

Razlike između nekih kinematičkih pokazatelja ruske i američke tehnike dvoručnog zamaha girjom

Pajtak, Hrvoje

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:136986>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-18**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje akademskog naziva: magistar kineziologije)

Hrvoje Pajtak

**RAZLIKE IZMEĐU NEKIH KINEMATIČKIH
POKAZATELJA RUSKE I AMERIČKE TEHNIKE
DVORUČNOG ZAMAHA GIRJOM**

Diplomski rad

Mentor:

doc. dr. sc. Saša Vuk

Zagreb, lipanj, 2020.

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

Mentor:

doc.dr.sc. Saša Vuk

Student:

Hrvoje Pajtak

Zavaljujem doc.dr.sc. Saši Vuku na susretljivosti te odvojenom vremenu i trudu koji je uložio kao mentor ovog rada te me svojim savjetima dodatno poticao i usmjeravao kroz cijelo istraživanje.

Također, zahvaljujem se svojoj obitelji i prijateljima koji su mi tijekom studija i izrade ovog rada bili velika podrška.

Hvala mojoj sestri Jeleni i šogoru Božidaru na beskrajnom strpljenju tokom pisanja ovog rada i ohrabrivanju tokom spremanja ispita.

Ovaj rad posvećujem svojoj majci i ocu bez čije ljubavi, žrtve i usađenih vrijednosti ne bih postao čovjekom kakav sam danas.

Hrvoje

RAZLIKE IZMEĐU NEKIH KINEMATIČKIH POKAZATELJA RUSKE I AMERIČKE TEHNIKE DVORUČNOG ZAMAHA GIRJOM

Sažetak:

Zamah girjom čini tehničku osnovu većine drugih vježbi s girjama, no vrlo često se samostalno koristi u programima za razvoj mišićne jakosti, snage, izdržljivosti kao i aerobne izdržljivosti. Dvije karakteristične tehnike izvedbe zamaha girjom su ruska i američka. Cilj ovog rada bio je utvrditi koja će od ovih tehnika ponuditi veći mehanički izlaz u vidu snage, brzine te količine gibanja uzimajući u obzir utrošak energije i rizik od pojave ozljeda prilikom izvedbe te samim time koja tehnika predstavlja sigurniju varijantu trenažnog operatora za razvoj određenih dimenzija snage te mišićne izdržljivosti. Muška, tjelesno aktivna populacija ($n = 15$) izvela je dvoručni zamah girjom u dva uvjeta: ruskom tehnikom (1) i američkom tehnikom (2). Zamah su u oba uvjeta izvodili s girjom mase 24 kg ($\sim 25\%$ tjelesne mase) te su izveli osam ponavljanja kod kojih se promatrala koncentrična i ekscentrična faza. Rezultati t-testa za zavisne uzorke pokazuju statistički značajnu razliku između uvjeta 1 i 2 u trajanju koncentričnog dijela ciklusa ($p < 0,01$), amplitudi ($p < 0,01$), te količini gibanja u ekscentričnom dijelu pokreta ($p = 0,001$). Tehnike se nisu statistički razlikovale u snazi ($p = 0,681$), odnosno rezultati nam kazuju kako američka tehnika ima veće trajanje, amplitudu i količinu gibanja, no snaga generirana tokom obje tehnike je približno slična. Zaključno, obje tehnike imaju svoje mjesto u treningu kako sportaša tako i rekreativca za razvoj jakosti, snage i mišićne izdržljivosti, no ruska tehnika predstavlja sigurniju alternativu zbog gotovo jednakih benefita koji se postižu na sigurniji način.

Ključne riječi: *swing* girjom, rusko zvono, snaga, mišićna izdržljivost.

DIFFERENCES BETWEEN SOME KINEMATIC PARAMETERS OF RUSSIAN AND AMERICAN STYLE KETTLEBELL SWING

Abstract:

Kettlebell swing makes technical base in majority of kettlebell exercises, but it is often used on its own as a tool in various training programs that develop strength, power, muscular endurance as well as aerobic capacity. Two main styles of this exercise are Russian and American one. Main goal of this paper was to determine which one of these styles offers greater mechanical output in form of power, velocity and momentum when energy expenditure and injury risk are taken into consideration and in addition which style represents the safer variant of training operator for developing certain strength and power qualities along with muscular endurance. Selected population of physically active males ($n = 15$) performed kettlebell swing under two conditions: using Russian (1) and American (2) styles. They performed 8 swings using a 24 kg kettlebell ($\sim 25\%$ bodyweight) during which both the concentric and eccentric phases of the lift were analyzed. Results of t-test for dependent samples show a statistically significant difference between conditions 1 and 2 in duration of concentric portion of the lift ($p < 0,01$), amplitude ($p < 0,01$), as well as momentum during eccentric portion of the lift ($p = 0,001$). There was no statistically significant difference in power variable ($p = 0,681$), i.e. the results indicate that American style has longer cycle duration, amplitude and momentum but power generated during both styles remains similar. In conclusion, both styles have their rightful place in training protocols for developing strength, power and muscular endurance for athletes as well as amateurs but Russian style presents safer alternative because of practically equal benefits which are attained in safer manner.

Key words: kettlebell swing, power, muscular endurance.

SADRŽAJ

1. UVOD	7
2. CILJ RADA I HIPOTEZE.....	8
3. METODE ISTRAŽIVANJA	9
3.1. UZORAK ISPITANIKA	9
3.2. UZORAK VARIJABLI	9
3.3. PROTOKOL MJERENJA	10
3.4. STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA.....	11
4. REZULTATI	12
5. RASPRAVA	15
6. ZAKLJUČAK.....	19
7. LITERATURA	20

1. UVOD

Vježbanje s girjama prisutno je u trenažnom procesu kako sportaša tako i rekreativaca pa čak i vojnih i redarstvenih organizacija širom svijeta (Andersen et al., 2015). Ono je postalo sve popularnije posljednjih godina, a razlog tome je da istodobno može razvijati mišićnu jakost, snagu i izdržljivost kao i aerobnu izdržljivost (Farrar, Mayhew i Koch, 2010). Zamah girjom čini tehničku osnovu većine drugih vježbi girjama, a često se izvodi i samostalno u mnogim programima vježbanja (Frrar et al., 2010).

Postoje dvije tehnike dvoručnog zamaha girjom: ruska i američka. Obje ih karakterizira specifična balistička fleksija, a potom i balistička ekstenzija u zglobu kuka. Naime, nakon početnog izbačaja koji je specifičan u detaljima od osobe do osobe, aktivnom fleksijom u zglobu kuka girja se kroz putanju u obliku luka dovodi u donju poziciju koja je određena sposobnošću održavanja neutralne kralježnice te fleksibilnošću stražnje lože (McGill & Marshall, 2012). Nakon toga, eksplozivnim opružanjem kukova girja se dovodi u krajnju poziciju gdje se dolazi do glavne razlike između ove dvije tehnike. Pokret ruskog zamaha girjom završava kada su ruke u predručenju paralelne s podlogom, dok je krajnja pozicija američkog u uzručenju, okomito na podlogu (Kruszewski et al., 2017). Pokret se odmah zatim ponavlja određeni broj puta.

Radi balističke prirode vježbanja zamaha girjom pri čemu mišići nogu opetovano izvode potencijalno velike količine mehaničkog rada tijekom kratkog vremenskog razdoblja funkcionalnim kretnjama ubrzanja i usporavanja (Brumitt et al., 2010), pored relativno niskih tehničkih zahtjeva i upotrebe relativno laganih opterećenja, ova vježba može biti učinkovita za razvoj snage brzom proizvodnjom sile u donjem dijelu tijela (Lake & Lauder, 2012). Uz to, snaga, koja je generirana tijekom pokreta, omogućava povećanu aktivaciju motoričkih jedinica što može imati povoljan utjecaj na razvoj jakosti (Maulit et al., 2017). Zamah girjom ruskom tehnikom pokazuje kraće vrijeme trajanja i manji vertikalni impuls sile uspoređujući ga sa zamahom američkom tehnikom (Bullock et al., 2017).

Međutim, koliko je nama poznato, niti jedna studija nije provela kinematičku i kinetičku analizu prateći kretanje same girje.

Na temelju dosadašnjih iskustava i onih iz stručne prakse možemo pretpostaviti da ruska i američka tehnika dvoručnog zamaha girjom imaju svoju ulogu u trenažnom procesu kako sportaša tako i rekreativaca. No postavlja se pitanje: u kojoj je tehnici veći mehanički izlaz u vidu snage, brzine te količine gibanja uzimajući u obzir utrošak energije i rizik od pojave

ozljeda prilikom izvedbe te samim time koja tehnika predstavlja sigurniju varijantu trenažnog operatora za razvoj određenih dimenzija snage te mišićne izdržljivosti?

2. CILJ RADA I HIPOTEZE

Cilj rada:

- Primarni cilj rada je utvrditi koja će tehnika zamaha girjom, ruska ili američka, imati veće mehaničke izlaze u vidu brzine, snage i količine gibanja.
- Sekundarni cilj rada je utvrditi koja će tehnika zamaha girjom pružiti veći potencijal za razvoj jakosti, snage i mišićne izdržljivosti.

Hipoteze:

- H₁: Zamah girjom ruskom tehnikom imati će manji mehanički izlaz u vidu snage od zamaha girjom američkom tehnikom.
- H₂: Zamah girjom ruskom tehnikom imati će manji mehanički izlaz u vidu količine gibanja od zamaha američkom tehnikom u obje faze pokreta.
- H₃: Zamah girjom ruskom tehnikom imati će manji mehanički izlaz u vidu vršne i prosječne brzine od zamaha američkom tehnikom u obje faze pokreta.
- H₄: Zamah girjom ruskom tehnikom predstaviti će sigurniju varijantu trenažnog operatora za razvoj snage i mišićne izdržljivosti.

3. METODE ISTRAŽIVANJA

3.1. Uzorak ispitanika

Petnaest ispitanika uzeto je iz populacije zdravih, tjelesno aktivnih muškaraca (dob = $27,5 \pm 4,5$ godina; visina = $185,9 \pm 14,1$ cm; tjelesna masa = $96,1 \pm 11,1$ kg; godine iskustva s izvođenjem vježbe = $3,6 \pm 2,4$ godine). Istraživanje je provedeno tijekom proljeća 2020. godine.

Tjedan dana prije testiranja svaki ispitanik je prošao orijentacijski trening minimalno 72 sata prije mjerenja u kojemu se su se ispravile sve pogreške u izvođenju obje tehnike te da se ispitanici naviknu na masu girje koja bi mogla utjecati na kvalitetu izvedbe pogotovo kod američke tehnike gdje girja dolazi u položaj iznad glave ispitanika.

Svi su se ispitanici suzdržali od bilo kakvog treninga s opterećenjem 72 sata prije istraživanja. Nakon verbalnog upoznavanja s ciljevima i rizicima istraživanja ispitanici su potpisali pismeni pristanak vezan uz njihovo sudjelovanje u eksperimentu. Eksperimentalni protokol potvrđen je od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta u Zagrebu, te je sukladno tome u skladu s Helsinškom deklaracijom. Ispitanici nisu imali zabilježenih ozljeda mišićno-koštanog sustava unatrag 12 mjeseci niti su imali trenutnih mišićno-koštanih oboljenja ili sindroma.

3.2. Uzorak varijabli

Sljedeće varijable promatrane su za potrebe ovog istraživanja u dva uvjeta (ruska tehnika (1) te američka tehnika (2)) prilikom izvođenja dvoručnog zamaha girjom od 24 kg što predstavlja oko 25% njihove tjelesne mase: amplituda svake tehnike izražena u metrima (m), vrijeme koncentrične i ekscentrične faze svake tehnike izraženo u sekundama (s), prosječna te vršna brzina koncentričnog i ekscentričnog dijela pokreta izražena u metrima u sekundi (m/s), vršna i prosječna količina gibanja koncentričnog i ekscentričnog dijela pokreta izražena u kilogramu po metru u sekundi (kgm/s), te prosječna snaga izražena u watima (W).

3.3. Protokol mjerenja

U ovoj studiji korišten je eksperimentalni nacrt unutar ispitanika (1-2/2-1; ponovljena mjerenja) s randomizacijom. Ispitanici su nasumično dodjeljeni u skupine korištenjem funkcije generatora slučajnih brojeva u programu Microsoft Excel (tj. „=RANDO()“). Prva skupina izvodila je dvoručni zamah girjom ruskom tehnikom (uvjet 1), nakon čega je uslijedilo izvođenje dvoručnog zamaha girjom američkom tehnikom (uvjet 2), dok je druga skupina prvo izvodila dvoručni zamah girjom američkom tehnikom (uvjet 2) nakon čega je uslijedilo izvođenje dvoručnog zamaha girjom ruskom tehnikom (uvjet 1).

Nakon zauzimanja početnog položaja ispitanici su izvodili tehnike zamaha girjom čija masa odgovara ~25% njihove tjelesne mase, izvodeći osam ponavljanja maksimalnim intenzitetom.

Kako bi se minimizirala varijacija s obzirom na početno i završno ponavljanje, ta dva ponavljanja nisu ulazila u analizu.

Testiranje se provelo u okviru jednog treninga, a razmak između testiranja svakog uvjeta bio je minimalno pet minuta što je osiguralo da se potencijalni učinci nastali prvim testiranjem nisu prenijeli na rezultate drugog testiranja.

Prije mjerenja ispitanici su prošli kroz standardizirano zagrijavanje koje je sadržavalo trčanje niskog do srednjeg intenziteta sa zadacima u trajanju od pet minuta, vježbe dinamičnog istezanja, nakon čega je slijedilo specifično zagrijavanje izvođenjem dvoručnog zamaha girjom primjenom obje tehnike; dvije serije sa po 10 zamaha girjom ~ 10% mase ispitanika, nakon čega je slijedila testna serija.

Sva ponavljanja bila su zabilježena jednom kamerom postavljenom bočno u odnosu na ispitanika kojom se snimljeni video zatim analizirao u verificiranom softveru *Tracker – video analysis and modeling tool v 5.0.6.* (The open source Physics). U navedenom softveru dobiveni su parametri vršne (v_{max}) i prosječne (v_{avg}) brzine, kinetičke energije (E_{avg}), vršne (p_{max}) i prosječne (p_{avg}) količine gibanja, trajanja (t_{avg}) i prijeđenog puta (L) koncentrične i ekscentrične faze zamaha girjom u obje tehnike. Na temelju prosječne kinetičke energije i

prosječnog vremena tijekom izvođenja koncentrične faze pokreta izračunati je parametar prosječne snage generirane kroz šest ponavljanja ($P_{avg} = E_{avg} / t_{avg}$).

3.4. Statistička analiza podataka

Svi podaci prikupljeni tokom snimanja obrađeni su u programskom paketu STATISTICA, ver 13.4 za Windows. Potom su izračunati osnovni deskriptivni statistički pokazatelji varijabli (aritmetička sredina, standardna devijacija, maksimalna i minimalna vrijednost, raspon, skewness i kurtosis).

T-test za zavisne uzorke korišten je za utvrđivanje postoji li statistički značajna razlika između ruske i američke tehnike u varijablama amplituda, trajanje, vršna i prosječna količina gibanja, vršna i prosječna brzina, te prosječna snaga. Dobivene razlike smatrane su statistički značajnima pri razini pogreške $p < 0,05$.

4. Rezultati

Deskriptivni pokazatelji u vidu aritmetičke sredine, standardne devijacije, minimalne i maksimalne vrijednosti, raspona rezultata, te mjera zakrivljenosti i spljoštenosti distribucija varijabli amplituda, trajanje, brzina, količina gibanja (prosječna i vršna) i prosječna snaga za koncentričnu i ekscentričnu fazu pokreta prikazani su za rusku tehniku u tablici 1, a za američku u tablici 2.

Tablica 1. Deskriptivni pokazatelji varijabli ruske tehnike zamaha girjom (n = 15)

	Varijable	AS	SD	Min	Maks	R	Skewness	Kurtosis
koncentrična faza	Amplituda	1,92	0,192	1,69	2,37	0,68	1,113	0,848
	Trajanje	0,73	0,053	0,65	0,84	0,19	0,758	-0,200
	Vršna brzina	4,71	0,819	2,74	5,98	3,23	-0,544	1,316
	Prosječna brzina	2,41	0,280	2,02	2,91	0,89	0,288	-1,107
	Vršna količina gibanja	116,39	14,969	98,02	143,42	140,68	0,571	-0,682
	Prosječna količina gibanja	57,32	6,252	48,92	69,84	20,92	0,684	-0,552
	Prosječna snaga	126,96	33,91	71,92	200,37	128,46	0,617	0,255
ekscentrična faza	Trajanje	0,86	0,063	0,78	0,99	0,21	0,729	-0,431
	Vršna brzina	5,02	0,589	4,23	6,16	1,93	0,380	-0,965
	Prosječna brzina	2,43	0,213	2,14	2,80	0,65	0,211	-1,286
	Vršna količina gibanja	120,01	14,183	101,46	147,81	46,35	0,474	-0,940
	Prosječna količina gibanja	58,16	5,282	49,86	67,08	17,22	0,097	-1,166

Legenda: AS = aritmetička sredina; SD = standardna devijacija; Min = minimalna vrijednost; Maks = maksimalna vrijednost; R = raspon rezultata; Skewness = zakrivljenost distribucije; Kurtosis = spljoštenost distribucije.

Tablica 2. Deskriptivni pokazatelji varijabli američke tehnike zamaha girjom (n = 15)

	Varijable	AS	SD	Min	Maks	R	Skewness	Kurtosis
koncentrična faza	Amplituda	2,49	0,218	2,15	2,98	0,82	0,482	0,526
	Trajanje	0,89	0,079	0,77	1,03	0,26	0,308	-0,726
	Vršna brzina	5,43	0,701	4,53	6,69	2,16	0,701	-0,725
	Prosječna brzina	2,56	0,217	2,33	3,14	0,81	1,318	2,332
	Vršna količina gibanja	130,28	16,826	108,67	160,48	51,80	0,701	-0,725
	Prosječna količina gibanja	61,51	5,207	55,84	75,37	19,53	1,318	2,332
	Prosječna snaga	125,14	27,34	91,33	199,62	108,29	1,381	2,955
ekscentrična faza	Trajanje	1,05	0,087	0,93	1,21	0,28	0,179	-0,907
	Vršna brzina	5,63	0,729	4,81	7,49	2,68	1,196	1,658
	Prosječna brzina	2,53	0,128	2,37	2,81	0,44	0,625	-0,328
	Vršna količina gibanja	135,02	17,502	115,44	179,76	64,32	1,196	1,658
	Prosječna količina gibanja	60,47	3,171	56,86	67,33	10,47	0,775	-0,352

Legenda: AS = aritmetička sredina; SD = standardna devijacija; Min = minimalna vrijednost; Maks = maksimalna vrijednost; R = raspon rezultata; Skewness = zakrivljenost distribucije; Kurtosis = spljoštenost distribucije.

Rezultati t-testa za zavisne uzorke kojima je utvrđeno postoji li statistički značajna razlika između ruske i američke tehnike u varijablama amplituda, trajanje, vršna i prosječna količina gibanja, vršna i prosječna brzina, te prosječna snaga prikazani su za koncentričnu i ekscentričnu fazu pokreta u tablici 3.

Tablica 3. Rezultati t-testa za koncentričnu fazu i ekscentričnu fazu pokreta (n = 15)

	Varijable	t	p
koncentrična faza	Amplituda	17.334	0.000*
	Trajanje	12.366	0.000*
	Vršna brzina	4.933	0.000*
	Prosječna brzina	3.215	0.006*
	Vršna količina gibanja	5.284	0.000*
	Prosječna količina gibanja	5.209	0.000*
	Prosječna snaga	0.419	0.681

ekscetrična faza	Trajanje	13.946	0.000*
	Vršna brzina	4.024	0.001*
	Prosječna brzina	2.271	0.039*
	Vršna količina gibanja	4.095	0.001*
	Prosječna količina gibanja	2.269	0.040*

Legenda: * = statistički značajno $p < 0,05$.

5. RASPRAVA

Glavni nalaz ovog istraživanja je da je mehanički izlaz u vidu prosječne snage u obje tehnike jednak, čime se odbacuje prva hipoteza. Međutim, količina gibanja te prosječna i vršna brzina veće su kod američke tehnike čime su potvrđene druga i treća hipoteza. Također, potvrđena je i četvrta hipoteza, odnosno, utvrdilo se kako je ruska tehnika sigurnija za izvođenje od američke kada je cilj razvoj snage i mišićne izdržljivosti.

Prije rasprave o glavnim nalazima potrebno je napomenuti da je u ovoj studiji korišten eksperimentalni nacrt unutar ispitanika (ponovljena mjerenja) s randomizacijom gdje su obje tehnike zamaha girjom izvodili isti ispitanici. Ovaj način, odnosno takav eksperimentalni nacrt ima prednost u odnosu metode s paralelnim grupama (Candel, 2012) koja se ogleda u manjem uzorku, većoj statističkoj snazi i uklanjanju osobnih razlika između grupa. Time je ojačana unutarnja valjanost te kontrolirana varijanca osobnih razlika unutar uvjeta čime je eksperimentalna greška smanjena (Candel, 2012).

Unatoč tome, potrebno je navesti i limite studije. Prvo, potrebno je napomenuti kako je kinematička analiza rađena u dvije dimenzije, odnosno, izvedba je snimljena u samo jednoj ravnini. Time su potencijalno izgubljeni neki podaci o eventualnom kretanju girje i u drugim ravninama, no ako uzmemo u obzir da bi se zamah girjom trebao izvoditi isključivo u sagitalnoj ravnini, i da dolazi do manje od dva stupnja bočnog otklona (McGill & Marshall, 2012) možemo pretpostaviti kako je eventualni gubitak informacija minimalan i zanemariv. Drugo, potrebno je napomenuti kako tjelesna masa ispitanika dosta varira (± 11.1 kg) pa ona, u odnosu na masu girje, lakše ispitanike stavlja u nepovoljniji položaj u odnosu na teže ispitanike. I treće, u ovom je istraživanju gledan utjecaj girje samo jedne mase, te se može pretpostaviti kako bi se neki odnosi mijenjali s girjama veće, odnosno manje mase u ovoj populaciji ispitanika. Tome u prilog idu rezultati istraživanja Wesley i Kivija (2017) koji sugeriraju kako se promjenom mase utega kojim se radi značajno utječe na ishode treninga prilikom izvođenja zamaha girjom.

Glavni nalaz ove studije je da ruska i američka tehnika zamaha girjom imaju jednaki mehanički izlaz u vidu snage. Uzimajući u obzir kako se tehnike međusobno statistički značajno razlikuju u trajanju koncentričnog dijela ciklusa (ruska = 0,73 s vs. američka = 0,89 s; $p < 0,01$) i amplitudi pokreta (ruska = 1,92 m vs. američka = 2,49 m; $p < 0,01$), očekivano je bilo da i mehanički izlaz u vidu snage bude u sličnom odnosu, međutim, rezultati ukazuju kako nema razlike (ruska = 126,96 W vs. američka = 125,14 W; $p = 0,681$). Prema tome, čini se kako je svejedno koja se tehnika izvodi. No to baš i nije tako. Vršna količina gibanja, posebice u fazi pokreta kada treba usporiti kretanje girje prema dolje ekscentričnom mišićnom akcijom, statistički se značajno razlikuje među tehnikama (ruska = 120,01 kgm/s vs. američka = 130,28 kgm/s; $p = 0,001$). Kako McGill i Marshall (2012) ukazuju na nesrazmjer kompresijskih i strižnih sila u lumbalnom dijelu leđa prilikom zamaha može se pretpostaviti kako veća količina gibanja predstavlja i veći rizik od ozljeđivanja.

Uspoređujući te odnose s onima prilikom podizanja jednakog tereta na olimpijskoj šipci gdje je kompresijska sila iznosila 7000 N pokazalo se da je zamah girjom usprkos dvostruko manjoj kompresiji zbog veće količine gibanja izazvao pojavu strižnih sila koje su bile toliko snažne da za njih *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) nije imao smjernice vezane uz rizik izvođenja aktivnosti, stoga takav polaritet sila uzrokuje povećano opterećenje diskova, a individualna tolerancija na isto ovisi o povijesti ozljeda, razini kondicijske pripreme te primjenjenom opterećenju prilikom izvedbe vježbe (McGill & Marshall, 2012).

Mitchell i sur. (2015) analizirali su biomehaničke zahtjeve prilikom izvođenja dvoručnog zamaha američkom tehnikom te izvijestili kako prilikom završetka koncentričnog dijela zamaha (nakon 70% izvedenog pokreta) girja stvara kompresijske sile na rameni zglob i njemu pripadajuću muskulaturu, a ne napetost mišića kao što je poželjno. Prisutnost izrazito jake kompresije ukazuje da količina gibanja koja je nastala tijekom izvođenja pokreta, ukoliko nije kontrolirana djelovanjem mišića stabilizatora ramenog zgloba, uzrokuje stvaranje strižnih sila na zglobno tijelo koje značajno uvećavaju rizik od pojave ozljeda. To potvrđuje zaključak u postojećoj literaturi vezanoj uz biodinamiku koja kaže kako su sila i snaga generirane negdje drugdje u tijelu i isključuje alternativu sadašnjoj teoriji kako se sila i snaga primarno generiraju u stražnjem kinetičkom lancu (Knudson, 2009).

Također, potrebno je naglasiti da ukoliko ne postoji dovoljna mobilnost ramenog zgloba prilikom izvedbe američke tehnike, dolazi do kompenzacijskih pokreta, najčešće do

prezaglašene lumbalne lordoze u lumbalnom dijelu leđa (Hulsey et al., 2012). Takav vid kompenzacije stvara mehanizam kompresije prilikom uvijanja kralješnice što je glavni uzrok pojave protruzije diska (Keilman et al., 2017). To bi moglo značiti da osoba koja želi izvoditi američku tehniku zamaha girjom mora imati određene predispozicije, konkretno, mora posjedovati značajno veću razinu tehničke usavršenosti i unutarmišićne koordinacije kako bi sigurno zaustavio girju (Lake & Lauder, 2012). Za razliku od američke tehnike, ruska tehnika ne uključuje dio putanje koji stvara nepoželjnu kompresiju te njena amplituda pruža konstantnu napetost mišićne strukture ramena stoga može pokazati pozitivan utjecaj na razvoj jakosti mišića stabilizatora ramenog zgloba.

U prilog korištenju ruskog zamaha girjom u trenažnom procesu idu i nalazi Jaya i sur. (2011) koji govore kako balistički ciklični trening s visokim vršnim silama znatno smanjuje simptome boli u vratu i ramenima te u predjelu donjeg dijela leđa i tako smanjuje uobičajene simptome boli u mišićno-koštanom tkivu.

Valja spomenuti i rezultate koji pokazuju da američka tehnika ima veći izlaz u vidu vršne i prosječne brzine čime je potvrđena treća hipoteza. Uzevši to u obzir možemo pretpostaviti kako bi američka tehnika zbog veće brzine u ekscentričnom dijelu pokreta, mogla poslužiti kao alat za pripremu mišića stražnje lože i pregibača kuka za uvjete opterećenja koji se javljaju tokom većine sportskih aktivnosti. Tome u prilog ide rad Matthews i Cohena (2013) u kojem se podupire korištenje zamaha girjom, odnosno naglaska na naglo opterećenje u ekscentričnoj fazi pokreta, nakon kojeg slijedi rapidna kontrakcija mišića stražnje lože. Takav vid ciklusa istezanja i skraćivanja mišića ispunjava nekoliko osnovnih principa koji služe u rehabilitaciji i prevenciji ozljeda stražnje lože (Comfort et al., 2009).

Rezultati ovog istraživanja pokazali su kako se zamah girjom američkom tehnikom statistički značajno razlikuje amplitudom (ruska = 1,92 m vs. američka = 2,49 m; $p < 0,05$) i trajanjem te se može pretpostaviti kako bi američka tehnika bila pogodnija za razvoj mišićne izdržljivosti. Bullock i sur. (2017) uspoređivali su neke kinematičke parametre ruske i američke tehnike te zamaha indijskim palicama te su ustanovili čak 34% dulje trajanje ciklusa zamaha američkom tehnikom (američka = 1,92 s vs. ruska = 1,45 s vs. indijska = 1,44 s; $p < 0,001$), a samim time i veće radno opterećenje u usporedbi s ostalim varijantama. Ferrar i sur. (2010) su u svome istraživanju zaključili kako je zamah girjom tijekom protokola gdje se izvodi maksimalni broj dvoručnih zamaha s opterećenjem od 16 kg u vremenskom periodu od 12 minuta, uz proizvoljne stanke (tzv. *man-maker* protokol) pružio zadovoljavajuće uvjete za

povećanje VO_{2max} kod deset studenata koji prethodno nisu imali iskustva u vježbanju s girjom. Također, pokazali su kako je vježbanje s girjom učinkovitije od kružnog treninga s utezima gledajući metaboličke zahtjeve (otprilike 30 – 47% VO_{2max} i 62-76% FS_{max} vs. kružni trening s utezima). Tome u prilog ide i istraživanje provedeno nad pripadnicama nogometnog sastava I. divizije sveučilišne sportske lige koje je pokazalo kako je trening grupe koja je koristila girje povećao oksidativni kapacitet mišića povećanjem VO_{2max} bez gubitka tjelesne mase nasuprot grupi koja je izvodila sprinteve, vježbe sa slobodnim utezima te vježbe vlastitim tijelom (Falatic et al., 2015). Tijekom izvedbe dvoručnog zamaha girjom duljeg trajanja prosječan broj otkucaja srca bio je statistički značajno viši od prosječnog postotka VO_{2max} ($p < 0.001$) nego prilikom provedbe kružnog treninga s utezima (Falatic et al., 2015).

6. ZAKLJUČAK

Dvoručni zamah girjom pronašao je svoje mjesto u fitnes industriji i „arsenalu“ kondicijskih trenera kao vježba koja zbog svoje balističke prirode predstavlja važan alat u razvoju eksplozivne jakosti, snage i mišićne izdržljivosti.

Ruska i američka tehnika nude jedinstvene mogućnosti treninga kao što su brzi ciklusi kontrakcija i opuštanja mišića čime se naglašava razvoj jakosti i snage stražnjeg kinetičkog lanca te mišića opružaća kuka. Uz to, ove tehnike pružaju značajan stimulus na mišiće stabilizatore trupa koji održavaju njegov integritet te prirodnu zakrvljenost kralježnice. Duljina trajanja i amplituda američke tehnike čine ju potencijalno dobrim alatom za razvoj mišićne izdržljivosti. Međutim, potencijalno veliki omjer strižnih sila i kompresije na lumbalnoj kralježnici koji je stvoren tijekom izvođenja vježbe američkom tehnikom sugerira kako takav trening može biti kontraindiciran za osobe s bolnim simptomima lumbalnog dijela leđa. Stoga se tim osobama preporuča korištenje ruske tehnike jer dobrobiti su gotovo jednake američkoj, a postižu se na sigurniji način.

Iz svega navedenog vidljivo je kako obje tehnike imaju svoje specifičnosti te se preporuča korištenje ruske tehnike zamaha girjom kada je cilj treninga razvoj snage, dok se američka tehnika zamaha girjom preporuča u slučaju kada je cilj treninga razvoj mišićne izdržljivosti, pod uvjetom da su zadovoljeni svi preduvjeti kvalitetnog izvođenja obje tehnike.

7. LITERATURA

- Andersen, V, Fimland, MS, Gunnarskog, A, Junga° rd, G-A, Sla° ttland, R-A, Vraalsen, ØF, and Saeterbakken, A. (2015). Core Muscle Activation in 1-Armed and 2-Armed Kettlebell Swing. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Brumitt, J., En Gilpin, H., Brunette, M., & Meira, E. P. (2010). Incorporating kettlebells into a lower extremity sports rehabilitation program. *North American Journal of Sports Physical Therapy : NAJSPT*, 5(4), 257–265.
- Bullock, G. S., Schmitt, A. C., Shutt, J. M., Cook, G., & Butler, R. J. (2017). Kinematic and kinetic variables differ between kettlebell swing styles. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(3), 324–332.
- Candel, M. J. J. M. (2012). Parallel, AA/BB, AB/BA and Balaam’s design: Efficient and maximin choices when testing the treatment effect in a mixed effects linear regression. *Pharmaceutical Statistics*, 11(2), 97–106. <https://doi.org/10.1002/pst.502>
- Comfort, P., Green, C. M., & Matthews, M. (2009). Training considerations after hamstring injury in athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 31(1), 68–74. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318195d225>
- Falatic, J. A., Plato, P. A., Holder, C., Finch, D., Han, K., & Cisar, C. J. (2015). Effects of Kettlebell Training on Aerobic Capacity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1943–1947. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000845>
- Frrar, R. E., Mayhew, J. L., & Koch, A. J. (2010). Oxygen cost of kettlebell swings. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 3. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d15516>
- Hulsey, C. R., Soto, D. T., Koch, A. J., & Mayhew, J. L. (2012). Comparison Of Kettlebell Swings And Treadmill Running At Equivalent Rating of Percieved Exertion Values. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1203–1207. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182510629>
- Jay, K., Frisch, D., Hansen, K., Zebis, M. K., Andersen, C. H., Mortensen, O. S., & Andersen, L. L. (2011). Kettlebell training for musculoskeletal and cardiovascular health: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 37(3), 196–203. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3136>
- Keilman, B. M., Hanney, W. J., Kolber, M. J., Pabian, P. S., Salamh, P. A., Rothschild, C. E., & Liu, X. (2017). The short-term effect of kettlebell swings on lumbopelvic pressure pain thresholds: A randomized controlled trial. In *Journal of Strength and Conditioning*

- Research* (Vol. 31, Issue 11). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001743>
- Knudson, D. V. (2009). Correcting the use of the term “Power” in strength and conditioning literature. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1902–1908.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b7f5e5>
- Kruszewski, M., Kruszewski, A., Kuźmicki, S., Korczak, R., Tabęcki, R., Landowski, K., & Sitek, P. (2017). The effectiveness of kettlebell exercises in the aspects of special efficiency training in American football. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 9(3), 53–62. <https://doi.org/10.29359/bjhpa.09.3.05>
- Lake, J. P., & Lauder, M. A. (2012). Mechanical demands of kettlebell swing exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 8.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182474280>
- Matthews, M., & Cohen, D. (2013). The modified kettlebell swing. *Strength and Conditioning Journal*, 35(1), 79–81. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31826993c5>
- Maulit, M. R., Archer, D. C., Leyva, W. D., Munger, C. N., Wong, M. A., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Galpin, A. J. (2017). Effects of Kettlebell Swing vs. Explosive Deadlift Training on Strength and Power. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.7575//aiac.ijkss.v.5n.1p.1>
- McGill, S. M., & Marshall, L. W. (2012). Kettlebell swing, snatch, and bottoms-up carry: Back and hip muscle activation, motion, and low back loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 16–27. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823a4063>
- Mitchell, J., Johnson, W. M., Riemann, B., Krajewski, K., & Coates, C. W. (2015). Biomechanical loading of the American kettlebell swing. *Biomechanical Loading of the Kettlebell Swing, 3–2015*, 1–17. <https://doi.org/10.1115/IMECE2015-52072>
- Wesley, C., & Kivi, D. (2017). The Effects of Kettlebell Mass and Swing Cadence on Heart Rate , Blood Lactate , and Rating of Perceived Exertion during an Interval Training Protocol. *International Journal of Sports Science*, 7(3), 122–127.
<https://doi.org/10.5923/j.sports.20170703.05>