

# Utjecaj gurtne i magnezija na izvedbu i broj ponavljanja mrtvog dizanja kod vrhunskih powerliftera

---

**Damjan, Bruno**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*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:117:956533>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-05**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(Studij za stjecanje akademskog naziva: magistar kineziologije)

**Bruno Damjan**

**UTJECAJ GURTNI I MAGNEZIJA NA  
IZVEDBU I BROJ PONA VLJANJA MRTVOG  
DIZANJA KOD VRHUNSKIH POWERLIFTERA**

diplomski rad

**Mentor:**

**doc. dr. sc. Saša Vuk**

Zagreb, srpanj 2019.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena 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:  
Bruno Damjan

---

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

*Velike zahvale svim powerlifterima iz PLK Pozoj i PLK Štanga koji su odvojili svoje vrijeme za istraživanje te sjajno obavili svoj dio posla.*

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

*Bruno*

## UTJECAJ GURTNI I MAGNEZIJA NA IZVEDBU I BROJ PONAVLJANJA MRTVOG DIZANJA KOD VRHUNSKIH POWERLIFTERA

### **Sažetak:**

Cilj ovog rada bio je utvrditi mogu li i u kojoj mjeri ergogena pomagala omogućiti bolje rezultate pri izvedbi i broju ponavljanja u mrtvom dizanju, odnosno ima li razlike i u kojoj mjeri u tri uvjeta dizanja. Selekcionirana populacija vrhunskih powerliftera ( $n=8$ ) izvodila je mrtvo dizanje u tri uvjeta: samo šipka (1), magnezij (2) te gurtne (3). Dizanja su u sva tri uvjeta izvodili s 85% od 1RM-a te su izveli maksimalan broj ponavljanja do mišićnog otkaza. Rezultati MANOVA-e i Tukey post-hoc testa pokazuju statistički značajnu razliku ( $p = 0,01$ ) između uvjeta 1 i 2 u broju ponavljanja te statistički značajnu razliku ( $p = 0,04$ ) između uvjeta 2 i 3 u varijabli vršne brzine, odnosno rezultati nam kazuju da se korištenjem magnezija za 102% povećava broj ponavljanja u odnosu na dizanje samo sa šipkom. Također, korištenjem magnezija za gotovo 60% se povećava vršna brzina u odnosu na korištenje gurtne kod dizanja. Zaključno, korištenje krede dalo je najbolje rezultate u broju ponavljanja i izvedbi mrtvog dizanja što može biti vrlo važno u povećanju ukupnog rada. Statistički značajna razlika korištenjem gurtne nije se javila ni u jednoj varijabli, ali moramo kazati kako postoji limitirajući faktor, a to je selekcionirana i specifična populacija powerliftera. Pretpostavka je da bi kod ne selekcionirane populacije gurtne statistički značajno utjecale na većinu varijabli.

**Ključne riječi:** mrtvo dizanje, ergogena pomagala, powerlifteri, gurtne, magnezij.

## **INFLUENCE OF CHALK AND LIFTING STRAPS ON REPETITION NUMBER AND PERFORMANCE IN DEADLIFT OF TOP LEVEL POWERLIFTERS**

### **Abstract:**

The goal of this paper was to prove whether ergogenic aids could give better results in the performance and the number of repetitions in deadlift, i.e. whether there are differences and to what extent in the three lifting conditions. Selected population of top level powerlifters (n=8) performed a deadlift in three conditions: only the bar (1), the chalk (2) and the lifting straps (3). Lifts were made in all three conditions with 85% of 1 RM and they performed the maximum number of repetitions until the muscle failure. The results of MANOVA method and Tukey post-hoc test show a statistically significant difference ( $p = 0,01$ ) between the conditions 1 and 2 in the number of repetitions and a statistically significant difference ( $p = 0,04$ ) between conditions 2 and 3 in the peak speed variables, i.e. the results indicate that the use of chalk increases the number of repetitions compared to the lift only with the bar by 102%. Also, the use of chalk increases the peak speed compared to the use of lifting straps by 60%. In conclusion, chalk has given the best results in the number of repetitions and the performance of deadlift which can be very important in increasing the overall work. A statistically significant difference in the use of lifting straps has not occurred in any variable, but there is a limiting factor which is the selected and specific powerlifter population. The assumption is that in non-selected populations, the lifting straps would have a statistically significant influence on most variables.

**Key words:** deadlift, ergogenic aids, powerlifters, lifting straps, chalk.

## Sadržaj

<b>1. Uvod.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Cilj rada i hipoteze .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Metode istraživanja .....</b>	<b>11</b>
3.1. Uzorak ispitanika .....	11
3.2. Uzorak varijabli .....	11
3.3. Opis protokola istraživanja.....	12
3.4. Metode obrade podataka .....	17
<b>4. Rezultati .....</b>	<b>18</b>
<b>5. Rasprava .....</b>	<b>20</b>
<b>6. Zaključak .....</b>	<b>23</b>
<b>7. Literatura.....</b>	<b>24</b>

## 1. Uvod

Mrtvo dizanje kao temeljno kineziološko motoričko znanje, nalazi svoje korijene u biotičkim motoričkim znanjima za svladavanje otpora, gdje se otpor svladava primjenom motoričkog znanja dizanja (Sekulić i Metikoš, 2007). Ako se poštuju određeni principi mrtvog dizanja, ova vježba angažira oko 85% mišićne mase (Zatsiorsky i Kraemer, 2011). Osim benefita u okvirima mišića, mrtvo dizanje vrlo vješto balansira biomehaničke parametre te na taj način u vrlo visokom postotku djeluje kao preventivna vježba koja gotovo potpuno prevenira moguće ozljede (Hales, 2010). Mnogi znanstvenici i treneri zamjećuju da pri izvedbi mrtvog dizanja dolazi do umora mišića podlaktice i nedostatka jakosti u hvatu (Coswig, Machado Freitas, Gentil, Fukuda, i Del Vecchio, 2015). Te dvije činjenice mogu predstavljati veliki problem u treningu, pogotovo ako se radi o treningu jakosti koji se realizira prvi velikim apsolutnim opterećenjima. Kada definiramo jakost, Milanović (2013) navodi: „Jakost (statična ili dinamična) je najveća voljna mišićna sila koju sportaš može proizvesti u dinamičnom ili statičnom režimu mišićnog rada prilikom, primjerice, dizanja utega velikih težina (1RM; dinamična jakost) ili pokušaja dizanja utega koje sportaš ne može pokrenuti statična jakost“ (str.342.). Upravo to ukazuje na potrebu anuliranja umora mišića podlaktice i jačine hvata, što implicira uporabu ergogenih pomagala.

Ergogena pomagala podrazumijevaju sve vanjske čimbenike koje koristimo za povećanje, odnosno poboljšanje sportske izvedbe ili za izbjegavanje negativnih učinaka (Porrini i Del Bo, 2016). Najčešća ergogena pomagala koja se koriste kod izvedbe mrtvog dizanja su magnezij (kreda) i fitness gurtne. Fitness gurtne predstavljaju platnene trake koje se omotaju oko ručnog zgloba i šipke stvarajući tako snažnu vezu između njih (Church, Allen i Allen, 2016). Najčešću primjenu fitness gurtne u praksi nalazimo kod vježbi u kojima je vanjsko opterećenje toliko veliko da ga ciljani mišići mogu savladati, ali je hvat preslab (Schwarzenegger i Dobbins, 2012). Magnezij je najpoznatije i najčešće korišteno ergogeno pomagalo koje se koristi kao sredstvo koje isušuje i povećava trenje između dizačevih ruku i šipke (Church i sur., 2016). Veća razina trenja dovodi do poboljšane izvedbe mrtvog dizanja. Magnezij koji se najčešće koristi kod dizanja je tradicionalni magnezijev karbonat koji se kupuje u kockama te se onda lako mrviti i dobiva se fini prah (Church i sur., 2016)



Nedvojbeno je da su magnezij i gurtne vrlo korisna ergogena pomagala koja kod određene populacije vješto pospješuju trening jakosti. Stručna i populistička literatura ističe benefite njihove primjene, dok su znanstvena istraživanja u tom području i dalje deficitarna.

Temeljem dosadašnjih znanstvenih istraživanja vezanih uz uporabu magnezija, vidljivi su različiti pristupi. Primjerice, kod dizanja utega nije dokazana potreba za korištenjem magnezija, dok je njena uporaba u penjanju neosporna. Naime, u laboratorijskom istraživanju (Carré, Tomlinson, Collins, i Lewis, 2012) ispitana je korelacija trenja kamena i vrhova prstiju uz korištenje magnezija. Zanimljiva je činjenica da je dokazano smanjenje trenja uporabom magnezija, dok s druge strane pojedina istraživanja ukazuju na učinkovitost magnezija, odnosno povećanje trenja. Također, preporuča se korištenje magnezija kao sredstvo za sušenje, pri čemu je potrebno ukloniti višak magnezija koja zaostaje nakon upijanja znoja i sušenja prstiju. Međutim, rezultati istraživanja Amca, Vigouroux, Aritana i Bertona, (2012) u kojem je sudjelovalo 11 iskusnih penjača, koji su izvršili 42 praktična testa držeći se za ručku na specijalno dizajniranoj ploči koja mjeri koeficijent trenja, pokazali su da postoji značajan pozitivan efekt magnezija na koeficijent trenja.

Proučavanje uporabe gurtne dovelo je do spoznaje da one značajno povećavaju čvrstoću hvata budući da kombiniraju mišićnu silu i trenje (Church i sur., 2016). Tako su Coswig i suradnici (2015) zaključili su da upotreba traka izravno utječe na izvedbu kod vježbi koje zahtijevaju čvrst hvat, čime se automatski povećava količina rada kojega obavljaju ciljani mišići. Međutim, rezultati istraživanja u, kojemu se proučavao utjecaj gurtne na broj ponavljanja i mišićnu aktivaciju pri izvođenju vježbe povlačenje na prsa na lat-trenažeru (Valério i sur., 2019) te u kojem je sudjelovalo 12 treniranih ispitanika, pokazali su da ne postoji razlika između broja ponavljanja u serijama koje su odrađene sa ili bez gurtne. Također, zaključeno je da korištenje gurtne nema statistički značajnu razliku ni u ukupnom broju ponavljanja kao ni u mišićnoj aktivaciji.

Ipak, istraživanje Stoppania i sur. (2008) koje je provedeno na treniranim bodybuilderima zaključuje da uz značajno povećanje čvrstoće hvata, primjena gurtne povećava broj ponavljanja u vježbama gdje se izvodi pokret povlačenja.

Iako su rezultati istraživanja kontradiktorni, stručni i populistički radovi pružaju neke indicije koja potvrđuju prednosti korištenja ergogenih pomagala, međutim, nedostaju znanstvena istraživanja kojima bi se ona mogla generalizirati. Na temelju iskustava i stručne prakse možemo pretpostaviti da će powerlifterima i magnezij i gurtne omogućiti lakšu izvedbu, odnosno donijeti bolje rezultate u većini varijabli, nego dizanje bez ergogenih pomagala, odnosno korištenjem samo šipke. Međutim, nije poznato u kojoj mjeri te postoje li razlike među njima. Stoga se postavlja pitanje koja pomagala i koliko mogu poboljšati izvedbu.

U ovom će se istraživanju rješavati upravo ti problemi. Prije svega potrebno je utvrditi 1) pruža li korištenje ergogenih sredstava (magnezij i gurtne) prednost nad izvedbom bez njihovog korištenja; i 2) koje ergogeno sredstvo (magnezij i gurtne) daje bolje prednosti.

## 2. Cilj rada i hipoteze

Opći cilj ovog istraživanja je utvrditi utječe li i u kojoj mjeri korištenje magnezija, odnosno gurtne na broj ponavljanja, vršnu i prosječnu brzinu, te vršnu i prosječnu snagu prilikom izvedbe mrtvog dizanja kod vrhunskih powerliftera.

Tri su specifična cilja ovog rada: 1) istražiti utjecaj ergogenih pomagala na izvedbu mrtvog dizanja u vidu maksimalnog broja ponavljanja s 85% 1RM kod vrhunskih powerliftera; 2) utvrditi utjecaj ergogenih pomagala na brzinu izvedbe mrtvog dizanja kod vrhunskih powerliftera; i 3) istražiti utjecaj ergogenih pomagala na maksimalni mehanički izlaz snage kod vrhunskih powerliftera.

### HIPOTEZE

Istraživačke hipoteze vezane uz ciljeve glase:

H-1: powerlifteri će izvesti manji broj ponavljanja bez korištenja ikakvih ergogenih pomagala, odnosno, veći broj ponavljanja koristeći magnezij u odnosu na korištenje gurtne pri izvedbi maksimalnog broja ponavljanja vježbe mrtvog dizanja s opterećenjem 85% 1RM.

H-2: powerlifteri će izvesti ponavljanja manjom brzinom bez korištenja ikakvih ergogenih pomagala, odnosno, većom brzinom koristeći magnezij u odnosu na korištenje gurtne pri izvedbi vježbe mrtvog dizanja s opterećenjem 85% 1RM.

H-3: powerlifteri će imati jednak mehanički izlaz prosječne i vršne snage bez obzira koje ergogeno sredstvo koristili ili bez korištenja ikakvih ergogenih pomagala pri izvedbi maksimalnog broja ponavljanja vježbe mrtvog dizanja s opterećenjem 85% 1RM.

## **3. Metode istraživanja**

### **3.1. Uzorak ispitanika**

Uzorak ispitanika sastavljen je od osam profesionalnih natjecatelja u powerliftingu muškog spola, od kojih je pet državnih prvaka i tri viceprvaka u svojoj kategoriji (dob:  $26,13 \pm 7,3$  godina; tjelesna visina:  $181,7 \pm 19,7$  cm; tjelesna masa:  $95,0 \pm 15,4$  kg; trenažno iskustvo:  $6,13 \pm 3,5$  godina). Istraživanje je provedeno tijekom proljeća 2019. godine.

Ispitanici su prosječno trenirali četiri puta tjedno, nisu imali nikakve ozljede te za vrijeme provođenja testiranja nisu sudjelovali u dodatnoj tjelesnoj aktivnosti osim za potrebe istraživanja. Istraživanje je provedeno u skladu s Helsinškom deklaracijom te odobreno od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Svi sudionici bili su upoznati s predmetom i ciljem istraživanja, dobrobitima kao i mogućim posljedicama istraživanja, te su dali pismenu suglasnost za sudjelovanje.

### **3.2. Uzorak varijabli**

Za potrebe ovog istraživanja promatrane su sljedeće varijable u tri uvjeta (samo sa šipkom (1), korištenjem magnezija (2), te korištenjem gurni (3)) prilikom izvođenja mrtvog dizanja s 85% 1RM: broj ponavljanja, vršna i prosječna brzina koncentričnog dijela pokreta izražena u metrima u sekundi (m/s) te mehanički izlazi vršne i prosječne snage izražen u vatima (W). Kao referentno ponavljanje uzeto je ono u kojem je proizveden najveći izlaz snage.

### 3.3. Protokol mjerenja

Ispitanici su proveli testiranje u četiri navrata: (1) utvrđivanje jednog maksimalnog ponavljanja; (2) nakon tjedan dana testiranje prvog uvjeta; (3) nakon tjedan dana testiranje drugog uvjeta; (4) nakon tjedan dana testiranje trećeg uvjeta.

Ova studija koristila je eksperimentalni nacrt unutar ispitanika (123 / 231 / 312; ponovljena mjerenja) s randomizacijom. Ispitanici su pomoću funkcije generatora slučajnih brojeva u Microsoft Excelu (tj. „= RAND()“) nasumično dodijeljeni u skupinu koja prvo izvodi zadatak bez pomagala (uvjet 1; Slika 1), nakon čega slijedi izvođenje zadatka korištenjem magnezija (uvjet 2; Slika 3), te nakon toga izvođenje zadatka korištenjem gurtne (uvjet 3; Slika 5); ili u skupinu koja prvo izvodi uvjet 2, nakon čega slijedi izvođenje uvjeta 3 pa 1; odnosno u skupinu koja prvo izvodi uvjet 3, nakon čega uvjet 1 pa 2.

Utvrđivanje jednog maksimalnog ponavljanja (1RM) provedeno je na službenom državnom natjecanju u powerliftingu (2019. godine). Zatim se izračunalo 85% od 1RM-a za svakog ispitanika posebno što je predstavljalo težinu utega koju su ispitanici morali savladavati tijekom izvođenja zadatka. Uputa ispitaniku odnosila se na izvođenje maksimalnog broja ponavljanja ispravnom tehnikom, odnosno tehnikom dizanja koju ispitanik izvodi na natjecanju i s kojom je postignut 1RM. Kada su korištene, gurtne su postavljene na ispitanikove zglobove obje šake i čvrsto su se omotale oko šipke osiguravajući čvrst i stabilan hvat (Shimano i sur., 2006).

Dozvoljene su dvije tehnike izvedbe, sumo mrtvo dizanje ili mrtvo dizanje klasičnim načinom, ovisno o preferenciji ispitanika. Brojala su se samo ispravna ponavljanja, odnosno, ponavljanja s punim opsegom pokreta, ili do otkaza hvata.

Testiranje uvjeta se provelo kroz tri uzastopna tjedna, svaki puta na isti dan i u isto vrijeme, uz identičan raspored treninga i odmora kako bi se eventualni vanjski utjecaji na rezultate minimizirali. Vremenski razmak između pojedinih testiranja je bio sedam dana što je dovoljno dugo da se potencijalni učinak testiranja prvog uvjeta nije prenio na rezultate testiranja drugog uvjeta (Reed, 2003).

Prije svakog mjerenja ispitanici su prošli kroz standardizirano zagrijavanje koje je sadržavalo lagano trčanje u trajanju od tri minute te opće pripremne vježbe, nakon čega je slijedilo specifično zagrijavanje vježbom mrtvog dizanja s različitim opterećenjima. Konkretno, 10 ponavljanja s 30% od 1RM-a, 6 ponavljanja s 50% od 1RM-a, 3 ponavljanja sa 70% od 1RM-a te 1 ponavljanje s 80% od 1RM-a, nakon čega je slijedila testna serija.

Svako ponavljanje zabilježeno je s dvije kamere u frontalnoj i sagitalnoj ravnini s ciljem video analize u softveru *Tracker - video analysis and modeling tool* (The Open Source Physics). U navedenom softveru dobiveni su parametri vršne ( $v_{\max}$ ) i prosječne brzine ( $v_{\text{avg}}$ ) (kretanja šipke u frontalnoj ravnini) na temelju kojih su uz pomoć savladane težine ( $F$ ) izračunati parametri vršne ( $P_{\max} = F \cdot v_{\max}$ ) i prosječne snage ( $P_{\text{avg}} = F \cdot v_{\text{avg}}$ ) (Slika 4).



**Slika 1.** Prikaz pripreme za mrtvo dizanje bez ergogenih pomagala, samo sa šipkom, (uvjet 1).  
(iz vlastite arhive autora)



*Slika 2. Prikaz mrtvog dizanja bez ergogenih pomagala, samo sa šipkom, (uvjet 1). (iz vlastite arhive autora)*



*Slika 3. Prikaz pripreme za mrtvo dizanje korištenjem magnezija (uvjet 2). (iz vlastite arhive autora)*



*Slika 4. Prikaz mrtvog dizanja korištenjem magnezija (uvjet 2). (iz vlastite arhive autora)*

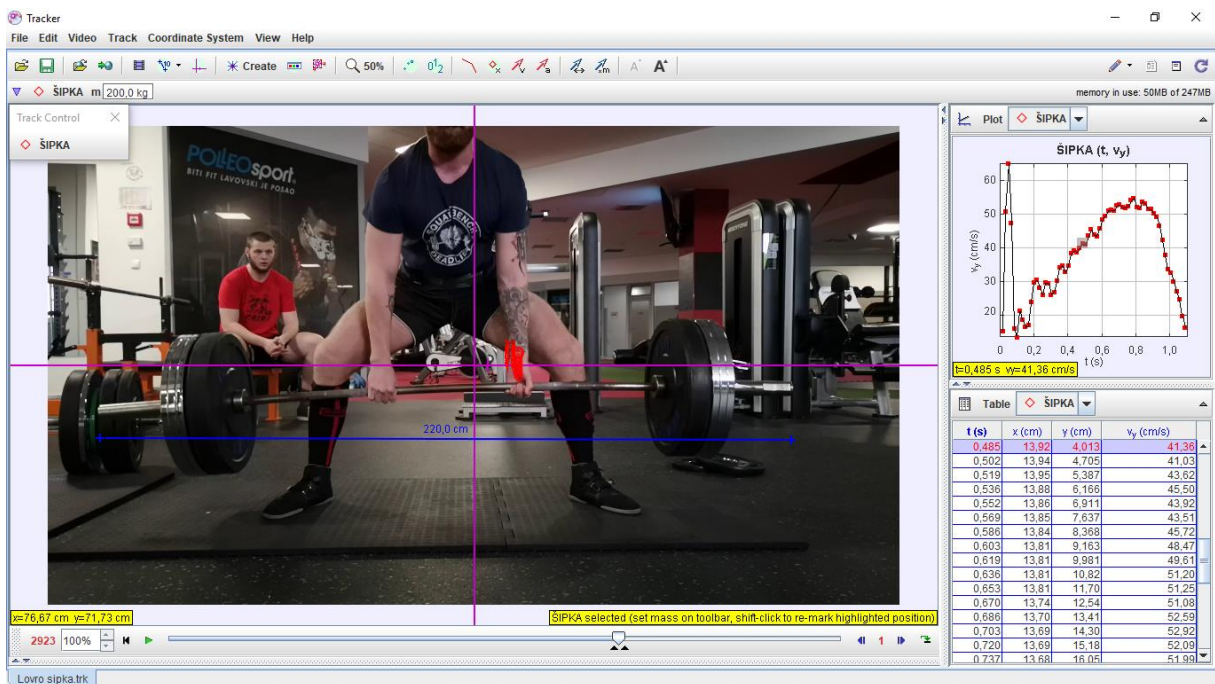


*Slika 5. Prikaz pripreme za mrtvo dizanje korištenjem gurtne (uvjet 3). (iz vlastite arhive autora)*





Slika 6. Prikaz mrtvog dizanja korištenjem gurni (uvjet 3). (iz vlastite arhive autora)



Slika 7. Prikaz obrade podataka u softveru Tracker. (iz vlastite arhive autora)

### 3.4. Metode obrade podataka

Prikupljeni podaci obrađeni su pomoću programskog paketa STATISTICA, ver 13.4 za Windows. Za potrebe testiranja normalnosti distribucija u svim promatranim varijablama koristio se Shapiro-Wilk test. Izračunati su osnovni deskriptivni statistički pokazatelji varijabli (aritmetička sredina i standardna devijacija). Kako bi se stekao uvid u značajnost razlike između tri uvjeta izvođenja mrtvog dizanja korištena je metoda MANOVA-e i Tukey post-hoc test da bi se utvrdila razlika između svakog uvjeta izvođenja u zasebno promatranim varijablama. Dobiveni rezultati smatrani su statistički značajnima pri razini pogreške  $p < 0,05$ .

Veličina učinka izračunata je formulom:

$$ES = (AS_{\text{jedan uvjet}} - AS_{\text{drugi uvjet}}) / SD_{\text{drugi uvjet}}$$

gdje ES predstavlja veličinu učinka,  $AS_{\text{jedan uvjet}}$  predstavlja aritmetičku sredinu mrtvog dizanja izvedenih uvjetom koje je imalo veći broj ponavljanja, te  $AS_{\text{drugi uvjet}}$  predstavlja aritmetičku sredinu izvedenih dizanja s manjim brojem ponavljanja.  $SD_{\text{drugi uvjet}}$  predstavlja standardnu devijaciju izvedenih dizanja s manjim brojem ponavljanja.

## 4. Rezultati

Rezultati u tablici 1. prikazuju statističku značajnost razlika između tri proučavana uvjeta izvođenja mrtvog dizanja ( $F = 2,47$ ;  $p = 0,02$ ).

**Tablica 1.** Rezultati MANOVA-e za tri uvjeta izvođenja mrtvog dizanja.

	Test	Vrijednost lambde	F	p
kriterij	Wilks	0,34	2,47	0,02*

\* razina značajnosti  $p < 0,05$

U tablici 2. prikazani su osnovni deskriptivni statistički pokazatelji promatranih varijabli u tri uvjeta izvođenja mrtvog dizanja. Također, prikazani su rezultati univarijatne analize varijance temeljem koje je utvrđena statistički značajna razlika u broju ponavljanja ( $p = 0,01$ ) i u vršnoj brzini ( $p = 0,04$ ).

**Tablica 2.** Osnovni deskriptivni parametri i MANOVA za svaku pojedinu varijablu (uvjeti: 1 - šipka, 2 - magnezij, 3 - gurtne).

Varijable	1 AS±SD	2 AS±SD	3 AS±SD	F	p
Br.pon.	4,88±2,85	9,88±1,96	7,00±4,14	5,09	0,01*
$V_{max}$	0,70±0,11	0,82±0,11	0,64±0,18	3,46	0,04*
$V_{avg}$	0,46±0,10	0,46±0,08	0,41±0,13	0,55	0,58
$P_{max}$	1217,24±274,60	1425,98±298,93	1104,48±351,29	2,22	0,13
$P_{avg}$	798,29±204,79	802,33±156,38	713,31±254,62	0,46	0,64

\* razina značajnosti  $p < 0,05$ ; Br.pon. – broj ponavljanja;  $V_{max}$  – vršna brzina;  $V_{avg}$  – prosječna brzina;  $P_{max}$  – vršna snaga;  $P_{avg}$  – prosječna snaga

Post-hoc analiza rezultata pokazuje kako se broj ponavljanja statistički značajno razlikuje između uvjeta 1 i 2 ( $p = 0,01$ ). Također, iz tablice 3. vidljivo je da postoji statistički značajna razlika između 2. i 3. uvjeta izvođenja mrtvog dizanja ( $p = 0,04$ ). U ostalim varijablama nije utvrđena razlika između pojedinih načina izvođenja zadatka.

**Tablica 3.** Rezultati Tukey post-hoc testa za sve promatrane varijable u tri različita uvjeta izvođenja mrtvog dizanja (uvjeti: 1- šipka, 2 - magnezij, 3 - gurtne).

<b>Broj ponavljanja</b>			
UVJET	1	2	3
1		0,01*	0,38
2	0,01*		0,18
3	0,38	0,18	
<b>Vršna brzina</b>			
UVJET	1	2	3
1		0,22	0,66
2	0,22		0,04*
3	0,66	0,04*	
<b>Prosječna brzina</b>			
UVJET	1	2	3
1		1,00	0,66
2	1,00		0,62
3	0,66	0,62	
<b>Vršna snaga</b>			
UVJET	1	2	3
1		0,39	0,75
2	0,39		0,12
3	0,75	0,12	
<b>Prosječna snaga</b>			
UVJET	1	2	3
1		1,00	0,70
2	1,00		0,68
3	0,70	0,68	

\* razina značajnosti  $p < 0,05$

Veličina učinka u broju ponavljanja između uvjeta šipke i krede iznosi  $ES_{12} = 1,75$ ; između šipke i gutni  $ES_{13} = 0,74$ ; te između krede i gurtne iznosi  $ES_{23} = 0,70$ .

## 5. Rasprava

Glavni nalaz ovog rada pokazuje značajno veći broj izvedenih ponavljanja mrtvog dizanja korištenjem magnezija u odnosu na ne korištenje ergogenih pomagala, te značajno veću vršnu brzinu korištenjem magnezija u odnosu na korištenje gurtne. U ostalim varijablama, vršna i prosječna snaga te prosječna brzina, nije dobivena statistički značajna razlika između uvjeta.

Potrebno je napomenuti da se u ovom istraživanju koristio eksperimentalni nacrt unutar ispitanika (123 / 231 /312; ponovljena mjerenja) s randomizacijom. U sva tri eksperimentalna uvjeta bili su uključeni isti ispitanici. Ovaj način, odnosno takva vrsta statističke metode ima prednosti u odnosu na metode s paralelnim grupama (Candel, 2012). Prednosti koje nam pruža takva vrsta metode jesu: reducira efektiv uzorka, pruža veću statističku snagu, uklanja osobne razlike iz međugrupnog razlikovanja. Time se osnažuje unutarnja valjanost, te kontrolira varijanca osobnih razlika unutar uvjeta smanjujući eksperimentalnu grešku čime unapređuje valjanost statističkog zaključka (Candel, 2012).

Broj ponavljanja statistički se značajno razlikuje između uvjeta 1 i 2, odnosno uvjeta dizanja bez pomagala i uz pomoć magnezija. Powerlifteri u svojim treninzima stalno ciljaju na poboljšanje sposobnosti u okvirima jakosti, međutim, vidljivo je da im je hvat kod dizanja samo sa šipkom bio limitirajući faktor. Radi se o težini koja je 85% njihovog 1RM-a pa je razumljivo da se javlja umor kod mišića podlaktice te da je premalo trenja između ruku i šipke. Magnezij poboljšava čvrstoću hvata i koeficijent trenja pa je zbog toga napravljen statistički značajano bolji rezultat u odnosu na dizanje samo sa šipkom, pomoću magnezija broj ponavljanja povećao se čak za 102,45%. Ovaj porast očituje se veličinom učinka od  $ES = 1,75$  što predstavlja veliki učinak na ovoj populaciji ispitanika (Rhea, 2004).

Broj ponavljanja igra značajnu ulogu u jednoj od najvažnijih sastavnica treninga – volumenu rada koji predstavlja ukupan broj izvedenih serija i ponavljanja u jednom treningu (Bird, Tarpenning i Marino, 2005). Kako je korištenje magnezija omogućilo veći broj ponavljanja nego dizanje samo sa šipkom, može se pretpostaviti da bi ukupni volumen treninga mogao biti značajno veći.

Dakle, magnezij povećava koeficijent trenja što znači da su rezultati ovog istraživanja u skladu s utjecajem krede na koeficijent trenja kod penjača (Amca i sur., 2012).

Još jedna statistički značajna razlika javlja se u vršnoj brzini između uvjeta 2 i 3, odnosno uvjeta korištenjem magnezija i uvjeta korištenja gurni. Ovaj rezultat je vrlo značajan pa je sa svim ispitanicima detaljno raspravljeno o svim aspektima prilikom dizanja korištenjem gurni. Nakon rasprave, zaključeno je da su dobiveni rezultati takvi zbog pripreme i mehanike disanja pri dizanju koje je vrlo važno za izvedbu, te manjka iskustva treninga s gurnama. Powerlifteri koriste specifičnu tehniku disanja koja im povećava unutarnji tlak te su time puno stabilniji i sigurniji prilikom dizanja utega (Kawabata, Shima i Nishizono, 2014). Tu vrstu pripreme powerlifteri izvode u uspravnom stojećem položaju prije hvatanja šipke. Nakon što odrade pripremu i disanje, brzo se spuštaju po šipku te kreću u dizanje utega (Austin i Mann, 2012). Kod dizanja primjenom gurni, powerlifteri se nalaze u drugačijoj situaciji. Naime, kako se gurtne postavljaju kada su ruke već na šipci, odnosno kada je ispitanik u donjem položaju, dolazi do ometanja pripreme i navedenog specifičnog disanja. Nadalje, uz tu pripremu i disanje, jedan od ometajućih faktora je zasigurno i manjak treninga u kojem se koriste gurtne. Naime, gurtne nisu dozvoljene na službenim powerlifting natjecanjima i u razgovoru sa svim ispitanicima došlo se do zaključka da postoji i određen strah da bi dugotrajnom primjenom gurni sam hvat mogao oslabiti. Te dvije stvari javljaju se kao problem kod korištenja gurni, no možemo zaključiti da su više psihička prepreka kod većine pojedinca (Porrini i Del Bo, 2016). Nalazi ove studije poklapaju se s istraživanjem utjecaja gurni na broj ponavljanja, maksimalnu jakost i mišićnu aktivaciju kod vježbe povlačenje na prsa na lat-trenažeru, gdje je donesen zaključak da se izvedba s gurnama statistički značajno ne razlikuje ni u jednoj od ispitanih varijabli, odnosno da gurtne ne pomažu kod izvedbe (Valério i sur., 2019).

Najbolji rezultati javljaju se kod korištenja magnezija, iako je iz dosadašnjih istraživanja vidljiv njihov i pozitivan i negativan utjecaj na koeficijent trenja (Amca i sur., 2012; Carré i sur., 2012). U ovom istraživanju dokazan je pozitivan utjecaj magnezija obzirom da se broj ponavljanja njegovim korištenjem statistički značajno razlikuje od broja ponavljanja samo sa šipkom. Također, uporaba magnezija statistički se značajno razlikuje od korištenja gurni u vidu proizvodnje vršne brzine. Upravo proizvodnja vršne brzine kod mrtvog dizanja powerlifterima omogućuje trening eksplozivne jakosti koji pridonosi svladavnju „mrtve točke“ pri dizanju (Swinton, D. Stewart, Keogh, Agouris i Lloyd, 2011). Iz navedenog je vidljivo da je uporaba magnezija, uz to što poboljšava koeficijent trenja, bliska powerlifterima budući da se koristi na svakom treningu i natjecanju te se oni i najbolje osjećaju pri izvedbi dizanja njegovim korištenjem.

Kod mehaničkog izlaza snage, ni magnezij ni gurtne nisu dale statistički značajnu razliku u odnosu na ne korištenje pomagala. Takve rezultate možemo objasniti obrnuto proporcionalnim odnosom sile i brzine, odnosno, što je sila manja, može se svladati u kraćem vremenu (Milanović, 2013). U ovom istraživanju, radna serija koja je izmjerena, izvođena je s 85% od 1RM, što predstavlja veliku silu pa se teško može brzo savladati.

Za kraj rasprave možemo zaključiti kako su sve tri hipoteze potvrđene jer su ispitanici izveli manji broj ponavljanja bez korištenja ikakvih ergogenih pomagala nego korištenjem magnezija i gurtne, zatim, ponavljanja bez ikakvih pomagala izveli su manjom brzinom nego korištenjem magnezija, te su imali jednak mehanički izlaz snage bez obzira jesu li koristili ergogena pomagala ili ne.

## 6. Zaključak

Ergogena pomagala sve se češće javljaju kao pomoć kod treninga na svim razvojnim stupnjevima sportske specijalizacije, ali i kod rekreativne populacije koja se osjeća sigurnije uz njih.

Uz pravilno korištenje, ergogena pomagala uvelike pomažu te olakšavaju trenažni proces i donose razne benefite, posebno na populaciji koja nije duže vrijeme uključena u trenažni proces. Budući da je ovo istraživanje provedeno na selekcioniranoj populaciji koja je vrlo specifična i dugo je u trenažnom procesu, dobiveni su zanimljivi rezultati. Također, istražen je učinak magnezija i gurtne, te dizanje utega bez pomagala, odnosno samo sa šipkom, na izvedbu i broj ponavljanja u mrtvom dizanju.

Utvrđeno je da se korištenjem magnezija za nešto više od 100% povećava broj ponavljanja u odnosu na dizanje samo sa šipkom. Također, korištenjem magnezija povećava se vršna brzina u odnosu na korištenje gurtne za gotovo 60%. Kod powerliftera, dizanje korištenjem gurtne narušava njihovu pripremu i disanje koje im je vrlo važno za izvođenje dizanja te nisu navikli na dizanje pomoću gurtne zbog zabrane korištenja istih na svim natjecanjima. Možemo pretpostaviti da bi gurtne imale puno veću važnost kod rekreativne populacije. Također, bitno je istaknuti da dugoročno korištenje gurtne može dovesti do slabljenja stiska šake, odnosno mišića podlaktica. Posljedično, preporučuje se korištenje gurtne samo u onim vježbama kojima primarni cilj nije razvoj stisaka šake i mišića podlaktica već aktivacija nekih drugih mišićnih skupina, npr. mišića leđa.

U budućim istraživanjima bilo bi dobro usporediti utjecaj magnezija i gurtne na drugim populacijama koje nisu toliko usko selekcionirane i homogenizirane te usporediti rezultate. Također, ergogena pomagala su deficitarno područje što se tiče znanstvenih radova pa bi se mogle još dodatno istražiti i druge vrste ergogenih pomagala, ali i ergogene tehnike kao što su mješoviti hvat, hook hvat i ostale.



## 7. Literatura

- Amca, A. M., Vigouroux, L., Aritan, S., & Berton, E. (2012). The effect of chalk on the finger-hold friction coefficient in rock climbing. *Sports Biomechanics*, 11(4), 473–479. <https://doi.org/10.1080/14763141.2012.724700>
- Austin, D., & Mann, B. (2012). *Powerlifting* (C. McEntire, ed.). Detroit: Human Kinetics.
- Bird, S. P., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E. (2005). *Programmes to Enhance Muscular Fitness A Review of the Acute Programme Variables*. 35(10), 841–851. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16180944>
- 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 †*. (February). <https://doi.org/10.1002/pst.502>
- Carré, M. J., Tomlinson, S. E., Collins, J. W., & Lewis, R. (2012). An assessment of the performance of grip enhancing agents used in sports applications. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 226(7), 616–625. <https://doi.org/10.1177/1350650112439647>
- Church, J. B., Allen, T. N., & Allen, G. W. (2016). A Review of the Efficacy of Weight Training AIDS. *Strength and Conditioning Journal*, 38(3), 11–17. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000227>
- Coswig, V. S., Machado Freitas, D. F., Gentil, P., Fukuda, D. H., & Del Vecchio, F. B. (2015). Kinematics and Kinetics of Multiple Sets Using Lifting Straps During Deadlift Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3399–3404. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000986>
- Hales, M. (2010). *Improving the Deadlift : Understanding Biomechanical Constraints and Physiological Adaptations to Resistance Exercise*. 32(4), 44–51. Retrieved from <https://digitalcommons.kennesaw.edu/facpubs/1957/>
- Kawabata, M., Shima, N., & Nishizono, H. (2014). *Regular change in spontaneous preparative behaviour on intra - abdominal pressure and breathing during dynamic lifting*. 2233–2239. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2944-4>
- Milanović, D. (2010). *Teorija i metodika treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Porrini, M., & Del Bo, C. (2016). Ergogenic Aids and Supplements. *Frontiers of Hormone Research*, 47, 128–152. <https://doi.org/10.1159/000445176>

- Schwarzenegger, A., & Dobbins, B. (2012). *The New Encyclopedia of Modern Bodybuilding*. Retrieved from <http://michaelnormanwilliams.com/sch.pdf>
- Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). *Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji*. Split: Fakultet prirodoslovno – matematičkih znanosti i kineziologije Sveučilišta
- Swinton, P. A., D. Stewart, A., Keogh, J. W. L., Agouris, I., & Lloyd, R. (2011). Kinematic and kinetic analysis of maximal velocity deadlifts performed with and without the inclusion of chain resistance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3163–3174. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318212e389>
- Valério, D. F., Berton, R., Barbieri, J. F., Calzavara, J., De Moraes, A. C., & Barroso, R. (2019). The effects of lifting straps in maximum strength, number of repetitions and muscle activation during lat pull-down. *Sports Biomechanics*, 00(00), 1–8. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1610490>
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (n.d.). *Science\_and\_Practice\_of\_Strenght\_Training\_Vladimir\_M.\_Zatsiorsky\_.pdf* (2nd ed.).