke je proveden radi utvrđivanja efekta programa treninga na rezultate relativne snage kod dvije grupe ispitanika, odnosno grupe koja je treninge izvodila na stabilnoj podlozi i grupe koja je treninge izvodila na nestabilnoj podlozi pri izlaznim opterećenjima **55%, 60% i 65% od 1RM**.

Utvrđeno je statistički značajno povećanje rezultata relativne snage između početnog ( $M = 2.79$ ,  $SD = 0.67$ ) i završnog mjerjenja ( $M = 3.21$ ,  $SD = 0.48$ ,  $t = 4.347$ ,  **$p = 0.000$** ) kod grupe koja je vježbala na stabilnoj podlozi (Tabela 6-18) pri izlaznom opterećenju od 55% od 1RM. Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerjenja je iznosilo 0.42.

Realizovani osmonedeljni trenažni program *na stabilnoj podlozi potvrđuju hipotezu  $H_g$*  u smislu povećanja parametara *relativne mišićne snage ruku i ramenog pojasa* pri izlaznom opterećenju **55% od 1RM**.

Kod grupe koja je trenirala na nestabilnoj podlozi (Tabela 6-19) takođe je utvrđeno statistički značajno povećanje rezultata relativne snage između početnog ( $M = 2.70$ ,  $SD = 0.72$ ) i završnog mjerena ( $M = 3.00$ ,  $SD = 0.68$ ,  $t = 2.549$ , **p = 0.016**) pri izlaznom opterećenju od 55% od 1RM. Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerena je iznosilo 0.29.

Dobijeni rezultati trenažnog programa sa otporom *na nestabilnoj podlozi potvrđuju hipotezu  $H_g$* , u smislu povećanja parametara *relativne mišićne snage ruku i ramenog pojasa* pri izlaznom opterećenju **55% od 1RM**.

Utvrđeno je statistički značajno povećanje rezultata relativne snage između početnog ( $M = 3.08$ ,  $SD = 0.61$ ) i završnog mjerena ( $M = 3.40$ ,  $SD = 0.68$ ,  $t = 4.696$ , **p = 0.000**) kod grupe koja je vježbala na stabilnoj podlozi (Tabela 6-20). Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerena je iznosilo 0.32.

Izlazni rezultati treninga sa otporom *na stabilnoj podlozi potvrđuju hipotezu  $H_g$*  u smislu statistički značajnih razlika parametara *relativne mišićne snage ruku i ramenog pojasa* pri izlaznom opterećenju **60% od 1RM**.

Kod grupe koja je trenirala na nestabilnoj podlozi (Tabela 6-21), takođe je utvrđeno statistički značajno povećanje rezultata relativne snage između početnog ( $M = 2.62$ ,  $SD = 0.60$ ) i završnog mjerena ( $M = 2.82$ ,  $SD = 0.61$ ,  $t = 2.515$ , **p = 0.018**). Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerena je iznosilo 0.09. Dobijeni rezultati treninga sa otporom *na nestabilnoj podlozi potvrđuju hipotezu  $H_g$*  u smislu statistički značajnih razlika parametara *relativne mišićne snage ruku i ramenog pojasa* pri izlaznom opterećenju **60% od 1RM**.

Dobijeni rezultati (Tabela 6-22) pokazuju statistički značajno povećanje rezultata relativne snage između početnog ( $M = 3.219$ ,  $SD = 0.82$ ) i završnog mjerena ( $M = 3.48$ ,  $SD = 0.96$ ,  $t = 3.089$ , **p = 0.004**) kod grupe koja je vježbala na stabilnoj podlozi, pri izlaznom opterećenju 65% od 1RM. Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerena je iznosilo 0.29. Izlazni rezultati mjerena snage *na stabilnoj podlozi potvrđuju hipotezu  $H_g$* , u smislu

statistički značajnih razlika parametara ***relativne mišićne snage ruku i ramenog pojasa*** pri izlaznom opterećenju **65% od 1RM**.

Kod grupe koja je trenirala na nestabilnoj podlozi (Tabela 6-23) takođe je utvrđeno statistički značajno povećanje rezultata relativne snage između inicijalnog početnog ( $M = 2.59$ ,  $SD = 0.59$ ) i završnog mjerjenja ( $M = 2.79$ ,  $SD = 0.73$ ,  $t = 2.802$ ,  $p = 0.009$ ). Povećanje aritmetičke sredine između dva mjerena je iznosilo 0.20. Dobijeni rezultati ***potvrđuju hipotezu H<sub>g</sub>***, u smislu statistički značajnih razlika parametara ***relativne mišićne snage ruku i ramenog pojasa*** pri izlaznom opterećenju **65% od 1RM**, kod grupe ispitanika koja je trenažni protokol realizovala ***na nestabilnoj podlozi***.

Na osnovu dobijenih rezultata relativne mišićne snage ruku i ramenog pojasa pri izlaznom opterećenju 55%, 60% i 65% od 1RM, **možemo doći do zaključka** da je primjenjeni program treninga sa otporom značajno uticao na povećanje nivoa relativne snage ruku i ramenog pojasa i kod grupe koja je vježbala na stabilnoj podlozi, kao i kod grupe koja je program treninga provodila na nestabilnoj podlozi, odnosno svakom pojedincu povećao snagu u odnosu na njegovu tjelesnu masu.

Dobijeni rezultati ***potvrđuju hipotezu H<sub>g</sub>***, u smislu povećanja parametara ***relativne mišićne snage ruku i ramenog pojasa*** bez obzira na vrstu podloge i izlazno opterećenje.

Radi poređenja početnih rezultata mjerena relativne snage pri opterećenju 55% od 1RM, između grupe ispitanika koji su vježbali na stabilnoj podlozi i grupe ispitanika koji su vježbali na nestabilnoj podlozi proveden je **T - test za nezavisne uzorke**. Nije utvrđena statistički značajna razlika (Tabela 6-24) u nivou relativne snage između grupe ispitanika koji su provodili program treninga na stabilnoj podlozi ( $M = 2.791$ ,  $SD = 0.67$ ) i grupe ispitanika koji su provodili trening sa otporom na nestabilnoj podlozi ( $M = 2.70$ ,  $SD = 0.72$ ,  $t = 0.457$ ,  $p = 0.649$ ).

Da bi smo izvršili poređenja efektivnosti dva različita programa treninga sa otporom na podizanje nivoa relativne snage provedena je **analiza kovarijanse**. Nezavisna varijabla u ovoj analizi je bila grupna pripadnost ispitanika, jednu grupu su sačinjavali ispitanici koji su vježbali na stabilnoj podlozi, a drugu ispitanici koji su vježbali na nestabilnoj podlozi. Zavisna varijabla je obuhvatala rezultate relativne snage izmjerene nakon provedenih programa treninga, dok su rezultati relativne snage izmjereni prije primjene programa treninga snage predstavljali kovarijansu.

Nakon korekcije rezultata finalnog mjerenja relativne snage (Tabela 6-24) prema rezultatima početnog mjerenja, nije utvrđena statistički značajna razlika između dvije grupe ispitanika na završnom mjerenu relativne snage ( $F = 1.953$ ,  $p = 0.168$ ). Korigovana aritmetička sredina ( $M = 3.19$ ) grupe koja je provodila trening sa otporom na stabilnoj podlozi je bila neznatno viša od korigovane aritmetičke sredine grupe ispitanika koja je provodila trening sa otporom na nestabilnoj podlozi ( $M = 3.02$ ).

Shodno dobijenim rezultatima osmonedeljnog treninga sa otporom možemo zaključiti da se primjenjeni program treninga pokazao efikasnim u pogledu podizanja nivoa relativne snage sa opterećenjem od 55% 1RM bez obzira na vrstu podloge na kojoj su izvođene vježbe tokom primjene programa treninga. Drugim riječima, prirast relativne snage je bio podjednak i kod grupe koja je vježbala na stabilnoj podlozi, kao i kod grupe koja je vježbala na nestabilnoj podlozi a samim *posmatrajući vrijednosti relativne snage odbacuje se hipoteza H<sub>1</sub>* da će primjena treninga sa otporom na nestabilnoj podlozi dovesti do statistički značajnih povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi, *pri izlaznom opterećenju 55%, od 1RM.*

Da bi smo izvršili poređenje početnih rezultata mjerenja relativne snage pri opterećenju **60% od 1RM** između grupe ispitanika koji su vježbali na stabilnoj podlozi i grupe ispitanika koji su vježbali na nestabilnoj podlozi korišćen je T - test za nezavisne uzorke. Utvrđena statistički značajna razlika u nivou relativne snage u početnom mjerenu između grupe ispitanika koji su provodili program treninga sa otporom na stabilnoj podlozi ( $M = 3.07$ ,  $SD = 0.61$ ) i grupe ispitanika koji su izvodili program treninga sa otporom na nestabilnoj podlozi ( $M = 2.62^{**}$ ,  $SD = 0.60$ ,  $t = 2.877$ ,  $p = 0.006$ ). Nakon korekcije rezultata završnog mjerena relativne snage prema rezultatima početnog mjerenja, nije utvrđena statistički značajna razlika između dvije grupe ispitanika na zavšnom mjerenu relativne snage ( $F = 3.030$ ,  $p = 0.087$ ). Korigovana aritmetička sredina ( $M = 3.20$ ) grupe ispitanika koja program treninga sa otporom realizovala na stabilnoj podlozi nije bila statistički značajno veća od korigovane aritmetičke sredine ( $M = 3.01$ ) grupe ispitanika koji program treninga sa otporom realizovala na nestabilnoj podlozi (Tabela 6-25).

Rezultati završnog mjerena potvrđuju da je prirast relativne snage je bio podjednak i kod grupe koja je vježbala na stabilnoj podlozi, kao i kod grupe koja je vježbala na nestabilnoj podlozi. Shodno navedenom, posmatrajući vrijednosti *relativne snage dbacuje se hipoteza H<sub>2</sub>* da će primjena treninga sa otporom na nestabilnoj podlozi dovesti do statistički

značajnog povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi ***pri izlaznom opterećenju 60% od 1RM***.

Iz Tabele 6-26 vidimo da postoji statistički značajna razlika u nivou relativne snage između grupe ispitanika koji su provodili program treninga na stabilnoj podlozi ( $M = 3.19$ ,  $SD = 0.82$ ) i grupe ispitanika koji su provodili trening sa otporom na nestabilnoj podlozi ( $M = 2.59^{**}$ ,  $SD = 0.59$ ,  $t = 3.226$ ,  **$p = 0.002$** ). Nakon korekcije rezultata završnog mjerjenja relativne snage prema rezultatima početnog mjerjenja, nije utvrđena statistički značajna razlika između dvije grupe ispitanika na završnom mjerenu relativne snage ( $F = 0.401$ ,  $p = 0.529$ ). Korigovana aritmetička sredina ( $M=3.18$ ) grupe ispitanika koja program treninga sa otporom realizovala na stabilnoj podlozi nije bila statistički značajno veća od korigovane aritmetičke sredine ( $M = 3.10$ ) grupe ispitanika koji program treninga sa otporom realizovala na nestabilnoj podlozi.

Rezultati iz Tabela 6-26, ***izraženi u relativnim vrijednostima odbacuju hipotezu  $H_3$*** , da će primjena treninga sa otporom na nestabilnoj podlozi dovesti do statistički značajnih povećanja parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa u odnosu na trening sa otporom na stabilnoj podlozi pri izlaznom opterećenju ***65% od 1RM***.

Izneseni rezultati su pokazali uspješnost specifično i individualno dizajniranog treninga sa otporom i opravdali ovakav način rada sa nesportistima, odnosno sa netreniranim osobama koje do sada nisu imali organizovan i programiran system vježbanja. Pored toga, primjena savremenih aparata u kvantifikaciji rezultata treninga, kao što je *FytroDyne Premium*, zatvara vrata slobodnim procjenama trenera o napretku pojedinaca i nameće ovaku praksu kao standard u radu kako sa spotistima tako i sa nesportistima, odnosno rekreativcima.

## 8. ZAKLJUČCI

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja, a u skladu sa postavljenim hipotezama, zaključci su sljedeći:

1. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na stabilnoj podlozi*, pri spajnom opterećenju 50% od 1RM, ne dovodi do statistički značajnog povećanja *sile*, pri izlaznim opterećenjima 55%, 60%, i 65% od 1RM, kod netreniranih osoba.
2. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spajnom opterećenju 50% od 1RM, ne dovodi do statistički značajnog povećanja *sile*, pri izlaznim opterećenjima 55%, 60%, i 65% od 1RM, kod netreniranih osoba.
3. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na stabilnoj podlozi*, pri spajnom opterećenju 50% od 1RM, *dovodi do* statistički značajnog povećanja *apsolutne snage* pri izlaznom opterećenju 55% od 1RM, kod netreniranih osoba.
4. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spajnom opterećenju 50% od 1RM, *dovodi do* statistički značajnog povećanja *apsolutne snage* pri izlaznom opterećenju 55% od 1RM, kod netreniranih osoba.
5. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na stabilnoj podlozi*, pri spajnom opterećenju 50% od 1RM, *dovodi do* statistički značajnog povećanja *apsolutne snage* pri izlaznom opterećenju 60% od 1RM, kod netreniranih osoba.
6. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spajnom opterećenju 50% od 1RM, *dovodi do* statistički značajnog povećanja *apsolutne snage* pri izlaznom opterećenju 60% od 1RM, kod netreniranih osoba.
7. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na stabilnoj podlozi*, pri spajnom opterećenju 50% od 1RM, *dovodi do* statistički značajnog povećanja *apsolutne snage* pri izlaznom opterećenju 65% od 1RM, kod netreniranih osoba.
8. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spajnom opterećenju 50% od 1RM, *dovodi do* statistički značajnog povećanja *apsolutne snage* pri izlaznom opterećenju 65% od 1RM, kod netreniranih osoba.

9. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spoljnem opterećenju 50% od 1RM, *nije doveo* do statistički značajnog povećanja *apsolutne snage* pri izlaznom opterećenju 55% od 1RM, u odnosu na primjenu treninga sa otporom na stabilnoj podlozi, kod netreniranih osoba.
10. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spoljnem opterećenju 50% od 1RM, *nije doveo* do statistički značajnog povećanja *apsolutne snage* pri izlaznom opterećenju 60% od 1RM, u odnosu na primjenu treninga sa otporom na stabilnoj podlozi, kod netreniranih osoba.
11. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spoljnem opterećenju 50% od 1RM, *nije doveo* do statistički značajnog povećanja *apsolutne snage* pri izlaznom opterećenju 65% od 1RM, u odnosu na primjenu treninga sa otporom na stabilnoj podlozi, kod netreniranih osoba.
12. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na stabilnoj podlozi*, pri spoljnem opterećenju 50% od 1RM, *dovodi do* statistički značajnog povećanja *snage izražene u relativnim vrijednostima*, pri izlaznim opterećenjima 55%, 60%, i 65% od 1RM, kod netreniranih osoba.
13. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spoljnem opterećenju 50% od 1RM, *dovodi do* statistički značajnog povećanja *snage izražene u relativnim vrijednostima*, pri izlaznim opterećenjima 55%, 60%, i 65% od 1RM, kod netreniranih osoba.
14. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spoljnem opterećenju 50% od 1RM, *nije doveo* do statistički značajnog povećanja *relativne snage* pri izlaznom opterećenju 55% od 1RM, u odnosu na primjenu treninga sa otporom na stabilnoj podlozi, kod netreniranih osoba.
15. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spoljnem opterećenju 50% od 1RM, *nije doveo* do statistički značajnog povećanja *relativne snage* pri izlaznom opterećenju 60% od 1RM, u odnosu na primjenu treninga sa otporom na stabilnoj podlozi, kod netreniranih osoba.
16. Realizovani osmonedeljni trenažni portokol sa otporom *na nestabilnoj podlozi*, pri spoljnem opterećenju 50% od 1RM, *nije doveo* do statistički značajnog povećanja

*relativne snage* pri izlaznom opterećenju 65% od 1RM, u odnosu na primjenu treninga sa otporom na stabilnoj podlozi, kod netreniranih osoba.

## **9. ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA**

Trening sa otporom na nestabilnim podlogama postao je sastavni dio trenažnih i pripremnih aktivnosti sportista. Gotovo u svim sportovima se koriste nestabilne podlove (pilates lopte, balans diskovi, bosu lopte...) u cilju poboljšanja mišićnih parametara, poboljšanja sportskih rezultata, prevencije povreda sportista i rehabilitacije.

Sve veći broj trenera, sportskih stručnjaka i stručnjaka u sportu i sportsko – rekreativnim aktivnostima se zalaže za upotrebu treninga sa otporom na nestabilnim podlogama. Naravno, njihova mišljenja su različita. Jedni smatraju da upravo trening na nestabilnim podlogama treba da bude osnova treninga snage, dok drugi smatraju da se ovaj trening treba isključivo koristiti kao dopunski trening, odnosno kao trening u funkciji prevencija povreda, rehabilitacije, kontrole tjelesne mase i snage.

Kada se pogleda oblast rehabilitacije, trening sa otporom na nestabilnim podlogama je našao svoju punu primjenu. Veliki je broj rezultata i istraživanja koja dokazuju smisao i svrhu ovakvog vida treninga, posebno u procesu oporavka sportista i prevenciji povreda.

Upotreba treninga sa otporom na nestabilnim podlogama kod netreniranih osoba je dosta manje istražen i upravo cilj ovog rada je bio da se na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja mišićnih sposobnosti u radu sa osobama koje do sada nisu imale organizovan i programiran sistem vježbanja, te primjenom savremene trenažne tehnologije i mjernih instrumenata, dođe do kvalitetnih pokazatelja, koji će nam dati adekvatne smjernice o primjeni navedenog treninga kod gore navedene populacije, odnosno trenažnim aktivnostima koje treba da doprinesu razvoju motoričkih sposobnosti istih.

Poštujući bazične metodičke trenažne principe, te držeći se preporuka vodećih vrhunskih stručnjaka iz oblasti fiziologije sporta i fizičke pripreme sportista, realizovani osmonedeljni model treninga sa otporom, pokazao se kao efikasan i ima, prije svega, praktični i teorijski značaj.

Praktični značaj ovog modela treninga ogleda se u mogućnosti primjene istog prilikom planiranja i realizacije trenažnog procesa, ne samo kod netreniranih osoba nego i kod sportista i sportskih aktivnosti kod kojih je angažovana analogna muskulatura. Dobijeni rezultati istraživanja daju neposredan praktični doprinos dizajniranja treninga snage kod

netreniranih osoba, prije svega u smislu efikasnosti planiranja i racionalnog izbora trenažnih sadržaja.

Teorijska značaj ovog modela treninga ogleda se u mogućnosti upoređivanja dobijenih rezultata sa rezultatima drugih autora. Zbog podsticaja za dalja istraživanja, kojim bi se došlo do kompleksnih odgovora iz područja problema vezanih za promjene navedenih mišićnih parametara, pod uticajem treninga sa otporom na stabilnim i nestabilnim podlogama, svi dobijeni podaci su podvrgnuti univerzalnim statističkim operacijama.

Savremena trenažna tehnologija i primjena pouzdanih i dokazanih aparata prilikom analize rezultata, kao što je *Fitrodyne Premium*, koji je korišćen prilikom ovog istraživanja, postali su sastavni dio svakodnevnih trenažnih aktivnosti i kao takvi obavezuje trenere, sportske stručnjake, stručnjake u sportu i sve druge učesnike sportskim aktivnostima na njihovu upotrebu.

Zasigurno, da realizovani osmonedeljni trenažni protokol sa otporom na nestabilnim podlogama – švajcarska lopta, zaslužuje svoje mjesto u trenažnim aktivnostima kod netreniranih osoba muškog pola, te pruža dovoljni stimulans za razvoj snage.

Rezultati istraživanja Panze i saradnika (2014), te Zemkove i saradnika (2010) koji potvrđuju povećanje utroška energije prilikom izvođenja potiska sa grudi na nestabilnim podlogama, dodatno motivišu autora i izazivaju pažnju na neke nove istraživačke rade u ovoj oblasti, a prije svega u smislu koncipiranja treninga sa otporom na nestabilnim podlogama u cilju regulisanja tjelesne težine, odnosno gubitka masti.

# LITERATURA

- Abernety, P., Wilson, G., & Logan, P. (1995). Strength and power assessment. Issues, controversies and challengers. *Sports Medicine*, 19(6). 401 – 417.
- Andersen, L. L., Andersen, J. L., Magnusson, S. P., Suetta, C., Madsen, J. L., Christensen, L. R., et al. (2005). Changes in the human muscle force – velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. *Journal of Applied Physiology*, 99(1), 87 – 94.
- Anderson, K. & Behm, D. G. (2004). Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3). 637 – 640.
- Anderson, K. & Behm, D. G. (2005). Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Canadian journal of applied physiology*, 30(1), 33-45.
- Aranda, L.C., Mancini, M., Werneck, F.Z., Novaes, J.S., Grigoletto, M.E.S., Vianna, J.M. (2016). Electromyographic Activity and 15RM Load during Resistance Exercises on Stable and Unstable Surfaces. *Journal of Exercise Physiology*, 19(1), 114-123.
- Bakker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power during upper – body complex power training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 493 – 497.
- Behm, D.G., Anderson. K., & Curnew, R.S. (2002). Muscle Force and Activation Under Stable and Unstable Conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(3), 416 – 422.
- Binkhorst, R.A., Hoofd, L. & Vissers, A.C.A. (1977): Temperature and force-velocity relationship of human muscle. *Journal of applied physiology*, 42, 471-475.
- Birch, K. et al. (1994). The Relation between isometric lifting strength and muscular fitness measures. *Ergonomics*, 37, 87-93.
- Blazevich, A.J., Cannavan, D., Coleman, D.R., & Horne, S. (2007). Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *Journal of Applied Physiology*, 103(5), 1565 – 1575.

Blazevich, A.J., Gill, N.D., & Zhou, S. (2006). Intra and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo. *Journal of Anatomy*, 209(3), 289 – 310.

Bompa, T. (2001). Periodizacija: Teorija i metodologija treninga. Zagreb: Hrvatski košarkaški savez.

Bosco, C., and Komi, P.V. (1979). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *European journal of applied physiology*, 41, 275-284.

Bratić, M., Radovanović, D., Ignjatović, A., Bojić, I., & Stojiljković, N. (2012). Changes in the muscular outputs of young judoists during resistance exercises performed on unstable equipment: A case study. *Archives of Budo*, 8(1), 7–12.

Bressel, E., Willardson, J.M., Thompson, B. & Fontana, F.E. (2009). Effect of instruction, surface stability, and load intensity on trunk muscle activity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(6), 500-504.

Cabri, J.M.H. (1991). Isocinetik strength aspects of human joints and muscles. *Critical reviews in biomedical engineering*, 19, 231-259.

Cowley, P.M., Swensen, T., and Sforzo, G.A. (2007). Efficacy of instability resistance training. *International journal of sports medicine*, 28(10), 829-35.

Danoff, J.V. (1978). Power produced by maximal velocity elbow flexion. *Journal of Biomechanics*, 11, 481-486.

Delavier, F. (2006). *Anatomija treninga snage*. Beograd: Data status i Subcom.

Dunnick, D.D., Brown, L.E., Coburn, J.W., Lynn, S.K., and Barillas, S.R. (2015). Bench press upper-body muscle activation between stable and unstable loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3279–3283.

Enoka, R.M. (1994). *Neuromechanical basis of kinesiology (2nd ed)*. Human Kinetix Books, Champaign, Windsor, Leeds, Edwardsrdstwon, Auckland.

Farias, D.A., Willardson, J.M., Paz, G.A., Bezerra, E.S., & Miranda, H. (2017). Maximal strength performance and muscle activation for the bench press and triceps extension exercises adopting dumbbell, barbell and machine modalities over multiple sets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1879-1887.

Fenn, W.O. (1930). Frictional and kinetic factors in the work of sprint running. *American journal of Physiology*, 92, 583-611.

Ferreira, D.V., Ferreira-Júnior. J.B., Soares, S.R.S., Cadore, E.L., Izquierdo, M., Brown, L.E., Bottaro, M. (2017). Press exercises with different stability requirements result in similar muscle damage recovery in resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 31(1), 71-79.

Frontera, W.R., V.A. Hughes, et al. (1991). A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol*. 71, 644-50.

Goodman, C.A. et al. (2008). No difference in 1RM strength and muscle activation during the barbell chest press on a stable and unstable surface. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1). 88-94.

Glenmark, B. et al. (1994). Muscle strength from adolescence to adulthood-relationship to muscle fiber types. *European Journal of Applied Physiology*, 68, 9-19.

Grassi, B. et al. (1991). Peak anaerobic power in master athletes. *European journal of applied physiology*, 62, 394-399.

Griffin, J.W. et al. (1993). Eccentric muscle performance of elbow and knee muscle groups in untrained men and women. *Medicine and science in sports and Exercise*, 25, 936-944.

Hakkinen, K. & Keskinen, K.L. (1998). Muscle cross-sectional area and voluntary force production characteristics in elite strength-and-endurance trained athletes and sprinters. *European journal off applied Physiology*, 59, 215-220.

Hakkinen, K., Kraemer, W.J., Newton, R.U. & Alen, M. (2001). Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavyresistence/power strength training in middle – aged and older men and women. *Acta Physiologica Scandinavica*, 17(1). 51 – 62.

Hamed, A., Bohm, S., Mersmann, F. & Arampatzis, A. (2018). Exercises of dynamic stability under unstable conditions increase muscle strength and balance ability in the elderly. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(3), 961-971.

Hamlyn, N., Behm, D.G., Young, W.B. (2007). Trunk muscle activation during dynamic weight-training exercises and isometric instability activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1108-1112.

Harries, U.J. and Bassey, E.J. (1990). Torque-velocity relationships for the knee extensors in women in their 3rd and 7th decades. *European journal of applied physiology*, 60, 187-190.

Herman, E.A. et al. (1990). The Effects of arms and counter movement on vertical jump. *Medicine and science in sports and exercise*, 22, 825-833.

Hill, A.V. (1970). *First and last experiments in muscle mechanics*. Cambridge Press.

Hibbs, A. E., Kevin, K. G., Duncan, F., Wrigley, Allan, & Spears, I. (2008). Optimizing Performance by Improving Core Stability and Core Strength. *Sports Medicine*, 38(12). 995–1008.

Hortobagyi, T. and Katch, F.I. (1990). Eccentric and concentric torque-velocity relationships during arm flexion and extension. *European journal of applied physiology*, 60, 395-401.

Ioffe, L.A., Bobkov, G.P., Nečaev, B.I. (1990): Termoregulacii pri napraženoi mišečnoi deljatnosti. *Teoria i praktika fizičeskoi kuljturni*, 9, 44-51.

Izquierdo, M., Aguado, X., Gonzalez, R., Lopez, J.L., & Hakkinen, K. (1999). Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *European Journal of Applied Physiology Occupational Physiology*, 79(3), 260 - 267.

Izquierdo, M., Ibanez, J., Gorostiaga, E., Garrues, M., Zuniga, A., Anton, A., et al. (1999). Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle – aged and older men. *Acta Physiol Scandinavica*, 167(1), 57-68.

Jarić, S., & Marković, G. (2009). Leg muscles design: the maximum dynamic output hypothesis. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 41(4). 780 – 787.

Jarić, S., Ristanović, D. & Gavrilović, P. (1981). The Force-velocity relation in quadriceps muscle shortening. *Periodicum biologorum*, 8, 153-155.

Jarić, S. et al. (1985). *A New method for determining the force-velocity relationship in human quadriceps muscle*. In international series on biomechanics - Biomechanics IX-A (eds. D. Winter et al.). Human kinetic publishers, Champaign, Illinois, pp. 82-86.

Jarić, S., Ristanović, D. & Corcos, D.M. (1989). Relations between kinetic parameters of active muscle groups and kinematics variables of a complex movement. *European journal of applied physiology*, 59, 370-376.

Jarić, S. i Kukolj, M. (1996). Sila (jačina) i snaga u pokretima čoveka. *Fizička kultura, Beograd*, vol. 50, No 1-2, 15-28.

Jennings, C.L., Viljoen, W., Durandt, J., Lambert, M.I. (2005). The reliability of the fitrodyne as a measure of muscle power. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 4, pg. 859.

Jones, R.M., Fry, A.C., Weiss, L.W., Kinezy, S.J., Moore, C.A. (2008). Kinetic comparison of free weight and machine power cleans. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6). 1785-1789.

Jukić, I., Komes, Z., Šimek, S., Milanović, L., Nakić, J., Trošt, T. (2003). Metodika proprioceptivnog treninga. U: D. Milanović i I. Jukić (ur.) *Zbornik radova Dopunski sadržaji sportske pripreme, Zagrebački velesajam, 22. – 23.02.2002.*, str. 289-295. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Zagrebački športski savez.

Kadija, M., Knežević, O., Milovanović, D., Bumbaširević, M., & Mirkov, D. (2010). Effect of isokinetic dynamometer velocity on muscle strength deficit in elite athletes after ACL reconstruction. *Medicina dello sport (in press)*.

Kannus, P. (1992): Normality, variability and predictability of work, power and torque acceleration energy with respect to peak torque in isokinetic testing. *International journal of sports medicine*, 13, 249-256.

Kibele, A., & Behm, D. G. (2009). Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9). 2443–2450.

Koc, J. M. (1982): *Fiziologija mišecnoj dejateljnosti*. Fizkuljtura i sport, Moskva.

Komi, P.V. (1992). *Strength and power in sport* (Vol. III of the Encyclopaedia of sport medicine). An IOC medical commission publication in collaboration with the International Federation of Sports Medicine; Marston Book Services Ltd, Oxford, Cambridge.

Koshida, S., Urabe, Y., Miyashita, K., Iwai, K., & Kagimori, A. (2008). Muscular outputs during dynamic bench press under stable versus unstable conditions. *J Strength Cond Res*, 22, 1584–1588.

Knežević, O., Pažin, N., Planić, N., & Mirkov, D. M. (2010). Effect of different joint angles on the knee flexor and extensor rate of force development during maximal isometric contraction. Proceedings of 7<sup>th</sup> International Conference of Strength Training. (pp. 165-166). Bratislava: Faculty of Physical Education and Sport.

Kramer, W.J. (1992). Endocrine responses to resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 20 (supplement), S152-157.

Larson, L. (1983). Histochemical characteristics of human skeletal muscle during aging. *Acta physiologica Scandinavica*, 117, 469-471.

Lawrence, M.A., and Carlson, L.A. (2015). Effects of an unstable load on force and muscle activation during a parallel back squat. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29(10), 2949–2953.

Maté-Muñoz, J.L., Monroy, A.J., Jiménez, P.J., Garnacho-Castaño, M.V. (2014). Effects of instability versus traditional resistance training on strength, power and velocity in untrained men. *Journal of sports science & medicine*, 13(3), 460-468.

Marinković, M. (2011). Ispoljavanje mišićne snage pri nestabilnim uslovima. *Acta Medica Medianae*, 50, 53-56.

Marinković, M., Radovanović, D., & Ignjatović, A. (2011). Eight weeks of instability resistance training effects on muscular outputs. *Physical Education and Sport*, 9(3), 321–327.

Marshall, P. W. M., & Bernadette, M. A. (2006). Increased Deltoid and Abdominal Muscle Activity During Swiss Ball Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 745–750.

McBride, J. M., Prue, C., & Russell, D. (2006). Isometric squat force output and muscle activity in stable and unstable conditions. *Journal of strength and conditioning research*, 20(4), 915–918.

Mero, A.; Komi, P.V. & Gregor, R.J. (1992). Biomechanics of sprint running. *Sports Medicine*, 13, 376-392.

Nairn, B.C., Sutherland, C.A., and Drake, J.D.M. (2017). Motion and muscle activity are affected by instability location during a squat exercise. *Journal of strength and conditioning research* 31(3): 677–685.

Nuzzo, J.L., McCaulley, G.O., Cormie, P., Cavill, M.J., McBride, J.M. (2008). Trunk muscle activity during stability ball and free weight exercises. *Journal of strength and conditioning research*, 22(1), 95-102.

Ostrowski, S.J. et al. (2017). Effect of an unstable load on primary and stabilizing muscles during the bench press. *Journal of strength and conditioning research*, 31(2), 430-434.

Panza, P., Aranda, L. C., Damasceno, V. O., Bentes, C. M., Novaes, J. S., Behm, D. G., & Vianna J. M. (2014). Energy Cost, Number of Maximum Repetitions, and Rating of Perceived Exertion in Resistance Exercise with Stable and Unstable Platforms. *JEponline*, 17(3), 77–87.

Passuke, M., Ereline, J., & Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 41(3), 354 – 361.

Petrella, J. K., Kim, J. S., Tuggle, S.C., Hall, S.R., & Bamman, M. M.,(2005). Age differences in knee extension power contractile velocity and fatigability. *Journal of Applied Physiology*, 98, 211 - 220.

Perić, D. (2007). *Uvod u sportsku antropomotoriku*. Beograd: Visoka škola za sport.

Perić, D., & Petrović, B. (2015). Antropomotorika – zakonitosti razvoja motoričkih sposobnosti čovjeka. Univerzitet u Banja Luci. Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta.

Piraua, A.L.T., Beltrao, N.B., Santos, C.X., Pitangui, A.C.R., & Araujo, R.C. (2017). Analysis of muscle activity during the bench press exercise performed with the pre –

activation method on stable and unstable surfaces. *Journal of electromyography and kinesiology*, 49(2), 161-168.

Potach, D.H., Borden, R.A. (2000). Rehabilitation and Reconditioning. In: Essentials of Strength Training and Conditioning (Second Edition). T.R. Beachle and R.W. Earle, ed. Champaign, IL, *Human Kinetics*, pp 529 – 546.

Radovanović, D., Ignjatović, A. (2009). *Fiziološke osnove treninga sile i snage*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

Rađević, N. (2011). *Efekti specifičnog modela treninga na miogena svojstva i tjelesnu kompoziciju džudista mlađeg seniorskog uzrasta*. Banja Luka: Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta. Magistarski rad.

Rahmani, A., Viale, F., Dalleau, G., & Lacour, J. R. (2001). Force/velocity and power/velocity relationships in squat exercise. *European Journal off Applied Physiology*, 84(3), 227 – 232.

Rhea, M.R., Peterson, M.D., Oliverson, J.R., Ayllon, F.N., Potenziano, B.J. (2008). An examination of training of the VertiMax resisted jumping device for improvements in lower body power in highly trained college athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 735 – 740.

Rhea, M.R., Kenn, J.G., Dermody, B.M. (2009). Alterations in speed of squat movement and the use of accommodated resistance among college athletes training for power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, pg. 2645.

Saltin, B. & Karlsson, J. (1971a). *Muscle glycogen utilization during work of different intensities*. In Muscle Metabolism During Exercise (B. Pernow and B. Saltin, eds). Plenum press, New York, pp. 289-299.

Seger, J.Y. and Thorstensson, A. (1994). Muscle strength and myoelectric activity in prepubertal and adult males. *European journal of applied physiology*, 69, 81-87.

Sparkes, R., & Behm, D. G. (2010). Training adaptations associated with an 8-week instability resistance training program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1931–1941.

Saeterbakken, A.H., Tillaar, R., Fimland, M.S. (2011): A comparison of muscle activity and 1 - RM strength of three chest-press exercises with different stability requirements. *Journal of Sports Sciences*, 29 (5), 533-538.

Saeterbakken, A.H. & Finland, M.S. (2013). Muscle force output and electromyographic activity in squats with various unstable surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 130-136.

Staron, R.S. & Hakida, R.S. (1992). Histochemical, biochemical, and ultrastructural analyses of single human muscle fibers, with special reference to the C-fiber population. *The journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 40(4), 563-8.

Stefanović, Đ., Jakovljević, S., Janković, N. (2010). *Tehnologija pripreme sportista*. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

Taylor, N.A.S. et al. (1991). Functional torque-velocity and power-velocity characteristics of elite athletes. *European journal of applied physiology*, 62, 116-121.

Thorstensson, A., Grimby, G. & Karlsson, J. (1976). Force-velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles. *Journal of applied physiology*, 40, 12-16.

Tihanyi, J., Apor, P. & Fekete, G. (1982). Force-velocity-power characteristics and fiber composition in human knee extensor muscles. *European journal of applied physiology*, 48, 331-343.

Todorović, B. i Bradarić, R. (1982): Promene fizioloških I biohemijskih karakteristika skeletnih mišića tokom sistemske fizičke aktivnosti. *Zbornik radova XII Kongresa Saveza društva fiziologa Jugoslavije; S-28, str. 9-12.*

Torres, R.J.B., Pirauá, A.L.T., Nascimento, V.Y.S., Santos, P.S.D., Beltrão, N.B., Oliveira, V.M.A., Pitangui, A.C.R., Araújo, R.C. (2017). Shoulder muscle activation levels during the push-up-plus exercise on stable and unstable surfaces. *Journal of Sport Rehabilitation*. 26(4), 281-286.

Uribe, B. P., Coburn, J. W., Brown, L. E., Judelson, D. A., Khamoul, A. V., & Nguyen, D. (2010). Muscle activation when performing the chest press and shoulder press on a stable bench vs. a Swiss ball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1028–1033.

Verhošanski, J.V (1979). *Trening snage u sportu*. Beograd: Partizan.

Verhošanski, J.V. i saradnici (1992). *Specifična snaga u sportu – teorija i metodika*. Novi Sad: Prometej & Fakultet fizičke kulture.

Vila-Châ, C., Ribeiro, L., Serra, N., Costa, M., Conceição, F., De Paz, J. (2017). Muscle activation levels during the Push-Up exercise on stable and unstable surfaces. Motricidade, 13(1), S143. International Congress CIDESD 2016. Évora, Portugal.

Vilaça-Alves, J., Guimarães, F., Rosa, C., Neves, E.B., Saavedra, F., Fernandes, A.O., Reis, V.M. (2016). Electromyography analysis of the abdominal crunch in stable and unstable surface. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*, 175(5), 189-194.

Wahl, M.J. & Behm, D.G. (2008). Not all instability training devices enhance muscle activation in highly resistance-trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1360-1370.

Westing, S.H., Seger, J.Y. & Thorstensson, A. (1990). Effects of electrical stimulation on eccentric and concentric torque-velocity relationship during knee extension in man. *Acta physiologica scandinavica*, 140, 17-22.

Yates, J.W. & Kamon, E. (1983). A Comparison of peak and constant angle torque-velocity curves in fast and slow-twitch populations. *European journal of applied physiology*, 51, 67-74.

Zatsiorsky, V. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. Human Kinetics, Champaign, IL.

Zatsiorsky, V., Kramer, W. (2009). *Nauka i praksa u treningu snage*. Beograd: Data Status.

Zemková, E. (2010): Muscular power in traditional and instability resistance exercises. *Proceedings of the XIV International Conference of Sport and Physical Education “FIS Communication 2010” Niš, Faculty of Sport and Physical Education*, 17-27.

Zemková E., Dzurenková D., Ollé G., Kováčiková, Z. (2010). Cardiorespiratory response to traditional and instability resistance exercises. *Serbian journal of sports sciences*. 4(4), 161–168.

Zemková E., Dzurenková D., Kováčiková, Z. (2010). 1st Wingate Congress of Exercise and Sport Sciences. Netanya. *Energy demand of barbell chest presses and squats performed on stable and unstable surfaces*; p. 123

Zemková, E., Kováčiková, Z., Vilman, T. (2011). Power output in concentric phase of chest presses in athletes with different experience with instability resistance training. *6th International Posture Symposium “Posture and Gait in Research, Clinic and Sport”*. Smolenice, p. 99.

Zemkova, E., Jelen, M., Kovacikova, Z., Olle, G., Vilman, T., & Hamar, D. (2012). Power outputs in the concentric phase of resistance exercises performed in the interval mode on stable and unstable surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3230–3236.

Zemkova, E., Jelen, M., Radman, I., Svilar, L., and Hamar, D. (2017). The effect of stable and unstable lifting conditions on muscle power and fatigue rate during resistance exercises. *Medicina dello Sport*, 70(1), 36-49.

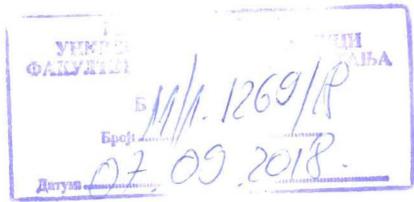
Željaskov, C. (2004). *Kondicioni trening vrhunskih sportista*. Beograd: Sportska akademija.

[http://www.fitronic.sk/fitrodyne\\_premium.htm](http://www.fitronic.sk/fitrodyne_premium.htm)

<http://www.sport-pokret.com/saveti/fitness-oprema/332-pilates-ili-svajcarska-lopta>

## УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ

ФАКУЛТЕТ:



## ИЗВЈЕШТАЈ

*о оцјени урађене докторске дисертације*

## I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

На основу члана 71. став 7. тачка б. Закона о високом образовању (Службени гласник Републике Српске, број 73/10, 104/11, 84/12, 108/13, 44/15, 90/16, 5/17 и 31/18), те члана 54. и 58. Статута Универзитета у Бањој Луци, Наставно - научно вијеће Факултета физичког васпитања и спорта Универзитета у Бањој Луци, је на својој 2. редовној седници одржаној 05.07.2018. године, донијело Одлуку, број: 11/3.1069-5/18, о именовању Комисије за оцјену урађене докторске дисертације под називом "**Промјене параметара мишићних способности руку и раменог појаса под утицајем тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози код нетренираних особа**", кандидата **мр Ненада Рађевића**, у следећем саставу:

1. Др Александар Кукић, доцент, ужа научна област Кинезиологија у спорту, наставни предмет Биомеханика, Примјењена биомеханика и Примјењена биомеханика у спорту, Факултет физичког васпитања и спорта Универзитета у Бањој Луци, предсједник;
2. Др Александар Недељковић, доцент, ужа научна област Општа моторика човјека, Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду, члан;
3. Др Ненад Понорац, ванредни професор, ужа научна област Физиологија, Медицински факултет Универзитет у Бањој Луци, ментор, члан;

## II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Ненад (Момир) Рађевић, рођен је 27.априла 1979. године у Крминама, Бања Лука. На Факултету физичког васпитања и спорта Универзитета у Бањој Луци, је дана 23.12.2011. године, одбровио магистарску тезу под називом "**Ефекти специфичног модела тренинга на миогена својства и тјелесну композицију цудиста млађег сениорског узраста**", и стекао научно звање магистра наука у области физичке културе.

Кандидат је пријаву теме за израду докторске тезе поднио Наставно - научном вијећу Факултета физичког васпитања и спорта, 02.10.2015. године. Одлуком Наставно – научног вијећа, број: 11/3.1018-5.1/16, на 26. сједници, одржаној 06.10.2016. године, именована је Комисија за оцјену подобности кандидата **мр Ненада Рађевића** и теме "**Утицај тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози на параметре мишићне способности**", у следећем саставу:

1. Др Ненад Понорац, ванредни професор, ужа научна област Физиологија, Медицински факултет Универзитет у Бањој Луци, предсједник;
2. Др Владимира Копривица, редовни професор, наставни предмет Теорија

- спорктског тренинга, Теорија и методика елементарних игара, Шах, Факултет спорта и физичког власпитања Универзитета у Београду, члан;
3. Др Александар Кукрић, доцент, ужа научна област Кинезиологија у спорту, наставни предмет Биомеханика, Примјењена биомеханика и Примјењена биомеханика у спорту, Факултет физичког власпитања и спорта Универзитета у Бањој Луци, члан.

### III УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу члана 71. став 7. тачка б. Закона о високом образовању (Службени гласник Републике Српске, број 73/10, 104/11, 84/12, 108/13, 44/15, 90/16), те члана 54. и 58. Статута Универзитета у Бањој Луци, Наставно - научно вијеће Факултета физичког власпитања и спорта Универзитета у Бањој Луци, је на својој 8. редовној седници одржаној 22.06.2017. године, донијело Одлуку, број: 11/3.830-7/17, о усвајању коригованог Извештаја Комисије за оцјену подобности теме и кандидата докторске тезе под називом "**Промјене параметара мишићних способности руку и раменог појаса под утицајем тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози код нетренираних особа**", кандидата мр Ненада Рађевића.

Докторска дисертација кандидата мр Ненада Рађевића, под називом "Промјене параметара мишићних способности руку и раменог појаса под утицајем тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози код нетренираних особа", написана је на 110 страница у стандардном формату А4, у фонту Times New Roman са размаком (проредом) од једне и по тачке (1,5) и величином слова 12. Текст дисертације је илустрован са 27 (двадесетседам) слика, 28 (двадесетосам) табела што битно употребљује општу слику о истраживању које је спроведено и истовремено потврђује аутентичност података са којима се у раду непосредно оперише. Кандидат је у свом истраживању користио и цитирао изворе из 108 (стотинуосам) библиографских јединица и 2 (два) извора са интернета. Наведени извори и литература су релевантни за овакву врсту истраживања.

Дисертација садржи 10 (десет) поглавља, и то:

1. Увод разматрање;
2. Теоријски оквира рада
3. Предмет, циљ, задаци истраживања;
4. Хипотезе истраживања;
5. Примјењена методологија;
6. Резултати истраживања;
7. Дискусија;
8. Закључак;
9. Значај истраживања;
10. Литература.

### IV УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

У наведној тези кандидат је јасно истакао разлог, предмет, циљеве и хипотезе због којих је предузео истраживање. Кандидат истиче да је тренинг са отпором на нестабилним подлогама постао саставни дио свакодневних тренажних протокола, без обзира да ли се ради о врхунским спортстима или о нетренираним особама. Такође, исти истиче различита мишљења тренера о примјени горе наведеног тренинга. Док једни тренери сматрају да управо овакав вид тренинг треба да буде основа тренинга снаге, други истичу првенствено његову примјену у смислу допунског тренинга а ради превенције повреда, рехабилитације, контроле тјелесне тежине и развоја снаге. С обзиром да је примјена тренинга са отпором доста мање истражена код нетренираних, пунолјетних, здравих особа мушких пола, управо је

кандидат као предмет истраживања дефинисао примјену, односно утицај тренинга са отпором на стабилним и нестабилним подлогама на параметра мишићних способности руку и раменог појаса код нетренираних особа.

Сходно предмету истраживања, кандидат је јасно дефинисао циљ истраживања: да се утврди да ли ће примјењени осмонедељни тренинг са отпором на нестабилној подлози довести до већих вриједности параметара мишићних способности руку и раменог појаса у односу на тренинг са отпором на стабилној подлози.

Сходно предмету и циљу истраживања, кандидат је јасно поставио задатке истраживања. Основни задаци истраживања су:

- одабрати адекватан узорак испитаника чије ће карактеристике омогућити добијање валидних података.
- извршити мјерење максималне сile мускулатуре руку и раменог појаса (1 RM – repetitio maximum).
- извршити иницијално мјерење мишићних параметара мускулатуре руку и раменог појаса (максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима) на оптерећењу 55%, од једног максималног понављања.
- извршити иницијално мјерење мишићних параметара мускулатуре руку и раменог појаса (максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима) на оптерећењу 60% од једног максималног понављања.
- извршити иницијално мјерење мишићних параметара мускулатуре руку и раменог појаса (максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима) на оптерећењу 65% од једног максималног понављања.
- извршити финално мјерење мишићних параметара мускулатуре руку и раменог појаса (максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима) на оптерећењу 55%, од једног максималног понављања.
- извршити финално мјерење мишићних параметара мускулатуре руку и раменог појаса (максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима) на оптерећењу 60% од једног максималног понављања.
- извршити финално мјерење мишићних параметара мускулатуре руку и раменог појаса (максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима) на оптерећењу 65% од једног максималног понављања.
- на основу добијених резултата извршити дескриптивну и компаративну статистику.

С обзиром на резултате ранијих истраживања о утицају тренинга са отпором на стабилним и нестабилним подлогама, на параметре мишићних способности руку и раменог појаса, кандидат је дефинисао следеће хипотезе:

**X<sub>г</sub>** – очекује се да ће примјена тренинга са отпором на нестабилној и на стабилној подлози довести до повећања параметара мишићне способности руку и раменог појаса (максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима)

теговима) код нетренираних особа.

**X1** – очекује се да ће примјена тренинга са отпором код нетренираних особа на нестабилној подлози, довести до повећања параметара мишићне способности руку и раменог појаса (максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима) при оптерећењу 55%, од једног максималног понављања, у односу на тренинг са отпором на стабилној подлози.

**X2** – очекује се да ће примјена тренинга са отпором код нетренираних особа, на нестабилној подлози, довести до повећања параметара мишићне способности руку и раменог појаса (максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима) при оптерећењу 60% од једног максималног понављања, у односу на тренинг са отпором на стабилној подлози.

**X3** - очекује се да ће примјена тренинга са отпором код нетренираних особа, на нестабилној подлози, довести до повећања параметара мишићне способности руку и раменог појаса (максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима) при оптерећењу 65% од једног максималног понављања, у односу на тренинг са отпором на стабилној подлози.

Такође, кандидат је дао преглед досадашњих истраживања моторичких способности, прије свега снаге, као и истраживања ефеката одговарајућих модела тренинга тренинга са отпором на нестабилним подлогама код спортиста али и нетренираних особа. Међу наведеним референцама доминирају наслови из последње три деценије, превасходно енглеског, руског, српског и хрватског говорног подручја. Кандидат је успио да прикупљене податке систематизује логично и ваљано. Из избора референци види се, да кандидат познаје истраживачку област за коју се опредијелио, те да је успио да дефинише стабилан теоријски оквир рада од којег је пошао у сопственом истраживању.

**Anderson и Behm (2004)** истраживали су излазне вриједности сile и електромиографску (ЕМГ) активност m. pectoralis majora, m. anterior deltoideusa, m. triceps brachii, m. latissimus dorsi, и m. rectus abdominis на стабилним и нетабилним подлогама током изометричних и динамичких контракција. Десет здравих мушкараца изводило је потисак са груди на бенч клупи и швајцарској лопти. Максимална изометријска сила произведена на нестабилној подлози била је 59,6 % мања у односу на стабилну подлогу. Што се тиче ЕМГ активности наведених мишићних група, није постојала значајна разлику у резултатима између стабилних и нетабилних протокола. Повећана ЕМГ активност уочена је између концентричних и ексцентричних контракција или изометријских контракција. Аутори указују, да је један од разлога мањих излазних резултата сile на нестабилној подлози, управо додатно ангажовање мишића руку и раменог појаса на стварање свеукупне стабилности приликом реализација тренинга снаге.

Такође, истраживање које су спровели **Anderson и Behm (2005)**, приликом извођења чучња у различитим условима стабилности и оптерећења је показало је већу активност мишића задужених за одржавање постуралних положаја током извођења чучња у нестабилним условима.

**Marshall и Bernadette (2006)** су испитивали активности m. deltoideusa и абдоминалне мускулатуре током концентричне и ексцентричне фазе бенч преса на и без Швајцарске лопте, при оптерећењу од 60% од 1 RM. Резултати истраживања су показали већу мишићну активност неведених мишићних група током тренинга са оптерећењем на Швајцарској лопти.

**McBride, Prue и Russell (2006)** су на основу истраживања излазне сile приликом извођења изометријског чучња у стабилним и нетабилним условима дошли до

резултата који показују значајно смањење силе и снаге код испитаника у нестабилним условима. Такође, резултати изометричког чучња на нестабилним подлогама значајно указују на смањење силе, снаге и активности мишића агониста без промјене активности мишића антагониста и синегриста.

**Koshida, Miyashita, Iwai, и Kagimori (2008)** су у својим ранијим истраживањима показали да вежба са отпором под нестабилним условима смањује изометријске силе излаза, али мало се знало о његовом утицају на мишићне излазе током динамичног кретања. У циљу истраживања утицаја тренинга са отпором – бенч прес на нестабилној подлози на силу, снагу и брзину спроведено је истраживање у којем је учествовало 20 здравих спортиста студената (просјечне старости, 21,3 +/- 1,5 година; средње висине, 167,7 +/- 7,7 цм; просјечне тежине, 75,9 +/- 17,5 кг). Сваки спортиста је урадио три појединачна сета бенч преса са 50% од 1 RM у стабилним условима (бенч прес клупа) и нестабилним условима (швајцарска лопта). Просјечне излазне вриједности снаге, силе и брзине у стабилним условима биле су 416,7 (86,2) W, 594,6 (150,8) N и 95,2 (16,7) cm/sek, док су просјечне излазне вриједности у нестабилним условима биле су 370,4 (65,1) W, 559,9 (148,0) N, 85,8 (13,4) cm/sek. Дошло је до смањење мишићних излаза током динамичког бенч преса у нестабилним условима у односу на стабилне услове. Њихова стопа смањења је релативно ниска, око 6% за силу и 10% за снагу и брзине излаза.

**Hibbs, Kevin, Duncan и Wrigley (2008)** су указали на значај употребе тренинга са отпором на нестабилним подлогама у процесу рехабилитације особа са болом у леђима и за обављање свакодневних активности са циљем повећања опште стабилности и снаге организма.

**Goodman, Pearce, Nicholes, Gatt и Fairweather (2008)** спровели су истраживање у циљу поређења 1 RM, и електромиографску активности мишића (ЕМГ) горњег дијела тијела и мишића трупа током тренинга са отпором на стабилним (бенч клупа) и нестабилним површинама (лопта). Добијени резултати потиска са груди показују да не постоји разлика у 1 RM, нити у ЕМГ активности мишића на стабилним или нестабилним површинама. Ови резултати не дају подршку мишљењу да је тренинг са отпором на нестабилним површинама ефикаснији у односу на традиционални тренинг са отпором на стабилним површинама.

Истраживање које су спровели **Kibele и Behm (2009)**, у циљу упоређивања утицаја седмонедељног програма тренинга са отпором у стабилним и нестабилним условима на снагу, равнотежу и функционалне перформансе. Прије и након завршеног програма тестирана је снага опужача ногу, статичка и динамичка равнотежа, трбушњаци, скок у даљ, тест скочности на вријеме, shuttle run, и спринт. У истраживању је учествовало 40 испитаника, оба пола. Финални резултати су показали да уопште нема разлике између стабилних и нестабилних тренинга са отпором и тренажних ефеката независно од пола. Све мјере, осим спринга унапријеђене су тренингом. Ефекти интеракције су показали да тренинг на нестабилним подлогама повећава број трбушњака и скочност. Наведени аутори препоручују инкорпорирање нестабилних тренинга са традиционалним стабилним тренинзима.

**Sparkes и Behm (2010)**, су реализовали осмонедељни тренинга на нестабилним подлогама активних рекреативних особа. Циљ истраживања био је да се утврди разлика у физиолошким и перформансама мјереним након стабилних и нестабилних тренинга са отпором. Мјерена је изометријска сила груди, електромиографска активност triceps brachia и pectoralis majora под стабилним и нестабилним условима, баланс, скок у даљ са једне ноге, понављајући скок и плиометрички скок увис. Након добијених резултата дошло је до значајног повећања силе са тенденцијом вишег прираста групе која је радила под нестабилним условима. Такође, видљив је послијетренажни напредак у

максималном обиму изометричке концентричне сile. Такође, дошло је до значајног повећања сile и повећања неуромишићне ефикасности m.triceps brachii и pectoralis стабилних у односу на нестабилне тренинге. Чини се да нестабилни тренинг са отпором, који користи ниже сile, може повећати снагу и равнотежу код претходно нетренираних младих особа, слично као и тренинг на стабилним машинама са већим оптерећењима.

**Uribe и сарадници (2010)** испитивали су утицај мишића, односно активацију мишића раменог појаса и груди (anterior deltoid, pectoralis major, and rectus abdominus), приликом потиска са груди и раменог потиска са дворучним теговима, на стабилној подлози (клупи) и нестабилној подлози (швајцарска лопта). Након почетног одређивања 1 RM, те након 48 сати одмора, 16 здравих мушкараца изводили су по 3 понављања на 80% од 1 RM, потиска са груди и раменог потиска на стабилној и нестабилној подлози. Електромиографија је показала да не постоји значајна разлика у мишићној активацији наведених мишићних група. Такође, истраживање је показало да нестабилна подлога нити нарушава нити унапређује мишићну активацију у неведеним условима.

Истраживања **Zemkove (2010)**, су показала мање вриједности максималне снаге приликом вježbanja у нестабилним условима у односу на стабилне.

**Маринковић, Радовановић и Игњатовић (2011)** у циљу утврђивање разлика у мишићној сili, снази и брзини реализовали су осмонедељни тренинг са оптерећењем при нестабилним условима. За потребе истраживања коришћене су вježbe које спортисти најчешће изводе у тренингу са оптерећењем: потисак са груди и чучањ. Експериментална група се састојала од 10 студената и нико од њих није био професионални спортиста, нити је учествовао у организованом и програмираном тренингу са оптерећењем током последњих годину дана. Испитаници су тренирали два пута недељно, током 8 недеља, при нестабилним условима. Вježba потисак са груди извођена је на "швајцарској" лопти, док је вježba чучањ извођена на BOSU лопти, чиме су обезбеђени нестабилни услови при тренингу са оптерећењем. Обе вježbe су извођене са претходно утврђеним оптерећењем од 50% вриједности једног максималног понављања (1RM). Анализа добијених резултата је показала да вježbe потисак са груди и чучањ, извођене при нестабилним условима са оптерећењем 50% од 1RM, пружају довољни стимулус за побољшање параметара функције мишића, те да могу значајно да повећају мишићну снагу код претходно нетренираних младих људи.

**Братић, Радовановић, Игњатовић, Бојић и Стојиљковић (2012)** су у свом истраживању промјена мишићних параметара врхунских младих цудиста током бенч преса и чучња (70% од 1RM) на нестабилним односно стабилним подлогама дошли до резултата који указују на није дошло до значајног смањења мишићних излаза током бенч преса на нестабилним подлогама (швајцарска лопта) у односу на стабилне подлоге, али приликом извођења чучња дошло је значајног смањења мишићних излаза у односу на стабилне подлоге. За разлику од врхунских младих цудиста, група студената која је учествовала у истом истраживању и под истим условима показала је другачије резултате. Приликом извођења бенч преса дошло је до значајног смањења мишићних излаза на нестабилним подлогама (швајцарска лопта) у односу на стабилне подлоге. Поред тога, за ову групу мишићни излази били знатно нижи током чучња под нестабилним у односу на стабилне услове.

**Zemkova и сарадници (2012)** су поредили излазну снагу у концентричној фази бенч преса и чучњу при оптерећењу 70% од 1 RM, у стабилним и нестабилним условима. Добијени резултати су показали значајно смањење излазне снаге током тренинга на нестабилним подлогама. Такође, просјечна снага је била нижа на нестабилним у односу на стабилне подлоге током бенч преса и чучња. На финалном мјерењу, смањење просјечне снаге у концентричној фази бенч преса било је

значајно више на Швајцарској лопти у односу на стабилну подлогу – бенч прес. Није било значајне разлике у паду просјечне снаге у концентричној фази чучња на BOSU лопти у односу на стабилне подлоге. На основу добијених резултата може се закључити да је излазна снага знатно умањена током тренинга по нестабилним условима, и ефекат је више евидентан за бенч прес на Швајцарској лопти него за чучња на BOSU лопти.

**Mat^– Mu–oz и сарадници (2014)** спровели су истраживање са циљем утврђивања ефекта традиционалног кружног тренинга са отпором (TRT) и кружног тренинга са отпором на нестабилним подлогама (IRT) на снагу, силу, брзину кретања и скакачке способности доњих и горњих екстремитета нетренираних мушкараца. У овој студији је учествовало 36 нетренираних мушкараца, подијељених у двије експерименталне групе и једну контролну групу. Учесници у експерименталним групама, односно једна експериментална група је проводила традиционални кружни тренинг са отпором, користећи тегове и машине за вježbanje, док је друга експериментална група користила кружни тренинг са отпором на нестабилним подлогама користећи BOSU лопте и TRX. Учесници су вježбали три пута седмично, седам недјеља. Добијени подаци показују ефикасност тренажног процеса на нестабилним подлогама (BOSU лопте и TRX) код нетренираних мушкараца.

**Panza и сарадници (2014)** су у свом истраживању о енергетској потрошњи, оцјени уочених напрезања (PPE), те максималном броју понављања приликом извођења бенч преса вježbe на стабилни m и нестабилним подлогама на 80% од 1 RM, дошли до резултата који указују да није било значајне разлике између броја понављања и PPE за исто оптерећење између стабилне и нестабилне бенч прес вježbe. Међутим, за вријеме извођења бенч преса на нестабилној подлози - вježba на лопти, утрошак енергије је био већи. На основу добијених резултата може се закључити да извођење бенч преса на нестабилној подлози резултира већем утрошку енергије. То повећање расхода може допринијети повећању метаболичких процеса током вježbanja, што је важно у програмима гubitka masti.

**Островски и сарадници (2017)** су спровели истраживање са циљем да се утврди да ли долази до повећане активности мишића стабилизатора током бенч преса на нестабилној подлози у односу на мишићну активност током стандардног бенч преса на стабилној подлози. У студији је учествовало 15 мушкараца, волонтера старости  $24,2 \pm 2,7$  година, тежине  $84,8 \pm 12,0$  кг, висина  $1,77 \pm 0,05$  м, искуства у тренингу снаге  $9,9 \pm 3,4$  година, и 1RM  $107,5 \pm 25,9$  кг. Учесници су изводили двије серије по пет понављања у стабилним условима (75% 1RM) и нестабилним условима (60% 1RM), користећи стандардне шипке и тегове. Електромиографијом мјерена је активност примарних покретача (pectoralis major, anterior deltoid, and triceps) и мишића стабилизатора (latissimus dorsi, middle and posterior deltoid, biceps brachii, and upper trapezius). Резултати добијени електромиографијом су показали већу активност musculus biceps brachiai и средње главе musculus deltoideusa у нестабилним условима. Такође, добијени резултати су показали већу активност мишића стабилизатора у нестабилним условима са 15 % мањим оптерећењем у односу на стабилну подлогу. Наведени резултати бенч преса обећавају већу мишићну активност мишића стабилизатора у нестабилним условима у односу на класични тренинг снаге.

Резултати истраживања **Vila-Ch%o Ribeiro, Serra, Costa, Concei\ao i De Paza (2017)**, приликом извођења склека на нестабилној (Босу лопта) и стабилној подлози показали су далеко већу активност мишића стабилизатора приликом извођења склека на нестабилној подлози. Такође, извођење склека на нестабилној подлози мијења образац активације антагониста, мишића стабилизатора рамена и мишића агониста.

Добијени резултати имају практични и теоријски значај. Непосредни практични

допринос огледа се у дизајнирању тренинга снаге код нетренираних особа у смислу ефикасности планирања и рационалног избора тренажних садржаја. Теоријски значај даје могућност упоређивања добијених резултата са резултатима других аутора. Такође, кандидат је у овом раду показао да се дизајнирање тренажних протокола не може замислити без примјене савремене тренажне технологије, као што је *Fitrodyne Premium*, који је коришћен приликом овог истраживања.

## V МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Кандидат је истраживање реализовао као класични експеримент са двије групе. У њему је кандидат као основни систем експликације проблема примјенио емпиријски метод. У фази дефинисања теоријског оквира рада користио је библиографски метод, а приликом обраде и интерпретације резултата статистички метод. Узорак истраживања сачињавало је 60 испитаника, подијељених у двије експерименталне групе од по 30 испитаника. Испитаници су били неспортисти, здраве пунолетне особе мушких пола које до сада нису имале организован и програмиран систем вјежбања. Сходно постављеном проблему, предмету, циљевима и задацима истраживања узет је оптималан број испитаника, који је омогућио коректно истраживање и егзактне резултате. Експериментални програм је трајао **осам недеља**, уз претходну обуку правилне технике извођења вежби за развој мишићне сile и снаге која је трајала четири недеље. Повећан је временски период обуке технике са двије на четири недеље а једини разлог, који је уједно и оправдан, да испитаници постигну високу техничку оспособљеност приликом извођења вјежбе "Потисак са груди", и добијање релевантних резултата. Након обуке правилног извођења технике вјежби, а прије почетка експерименталног програма извршено је иницијално мерење мишићних параметара. Испитаници прве експерименталне групе били су укључени у тренинг са отпором при нестабилним условима у теретани (швајцарска лопта), док су испитаници друге експерименталне групе били укључени у тренинг са отпором при уобичајеним, стабилним условима у теретани (равна клупа). Испитаници прве експерименталне групе су вјежбали два пута недељно, укупно 16 тренинга. Испитаници друге експерименталне групе су такође вјежбали два пута недељно, укупно 16 тренинга. Испитаници обе групе су изводили шест серија по осам понављања вјежбу потисак са груди са шипком и теговима уз оптерећење од 50% од претходно одређене вриједности једног максималног понављања (1RM). Процјена мишићних параметара руку и раменог појаса реализована је у стандардно опремљеној теретани, Факултета физичког васпитања и спорта у Бањој Луци, употребом стандардних тегова (шипки и плоча), а путем теста "Потисак са равне клупе" (Bench Press), при оптерећењу 55%, 60% и 65% од 1 RM од претходно одређене вриједности једног максималног понављања (1RM). Приликом извођења теста поштован је стандардизовани протокол. Тестом је процјењен довољан број параметра мишићне контракције: максимална сила, максимална снага, брзина током ексцентричне и концентричне фазе контракције и растојање кретања оптерећења/шипке са теговима. Промјене вриједности сile, брзине, растојања и снаге регистроване су коришћењем специјално дизајнираног система (*Fitrodine Premium*, *Fitronic*, *Slovakia*).

Након проведеног истраживања и добијених резултата мишићних параметара, кандидат је адекватно приступио статистичкој обради података. Статистичка обрада добијених резултата подијељена је у два сегмента - дескриптивна статистика и примјена метода инференцијалне статистике. Из простора дескриптивне статистике на нивоу читавог узорка израчунати су централни и дисперзивни параметри: аритметичка средина (M), стандардна девијација (S), варијациониа широта (Max – Min), варијанса (V), стандардна грешка средње вриједности (SEM). Поред тога,

тестирана је нормалност дистрибуције резултата примјеном Д'Агостино – Пирсоновог теста. Од метода инференцијалне статистике у овом истраживању кориштени су Т – тест за зависне и независне узорке и анализа коваријансе, и то: Т – тест за зависне узорке за утврђивање значајности разлика аритметичких средина варијабли мјерених на иницијалном и финалном мјерењу, за сваку групу посебно; Т – тест за независне узорке приликом утврђивања статистичке значајности разлика аритметичких средина група на иницијалном и финалном мјерењу у погледу тестираних варијабли. Анализа коваријансе је коришћена с циљем да се елиминишу разлике између група на иницијалном мјерењу како би се на финалном мјерењу могла утврдити разлика која је посљедица примјене програма тренинга са отпором у нестабилним, односно стабилним условима. Циљ је да се разлике утврде само на оном дијелу варијансе резултата финалног мјерења који је независан од варијансе резултата измјерених на почетку примјене програма тренинга.

## VI РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

Резултати су изнесени редослиједом као што су описани у методологији истраживања. Резултати истраживања представљени су табеларно или графички, а затим и прокоментарисани. За сваки параметар наведене су статистичке варијабле значајне за његово тумачење. Статистичка значајност разлике у аритметичким срединама посматраних група (**п**) означавана је са \*, за статистички значајне разлике (**п < 0,05**), и са \*\* за високо статистички значајне разлике (**п<0,01**). На основу добијених резултата истраживања добијени су следећи закључци:

- реализовани осмонедељни тренажни протокол са отпором при спољном оптерећењу 50% од 1PM, *не доводи* до повећања апсолутних вриједности *силе*, без обзира на врсту подлоге (швајцарска лопта/равна клупа) и излазно оптерећење 55%, 60% и 65% од 1PM, код нетренираних особа.
- реализовани осмонедељни тренажни протокол са отпором при спољном оптерећењу 50% од 1PM, *доводи* до повећања апсолутних вриједности *снаге*, без обзира на врсту подлоге (швајцарска лопта/равна клупа) и излазно оптерећење 55%, 60% и 65% од 1PM, код нетренираних особа.
- реализовани осмонедељни тренажни протокол са отпором *на нестабилној подлози*, при спољном оптерећењу 50% од 1PM, и излазним оптерећењима 55%, 60% и 65% од 1PM, *не доводи* до статистички значајног повећања апсолутних вриједности *снаге*, у односу *на стабилну подлогу*, код нетренираних особа.
- реализовани осмонедељни тренажни протокол са отпором, при спољном оптерећењу 50% од 1PM, *доводи* до статистички значајног повећања *релативних вриједности снаге*, без обзира на врсту подлоге (швајцарска лопта/равна клупа) и излазно оптерећење 55%, 60% и 65% од 1PM, код нетренираних особа.
- реализовани осмонедељни тренажни протокол са отпором *на нестабилној подлози*, при спољном оптерећењу 50% од 1PM, и излазним оптерећењима 55%, 60% и 65% од 1PM, *не доводи* до статистички значајног повећања релативних вриједности *снаге*, у односу *на стабилну подлогу*, код нетренираних особа.

Резултати до којих је дошао кандидат у истраживању, а уз коришћење савремене тренажне технологије, потврђују оправданост примјене осмонедељног трнажног протокола на нестабилним подлогама – швајцарска лопта, код нетренираних особа мушких пола, те пружа довољни стимуланс за развој снаге. Засигурно да наведени тренажни протокол са отпором на нестабилним подлогама, при спољном оптерећењу 50% од 1 PM заслужује своје место у тренажним активностима нетренираних особа.

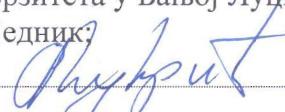
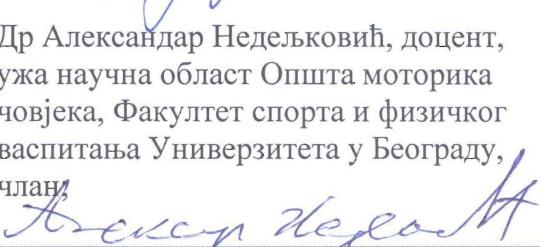
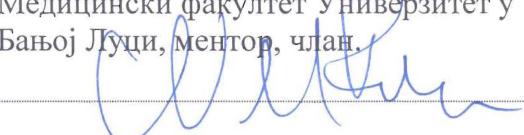
## VII ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

Детаљном анализом докторске дисертације кандидата мр Ненада Рађевића под називом: "Промјене параметара мишићних способности руку и раменог појаса под утицајем тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози код нетренираних особа", Комисија закључује да наведена теза обухвата сва потребна поглавља преко којих су коректно постављени проблем, циљ, задаци и хипотезе истраживања. Узорак испитаника, избор варијабли, као и инструменти за мјерење, те статистичке процедуре и начин обраде података, избор литературе, указује да је кандидат успјешно реализовао предвиђени пројекат и да је значајно придонио његовој практичној примјени код нетренираних особа.

На основу свега наведеног, Комисија за оцјену урађене докторске дисертације, позитивно оцјењује тему и сматра кандидата мр Ненада Рађевића подобним за одбрану докторске дисертације под називом "Промјене параметара мишићних способности руку и раменог појаса под утицајем тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози код нетренираних особа", те једногласно предлаже Наставно – научном вијећу Факултета физичког васпитања и спорта Универзитета у Бањој Луци и Сенату Универзитета у Бањој Луци, да прихвате позитивну оцјену докторске дисертације, те покрену поступак за одбрану и одреде датум њене јавне одбране.

### ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Датум: 07.08.2018. године \_\_\_\_\_

1. Др Александар Кукрић, доцент, ужа научна област Кинезиологија у спорту, наставни предмет Биомеханика, Примјењена биомеханика, Факултет физичког васпитања и спорта Универзитета у Бањој Луци, предсједник:  

2. Др Александар Недељковић, доцент, ужа научна област Општа моторика човјека, Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду, члан:  

3. Др Ненад Понорац, ванредни професор, ужа научна област Физиологија, Медицински факултет Универзитет у Бањој Луци, ментор, члан:  


**ИЗДВОЕНО МИШЉЕЊЕ:** Члан комисије који не жели да потпише извјештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извјештај образложение, односно разлог због којих не жели да потпише извјештај

**УНИВЕРЗИТЕТУ У БАЊОЈ ЛУЦИ**  
**ПОДАЦИ О АУТОРУ ОДБРАЊЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Име и презиме аутора дисертације

Ненад Рађевић

Датум, мјесто и држава рођења аутора

27.04.1979. године, Крмиће, Бања Лука, Босна и Херцеговина

Назив завршеног факултета/Академије аутора и година дипломирања

ЕЦПД Међународни факултет за спорт и физичку културу Бања Лука, 2004 године

Датум одбране мастер / магистарског рада аутора

23.12.2011. године

Наслов мастер / магистарског рада аутора

"Ефекти специфичног модела тренинга на миогена својства и тјелесну композицију цудиста млађег сениорског узраста"

Академска титула коју је аутор стекао одбраном мастер/магистарског рада

Магистар наука у области физичке културе

Академска титула коју је аутор стекао одбраном докторске дисертације

*Доктор наук у области физической культуры*  
Назив факултета/Академије на коме је докторска дисертација одбранјена

Факултет физичког васпитања и спорта у Бањој Луци

Назив докторске дисертације и датум одбране

"Промјене параметара мишићних способности руку и раменог појаса под утицајем тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози код нетренираних особа"

Научна област дисертације према CERIF шифрарнику

Друштвене науке

Имена ментора и чланова комисије за одбрану докторске дисертације

Др Александар Кукрић, предсједник,

Др Александар Недељковић, члан,

Др Ненад Понорац, ментор - члан.

У Бањој Луци, дана

. године

Декан

*Слободан Јовановић*

Изјава 1

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем  
да је докторска дисертација

Наслов рада "Промјене параметара мишићних способности руку и раменог појаса под утицајем тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози код нетренираних особа"

Наслов рада на енглеском језику "Modifications of arms and shoulders muscles strength parameters influenced by resistance training using stable and unstable surfaces with untrained individuals"

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да докторска дисертација, у целини или у дијеловима, није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Бањој Луци, дана 30.08.2018. године

Потпис докторанта



## Изјава 2

### Изјава којом се овлашћује Универзитет у Бањој Луци да докторску дисертацију учини јавно доступном

Овлашћујем Универзитет у Бањој Луци да моју докторску дисертацију под насловом "Промјене параметара мишићних способности руку и раменог појаса под утицајем тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози код нетренираних особа" која је моје ауторско дјело, учини јавно доступном.

Докторску дисертацију са свим прилогима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у дигитални репозиторијум Универзитета у Бањој Луци могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (*Creative Commons*) за коју сам се одлучио/ла.

- Ауторство
- Ауторство – некомерцијално
- Ауторство – некомерцијално – без прераде
- Ауторство – некомерцијално – дијелити под истим условима
- Ауторство – без прераде
- Ауторство – дијелити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Бањој Луци, дана 30.08.2018. године

Потпис докторанта



### Изјава 3

#### Изјава о идентичности штампане и електронске верзије докторске дисертације

Име и презиме аутора      Ненад Рађевић

Наслов рада                    "Промјене параметара мишићних способности руку и раменог појаса под утицајем тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози код нетренираних особа"

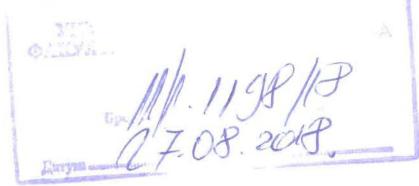
Ментор                        Проф. др Ненад Понорац

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације идентична електронској верзији коју сам предао/ла за дигитални репозиторијум Универзитета у Бањој Луци.

У Бањој Луци, дана 30.08.2018. године

Потпис докторанта





## УВЈЕРЕЊЕ

о проведеном поступку провере оригиналности  
завршних радова студената на II и III циклусу студија  
Универзитета у Бањој Луци

У складу са Правилником о поступку провере оригиналности завршних радова студената на I и II циклусу студија Универзитета у Бањој Луци, а на захтјев ментора, издајемо увјерење о успешној проведеном, горе наведеном поступку, за:

	Научни рад
	Магистарски рад
	Мастер рад
✓	Докторска дисертација
	Остало

Кандидат: Рађевић Ненад. Ментор: Понорац Ненад.

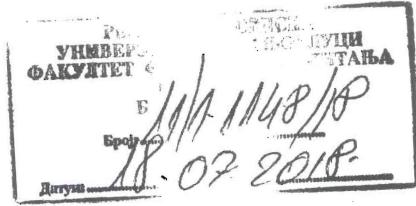
Наслов рада: Промјене параметасра мишићних способности руку и раменог појаса под утицајем тренинга са отпором на стабилној и нестабилној подлози код нетренираних особа.

Извјештај о проведеној провери уз помоћ софтвера за откривање плагијата извршио: Душко Шљивић, библиотекар. Душко Шљивић

ПРОДЕКАН ЗА  
НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИ РАД  
Др Жељко Секулић, доцент

Д.Секулић

Дана, 23.август, 2018 .год., Бања Лука.



Prof. dr Nenad Ponorac, vanredni profesor  
Medicinski fakultet u Banjoj Luci  
065/515-264

Univerzitet u Banjoj Luci  
Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta Banja Luka  
Bulevar vojvode Petra Bojovića 1a  
78 000 Banja Luka

Banja Luka, 17.07.2018. godine

Predmet: Molba za provjeru originalnosti doktorske disertacije, dostavlja se;

Poštovani, obraćam Vam se sa molbom, a na osnovu Pravilnika o postupku provjere originalnosti završnih radova studenata II i III ciklusa studija Univerziteta u Banjoj Luci (član 3), da omogućite provjeru doktorske disertacije/rada kandidata Nenada Rađevića, na temu "**Promjene parametara mišićnih sposobnosti ruku i ramenog pojasa pod uticajem treninga sa otporom na stabilnoj i nestabilnoj podlozi kod netreniranih osoba**".

Unaprijed zahvalan,

Prof. dr Nenad Ponorac

## ТИПОВИ ЛИЦЕНЦИ КРЕАТИВНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ

### Ауторство (CC BY)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дјела, и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

### Ауторство - некомерцијално (CC BY-NC)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дјела и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дјела.

### Ауторство - некомерцијално - без прерада (CC BY-NC-ND)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дјела, без промјена, преобликовања или употребе дјела у свом дијелу, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дјела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дјела.

### Ауторство - некомерцијално - дијелити под истим условима (CC BY-NC-SA)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дијела, и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце, и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дјела и прерада

### Ауторство - без прерада (CC BY-ND)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дјела, без промјена, преобликовања или употребе дјела у свом дјелу, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дјела.

### Ауторство - дијелити под истим условима (CC BY-SA)

Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дјела, и прераде, ако се наведе име аутора, на начин одређен од аутора или даваоца лиценце, и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дјела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.

**Напомена:** Овај текст није саставни дио изјаве аутора.

Више информација на линку: <http://creativecommons.org.rs/>