



Matic Sašek^{1,2},
Nina Poredoš, Nejc Šarabon^{1,2,3}

Učinkovitost vadbe olimpijskega dviganja uteži: sistematični pregled literature z metaanalizo

Izvleček

Raziskave kažejo, da z olimpijskim dviganjem uteži (ODU) izboljšamo mišično moč in jakost. Da bi preučili velikost vpliva vadbe ODU na nekatere gibalne sposobnosti (odrivno moč, največjo jakost, hitrost in agilnost), je bil izveden sistematični pregled literature z metaanalizo. Petnajst (15) intervencijskih študij, v katerih so izvajali vadbo ODU in pliometrijo (PLIO) ali standardno vadbo moči (SM) s kontrolno skupino ali brez te, je bilo vključenih v končno analizo. Uporabljeni sta bili programska oprema RevMan (različica 5.4., The Cochrane Collaboration) in metoda povprečnih razlik z modelom naključnih učinkov. Skupno je bilo vključenih 505 športnikov, starih 19,1 leta ($SD = 3,5$ leta), ki so izvajali vadbo 8 ($SD = 2,9$) tednov, s frekvenco 2,9 ($SD = 1,1$) dneva na teden. Rezultati so pokazali večji vpliv ODU v primerjavi s SM na višino CMJ ($SMD = 0,51$, $p = 0,04$), 1RM pri derivatih ODU ($SMD = 1,37$, $p = 0,01$), hitrost ($SMD = -0,36$, $p = 0,08$) in agilnost ($SMD = -0,35$, $p < 0,01$). Učinki ODU in PLIO so bili za vse gibalne sposobnosti podobni. Vadba ODU je imela velik vpliv na odzivno moč (CMJ, $SMD = 2,69$, $p = 0,007$; SJ, $SMD = 4,10$, $p = 0,002$). Ugotavljamo, da je vadba ODU primerna metoda za izboljšanje moči in ima na izbrane sposobnosti večji vpliv kot SM ter podoben vpliv kot PLIO. Zaključujemo, da je najučinkovitejši način vadbe moči kombinacija ODU in PLIO, in ugotavljamo, da ODU zahteva specifično tehniko dviganja, ki se je morajo športniki zavoljo učinkovitosti in varnosti priučiti.

Glavne besede: olimpijsko dviganje, pliometrija, moč, vadba, metaanaliza



The effectiveness of Olympic weightlifting training: a systematic review of the literature with meta-analysis

Abstract

Olympic weightlifting (ODU), similar to other strength training methods, improves the ability to produce muscle power and strength. Therefore, the main objective of the study was to examine the differences in the effects of the various training methods on power, speed and agility. Prior to the meta-analyses, a systematic review was conducted using the PRISMA protocol. Analyses included intervention studies including athletes over 14 years of age performing ODU, plyometric exercises (PLIO), standard strength exercises (SM), with or without control (KON). Selected studies were analysed using RevMan software (version 5.4, The Cochrane Collaboration). For selected motor skills, the mean differences method and a random effects model were used. In total, we analysed 505 athletes aged 19.1 ± 3.5 years with a mean intervention duration of 8 ± 2.9 weeks per study and a frequency of 2.9 ± 1.1 days per week per study. A significant ODU effect compared to SM was found for: CMJ ($SMD = 0.51$, $p = 0.04$); 1 RM ODU derivatives ($SMD = 1.37$, $p = 0.01$); speed ($SMD = -0.36$, $p = 0.08$); and agility ($SMD = -0.35$, $p = 0.01$). The effects of ODU and PLIO were similar for all motor skills. Compared to KON, ODU showed a higher effect on power ($SMD = 2.69$, $p = 0.007$, for CMJ; $SMD = 4.10$, $p = 0.002$, for SJ). These results represent the effectiveness of ODU when it comes to power. However, it should be noted that it requires a specific lifting technique that athletes must acquire. Ultimately, we conclude that properly planned ODU in combination with PLIO or alone is an effective training method to increase power and performance in various movements.

Keywords: Olympic weightlifting, plyometrics, power, strength, meta-analysis

¹Fakulteta za vede o zdravju, Univerza na Primorskem, Polje 42, Izola; Slovenija

²InnoRenew CoE, Skupina za človekovo zdravje v grajenem okolju, Livade 6, SI6310 Izola, Slovenija

³S2P, Science to Practice, Ltd., Tehnološki park 19, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

Uvod

Hitra moč, jakost, hitrost in agilnost so gibalne sposobnosti, povezane s športno uspešnostjo. Pomembne so v športih, ki zahtevajo visoko stopnjo anaerobne zmogljivosti (Carlock idr., 2004; Lorenz, 2013). Moč je produkt sile in hitrosti, in kadar govorimo o odzivni moči, merimo na sposobnost proizvajanja te med skoki. Jakost, na drugi strani, je sposobnost posameznika, da razvije veliko silo oziroma premaga veliko breme. Pri obeh sposobnostih silo ustvarjamo z mišičnim krčenjem, s katerim prek ročic (skeleta) ustvarjamo navor in gibanje. Učinkovitost gibanja ali proizvajanja sile je torej pogojena s stopnjo mišičnega krčenja, ki je odvisno od naslednjih živčnih in mišičnih dejavnikov: (1) prečnega preseka mišice, (2) mišične arhitekture, (3) togosti mišično-tetivnega kompleksa, (4) rekrutacije motoričnih enot, (5) frekvence proženja akcijskih potencialov, (6) sinhronizacije motoričnih enot in (7) živčno-mišične inhibicije. Navedeni neposredno vplivajo na zmogljivost pri bazičnih gibalnih sposobnostih, kot sta moč in jakost, in tudi na zmogljivost pri kompleksnejših gibalnih sposobnostih, kot sta hitrost in agilnost (Suchomel idr., 2018).

Cilj kondicijske vadbe v športu je dvig športnikove zmogljivost in izboljšanje športnega rezultata. Metode, s katerimi izboljšamo največjo ali eksplozivno moč, lahko vključujejo razmeroma velika bremena, na primer olimpijsko dviganje uteži (ODU), ali hitro izvedbo gibanja, to je pliometrična vadba (PLIO). Rezultat vadbe so prilagoditve zgoraj naštetih dejavnikov, ki določajo stopnjo zmogljivosti športnika (Spiteri idr., 2015). Velikost vpliva različnih vadbenih metod na mišično jakost in moč lahko razberemo iz Tabele 1, prirejene po Suchomelu in sodelavcih (2018). Iz tabele

je razvidno, da sta za razvoj moči najučinkovitejši metodi ODU in PLIO, medtem ko imajo ekscentrična vadba in druge metode vadbe moči z bremenom (SM) večji vpliv na jakost. Razlike v učinkovitosti bomo v nadaljevanju poskušali pojasniti z značilnostmi vadbenih metod. Za ODU in derivate (vaje, ki so del ali izpeljanke olimpijskih dvigov) je specifična tehnika dviganja droga, s katero eksplozivno premagujemo velika bremena. Dvigalec med dvigom izvede trojni izteg v kolku, kolenu in gležnju in drog pospešuje do točke končnega iztega, ko se sunkovito postavi podenj, ga ujame in zopet dvigne (MacKenzie idr., 2014; Stone idr., 2006). Vaje izvaja eksplozivno koncentrično, kinetična veriga gibanja pri ODU spominja na tisto pri skokih, ki se uporabljajo kot sredstvo vadbe PLIO (MacKenzie idr., 2014; Markovic, 2007). Poleg majhnih bremen je glavna značilnost PLIO velika hitrost gibanja. Da to dosežemo, moramo vaje izvajati s kratkimi kontaktnimi časi in učinkovitimi ekscentrično-koncentričnimi kontrakcijami, ki rezultirajo v večji produkciji sile in hitrosti (Komi, 2003; Markovic, 2007). V nasprotju s PLIO pri SM uporabljamo večja bremena (80 % do 90 % 1RM) in tekoče koncentrične kontrakcije, ki onemogočajo veliko hitrost izvedbe gibanja. Študije kažejo, da s PLIO v večji meri vplivamo na determinanto hitrosti, medtem ko z ODU in nekaterimi SM vplivamo na determinanto sile (Jiménez-reyes idr., 2017; Suchomel idr., 2017). Še več, dokazano je, da odzivno moč in jakost lahko izboljšamo z večino metod vadbe moči, a med njimi so razlike v učinkovitosti (Arabatzis idr., 2010; Helland idr., 2017; Keller idr., 2020). V treningu se največkrat uporablja PLIO, ki ima ugodne vplive še na hitrost in agilnost (de Villarreal idr., 2012; de Villarreal idr., 2010). Ti dve gibalni sposobnosti se prav tako značilno izboljšata po vadbi ODU (Tricoli idr., 2005), medtem ko je vpliv SM

nanju vprašljiv (Hermassi idr., 2019). Glavno raziskovalno vprašanje, ki smo ga postavili, je, ali obstaja razlika v učinkovitosti različnih metod vadbe za moč na izbrane gibalne sposobnosti, ki so v veliki meri odvisne od sposobnosti proizvajanja mišične moči.

Dve metaanalizi (Berton idr., 2018; Hackett idr., 2016) sta že preiskovali učinke vadbe ODU v primerjavi s PLIO na odzivno moč, ne pa tudi na jakost, hitrost in agilnost. Z raziskavo smo preverili, kako učinkovito je ODU v primerjavi s SM in PLIO, ko želimo izboljšati višino vertikalnega skoka, največjo jakost, hitrost in agilnost. V ta namen je bila izvedena metaanaliza. Preučili smo (1) razlike v velikosti učinka ODU in kontrolne skupine (KON) in (2) razlike v velikosti učinka med ODU in ostalimi metodami skupaj (PLIO + SM) ter z analizo podskupin ugotovljali razlike v velikosti učinka med (3) ODU in SM ter (4) ODU in PLIO. Med PLIO in ODU se pričakuje primerljiva velikost učinka na vse gibalne sposobnosti. Pri ODU v primerjavi s KON za vse analizirane gibalne sposobnosti pričakujemo pozitivno velikost učinka, v primerjavi s SM pa le za določene gibalne sposobnosti.

Metode

Sistematični pregled je bil opravljen v skladu s protokolom PRISMA (Moher idr., 2014). S študijami, ki so ustrezale vključitvenim kriterijem, smo izvedli metaanalizo. Vključili smo intervencijske študije, kjer so primerjali vadbo ODU s KON ali s skupino, ki je izvajala vadbo PLIO oziroma SM. Zanimali so nas učinki vadbe na (a) odzivno moč: skok z nasprotnim gibanjem (CMJ), skok iz polčepa (SJ); (b) največjo jakost: največji dvig pri počepu (1RM počep), največji dvig pri derivatih ODU (1RM nalog in potisk, 1RM poteg);

$$SD_{razlika} = \sqrt{SD_{po}^2 + SD_{pred}^2 - (2 \times r \times SD_{po} \times SD_{pred})}$$

(c) hitrost teka na: 10, 20, 30 in 36 metrov; in (d) agilnost: t-test in test spremembe smeri (COD). Iskali smo študije, ki so preverjale učinke pri športnikih v starosti nad 14 let.

Pregled literature smo izvedli v spletnih podatkovnih bazah PubMed, Medline, ScienceDirect in Google Scholar, do vključno 31. januarja 2021. Izbrali smo študije, napisane v angleškem jeziku, in za iskanje uporabili naslednji iskalni niz: (snatch OR high pull OR clean jerk) AND (counter movement jump OR CMJ OR squat jump OR SJ OR agility OR speed* OR sprint OR power OR strength OR maximal voluntary contraction OR MVC

Tabela 1

Teoretični model velikosti vpliva različnih vadbenih metod na jakost in moč (prilagojeno po Suchomel in sodelavci, 2018)

Metoda vadbe proti upor	Jakost	Moč
Vadba z lastno telesno težo	+	++
Vadba na trenažerjih	++	++
Olimpijsko dviganje uteži in derivati	+++	+++++
Pliometrija	++	++++
Ekscentrična vadba	+++++	++++
Vadba proti upor s spremenljivim bremenom (uteži skupaj z elastičnimi trakovi ali verigami)	++++	+++

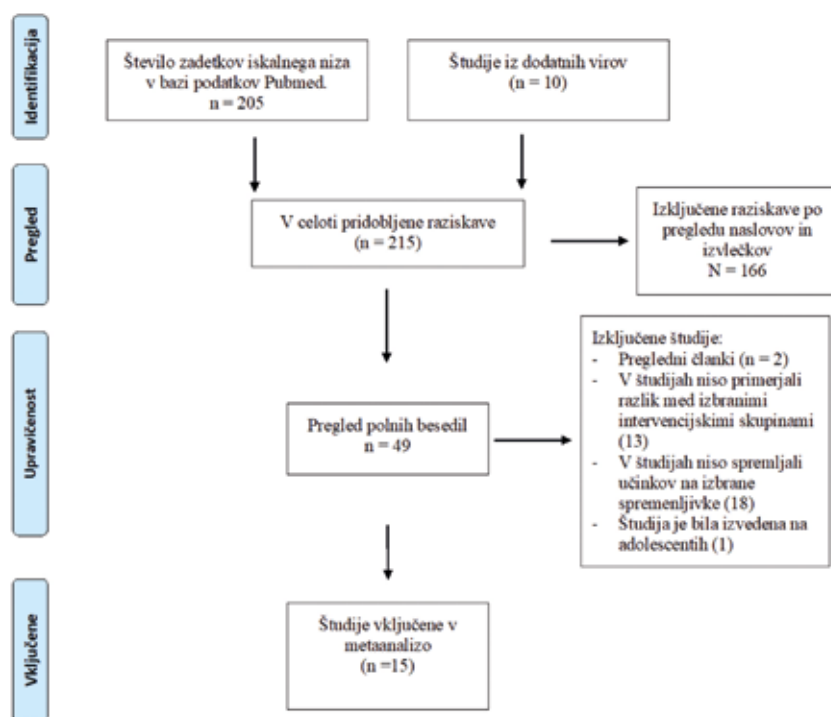
Opomba: Metode vadbe proti upor so razvrščene na skali od +, ki pomeni majhen potencial, do + + + + +, ki pomeni velik potencial.

OR rate of force OR rate-of-force OR rate of torque OR rate-of-torque OR RFD OR RTD OR change of direction OR change-of-direction OR COD OR speed OR performance OR 1RM OR one repetition maximum) AND (sessions OR month* OR week* OR year*) AND (training). Ponudil je 205 zadetkov.

Naslove in izvlečke študij je pregledal en avtor (NP), izbor študij in kriterije je preveril drugi (MS). Ob morebitnem neskladju je primernost potrdil tretji avtor (NŠ). Vključitveni kriteriji za vstop v metaanalizo so bili: (1) intervencijska raziskava z dvema skupinama ali več skupinami, v kateri je vsaj ena izmed skupin izvajala ODU oziroma vadbo z derivati ODU; vključeni so bili (2) športniki, starejši od 14 let; (3) eksperimentalne skupine so izvajale vadbo PLIO, SM ali pa so služile kot kontrolna skupina; (4) vadbena intervencija je trajala vsaj 4 tedne; (5) v študijah so spremljali vplive vadbe na odravno moč (SJ, CMJ), največjo jakost (1RM počep ali derivati ODU), hitrost (tek na 10, 15, 20, 30 ali 40 metrov) ali agilnost (t-test ali test COD); in (6) vadbo so izvajali vsaj dvakrat na teden. Študije, ki so preverjale vadbene učinke ODU prospektivno, brez KON ali eksperimentalne skupine, smo izključili iz analize. Prav tako smo izključili študije, ki so vključevale športnike, mlajše od 14 let, in vadbeni protokol, ki je bil krajši od štirih tednov.

V pripravljene tabele (MS Excel, 2018) smo izpisali število udeležencev, povprečje in standardni odklon pred intervencijo in po njej za spremenljivke: višina SJ; višina CMJ; 1RM pri počepu in derivatih ODU; čas ali hitrost teka na 10, 15, 20, 30 in 36 metrov ter čas, potreben za izvedbo t-testa in testa COD. Spremenljivke so bile odsev gibalnih sposobnosti moči, hitrosti in agilnosti. Za vsako izmed spremenljivk smo izračunali razliko povprečij pred intervencijo in po njej ter razliko standardnih odklonov po formuli Higginsa in Greena (2008). Vrednost korelacije smo nastavili na spodnjo mejo ($r = 0,7$), saj je pričakovana močna povezanost med spremenljivkami pred intervencijo in po njej pri vseh skupinah.

Podatke smo analizirali s programsko opremo RevMan (različica 5.4., The Cochrane Collaboration, 2020). Uporabili smo metodo povprečnih razlik in model naključnih učinkov. Razlike med skupinami smo izrazili kot standardizirano razliko povprečij (SMD) s pripadajočim 95-odstotnim intervalom zaupanja (CI). Učinke ODU smo primerjali skupno (med ODU in PLIO ter SM skupaj) in s podskupinami (med ODU in PLIO; med



Slika 1. Diagram poteka iskanja raziskav.

ODU in SM). Za oceno homogenosti med študijami smo uporabili statistiko I^2 , kjer rezultat od 0 % do 40 % ne pomeni grožnje, od 30 % do 60 % lahko pomeni zmerno heterogenost, od 50 % do 90 % visoko možnost za heterogenost in od 75 % do 100 % zanesljivo heterogenost med študijami (Higgins in Green, 2008). Kvalitativni opis velikosti učinka smo označili s trivialnim ($SMD = 0-0,15$), majhnim ($SMD = 0,16-0,40$), srednjim ($SMD = 0,41-0,60$) in velikim ($SMD >$

0,61). Prag statistične značilnosti smo postavili na $p < 0,05$.

Rezultati

V metaanalizo je bilo vključenih 15 študij, ki so ustrezale vključitvenim kriterijem. Diagram poteka je predstavljen na Sliki 1. Ključni podatki o preiskovancih, metodologiji, rezultatih in pristranskosti so predstavljeni v Tabeli 2.

Tabela 2.

PEDro (angl. The Physiotherapy Evidence Database score) za oceno kvalitete vključenih študij.

Študija	Predpostavke											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Σ
Arabatzi (2012)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	6
Arabatzi (2010)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	6
Channell (2008)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	6
Tricoli (2005)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	6
Ince (2019)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	6
Hawkins (2009)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	6
Keller (2018)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	6
Teo (2016)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	7
Helland (2017)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	8
Hermassi (2019)a	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	8
Hermassi (2019)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	8
Otto (2012)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	6
Schafenberg (2013)	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6
Hoffman (2004)	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	8
Ornachuk (2017)	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	8

Opomba: Σ - seštevek.

Tabela 3

Povzetek vključenih študij

Avtor (leto)	Tip intervencije, trajanje, frekvenca	Deskriptivna statistika merjencev – število, starost, spol (%), masa (kg), višina (m)	Spremenljivke (gibalna sposobnost)	Vpliv intervencije
Arabatzi (2010)	Olimpijski dvigi, pliometrija, kombinacija, kontrola; 8 tednov, 3x/teden	N: 36 (PLIO = 9, ODU = 9, PLIO & ODU = 10, KON = 8) Starost: 20,3 ± 2 Spol: M Masa: 85,2 ± 6,8 Višina: 184,8 ± 8,3	CMJ, SJ	Vse eksperimentalne skupine so izboljšale višino skoka, skupina ODU je izboljšala jakost.
Arabatzi (2012)	Olimpijski dvigi, standardne metode vadbe moči, kontrola; 8 tednov, 3x/teden	N: 26 (ODU = 9, SM = 9, KON = 8) Starost: 20,3 ± 2 Spol: M Masa: 85,2 ± 6,8 Višina: 184,8 ± 8,3	CMJ, SJ, DJ	Vadba ODU je imela največji učinek na višino skoka.
Channell (2008)	Olimpijski dvigi, trening za moč, kontrola; 4 tedni, 3x/teden	N: 27 (ODU = 11, PLIO = 10, KON = 6) Starost: 15,9 ± 1,2 Spol: M Masa: 86,63 ± 19,45 Višina: 179,3 ± 5,0	CMJ, 1RM počep, 1RM nalog	Obe skupini sta pokazali napredek po intervenciji, višji je bil pri ODU.
Hawkins (2009)	Olimpijski dvigi, pliometrija, trening za moč; 9 tednov, 3x/teden	N: 29 (ODU = 9, PLIO = 10, SM = 10) Starost: 21,5 ± 12,5 Spol: M Masa: 77,5 ± 15,7 Višina: 180 ± 21	CMJ, SJ, 1RM počep	ODU je imel boljši učinek na CMJ in SJ, pri vseh se je povečala moč za 1RM počepa.
Helland (2017)	Olimpijski dvigi, proste uteži (FSPT), trenažerji (MSPT); 8 tednov, 2–3x/teden	N: 39 (ODU = 13, MSPT = 13, FSPT = 13) Starost: 20 ± 3 Spol: 25,6 % Ž, 74,4% M Masa: 78 ± 12 Višina: 182 ± 10	CMJ, SJ, 1RM počep, sprint (30 m)	ODU je imel nekoliko slabši vpliv v primerjavi s preostalima skupinama, MSPT je bil bolj učinkovit kot FSPT pri sprintu.
Hermassi (2019)a	Olimpijski dvigi, standardne metode vadbe za moč; 8 tednov, 2x/teden	N: 20 (ODU = 10, SM = 10) Starost: 21,2 ± 0,7 Spol: M Masa: 83,3 ± 7,5 Višina: 183 ± 8	1RM poteg, nalog in sunek	ODU je izboljšal hitrost meta in maksimalno moč.
Hermassi (2019)b	Olimpijski dvigi, standardne metode vadbe za moč; 12 tednov, 2x/teden	N: 22 (ODU = 11, SM = 11) Starost: ODU: 20,3 ± 0,5; KON: 20,1 ± 0,5 Spol: M Masa: ODU: 86,3 ± 9,4; KON: 83,9 ± 10,3 Višina: ODU: 185 ± 4; KON: 181 ± 5	CMJ, SJ, 1RM počep, poteg, nalog in sunek, polovični T-test, sprint (15 m, 30 m)	ODU je izboljšal moč zgornjih in spodnjih okončin, hitrost metov in sprinta.
Hoffman (2004)	Olimpijski dvigi, trening za moč; 15 tednov, 4x/teden	N: 20 (ODU = 10, PLIO = 10) Starost: ODU: 19,3 ± 1,2; PLIO: 18,9 ± 1,4 Spol: Masa: ODU: 90,3 ± 13,3; PLIO: 91,3 ± 11,8 Višina: ODU: 174 ± 5,8; PLIO: 178,8 ± 8,6	1RM počep, CMJ, T-test, sprint (36 m)	Pri ODU sta se izboljšala vertikalni skok in sprint.

Avtor (leto)	Tip intervencije, trajanje, frekvenca	Deskriptivna statistika merjencev – število, starost, spol (%), masa (kg), višina (m)	Spremenljivke (gibalna sposobnost)	Vpliv intervencije
Ince (2019)	Olimpijski dvigi, pliometrija, kontrola; 8 tednov, 6x/teden	N: 34 (ODU = 11, PLIO = 12, KON = 11) Starost: $16,03 \pm 0,9$ Spol: Masa: $74,78 \pm 14,86$ Višina: $170,53 \pm 6,81$	1RM poteg, nalog in sunek, počep, CMJ	Vadba PLIO je imela največji vpliv na CMJ, pri vseh skupinah se je povečal 1RM pri derivatih ODU.
Keller (2020)	Olimpijski dvigi, pliometrija 1, pliometrija 2, trening za moč; 4 tedni, 2x/teden	N: 45 (PLIO1 = 12, PLIO2 = 12, SM = 9, ODU = 12) Starost: $14 \pm 0,8$ Spol: M Masa: 63 ± 14 Višina: 175 ± 11	CMJ, DJ, polovični T-test, sprememba smeri (COD)	Vse skupine so izboljšale COD, moč nog, polovični T-test in CMJ, DJ se je izboljšal pri vseh skupinah, razen PLIO2.
Oranchuk (2019)	Olimpijski dvigi, pliometrija; 10 tednov, 2x/teden	N: 18 (ODU = 9, PLIO = 9) Starost: 18–24 Spol: 44,4 % M, 55,5 % Ž Masa: M: $76,2 \pm 11,2$; Ž: $62,6 \pm 8,3$ Višina: M: $180 \pm 8,4$; Ž: $167,9 \pm 6,8$	CMJ, SJ	Obe skupini sta izboljšali višino skoka, moč spodnjih okončin in hitrost prirastka sile.
Otto (2012)	Olimpijski dvigi, trening s kettlebelli (SM); 6 tednov, 2x/teden	N: 30 (ODU = 13, SM = 17) Starost: ODU: $22,92 \pm 1,98$; SM: $22,76 \pm 1,86$ Spol: M Masa: ODU: $80,57 \pm 12,99$; SM: $78,99 \pm 10,68$ Višina: ODU: $174,56 \pm 5,8$; SM: $176,79 \pm 5,08$	CMJ, 1RM počep, nalog	Obe vadbeni metodi sta izboljšali vse spremenljivke, večji učinek je bil viden pri ODU.
Scherfenberg (2013)	Olimpijski dvigi, standardna vadba moči, kombinacija metod; 6 tednov, 2x/teden	N: 113 (ODU = 55, SM = 58) Starost: Spol: 72,3 % M, 27,7 % Ž Masa: Višina:	CMJ	Višina skoka se je izboljšala pri obeh skupinah.
Teo (2016)	Olimpijski dvigi, pliometrija; 6 tednov, 3x/teden	N: 26 (PLIO = 13, ODU = 13) Starost: $24,2 \pm 1,11$ Spol: M Masa: $78,6 \pm 12,16$ Višina: $178,7 \pm 8,31$	CMJ, SJ, DJ, sprint (20 m), COD	Obe skupini sta izboljšali vertikalne skoke, sprint in COD.
Tricoli (2005)	Olimpijski dvigi, pliometrija, kontrola; 8 tednov, 3x/teden	N: 32 (ODU = 7, PLIO = 8, KON = 7) Starost: $22 \pm 1,5$ Spol: M Masa: $73,4 \pm 10,4$ Višina: $179,4 \pm 8,8$	CMJ, SJ, sprint (10 m, 30 m), COD, 1RM počep, 1RM nalog in sunek	Pri ODU se je izboljšal sprint na 10 m, SJ, CMJ in 1RM počep; PL pa je izboljšala le CMJ in 1RM počep.

V štirih študijah smo primerjali učinke ODU na izbrane spremenljivke s KON (Arabatzis idr., 2010; Channell in Barfield, 2008; Ince in Şentürk, 2019; Tricoli idr., 2005), v 6 študijah s PLIO (Arabatzis idr., 2010; Hawkins idr., 2009; Ince in Şentürk, 2019; Keller idr., 2020; Teo idr., 2016; Tricoli idr., 2005) in v 11 študijah s SM (Arabatzis idr., 2010; Arabatzis in Kellis, 2012; Channell in Barfield, 2008; Helland idr., 2017; Hermassi, Chelly idr.,

2019; Hermassi, Ghaith idr., 2019; Hoffman idr., 2004; Keller idr., 2020; Oranchuk idr., 2019; Otto idr., 2012; Scherfenberg in Burns, 2013). Skupaj je bilo v študijo vključenih 505 športnikov (33,6, SD 23,4 na študijo), starih od 14 do 24 let (19,1, SD 3,5 leta na študijo). Vadbene intervencije so trajale od 4 do 15 tednov (8, SD 2,9 na študijo) s frekvenco od 2- do 6-krat na teden (2,9, SD 1,1 na študijo).

Primerjava vplivov ODU in drugih metod na odrivno moč

Rezultati vplivov vadbe na odrivno moč so prikazani v Tabeli 2 in na Sliki 1. Med ODU in PLIO (SMD = 0,14; $p = 0,42$) nismo zasledili statistično značilnih razlik v vplivu na CMJ. Pokazale so se v primerjavi s SM ($p = 0,04$, SMD = 0,51), ob veliki heterogenosti študij ($I^2 = 79$). Primerjava s kontrolo je pokazala,

da ima ODU velik vpliv na CMJ (SMD = 2,69; $p = 0,007$) in SJ (SMD = 4,10, $p = 0,002$).

Rezultati za SJ kažejo (Slika 2), da se učinki ODU, PLIO (SMD = 0,26, $p = 0,26$), SM (SMD = 0,52, $p = 0,18$) in skupno (SMD = 0,30, $p = 0,21$) niso razlikovali. Nakazan je bil majhen vpliv v smeri ODU, z visoko možnostjo za heterogenost študij med SM in ODU ($I^2 = 75\%$).

Primerjava vplivov ODU in drugih metod na največjo jakost

V Tabeli 2 in na Sliki 3 je prikazana primerjava velikosti vpliva ODU in drugih tipov vadbe na največjo jakost. Skupna razlika med vplivi na 1RM pri počepu je pokazala podobnost med ODU in preostalimi tipi vadbe (SMD = 0,31, $p = 0,35$). Analiza podskupin med ODU, PLIO in SM (SMD = -0,15, $p = 0,57$; SMD = 0,26, $p = 0,56$) ni kazala značilnih razlik niti velikega vpliva.

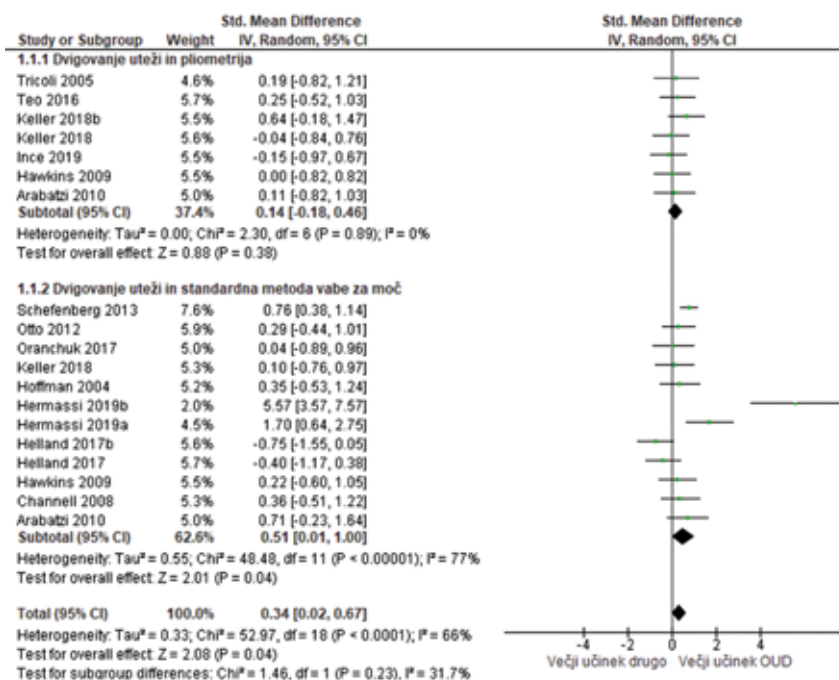
Pri analizi skupnega vpliva podskupin na 1RM pri derivatih ODU (Slika 4) smo zasledili velik značilen vpliv ODU v primerjavi s preostalimi tipi vadbe (SMD = 1,06, $p = 0,10$) in veliko možnost za heterogenost študij ($I^2 = 78\%$).

Primerjava vplivov ODU in drugih metod na hitrost in agilnost

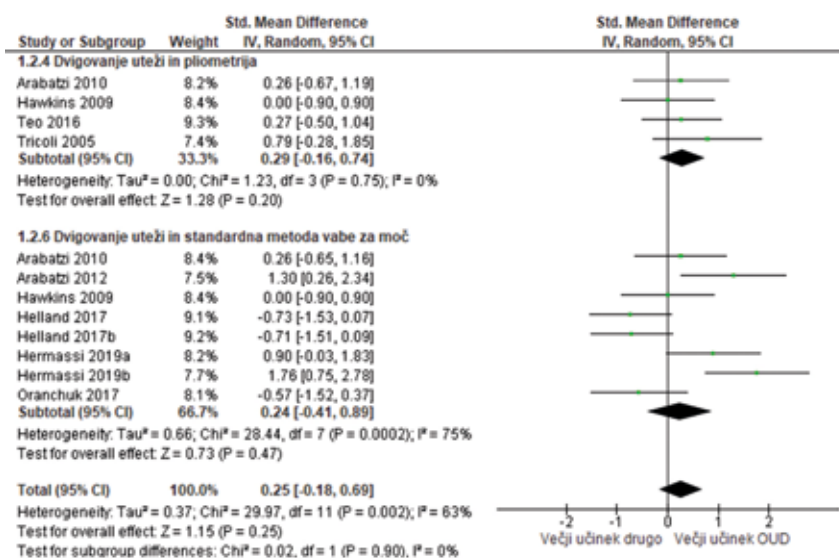
V Tabeli 2 in na Sliki 5 so rezultati učinkov ODU pokazali majhen vpliv na čas teka na 10, 15, 20, 30 in 37 metrov (SMD = -0,36, $p = 0,16$) v primerjavi s preostalimi tipi vadbe. Majhen, a statistično značilen vpliv ODU na agilnost (Slika 6) se je pokazal v primerjavi s preostalimi tipi vadbe moči (SMD = -0,35, $p < 0,001$), a z veliko možnostjo za heterogenost rezultatov ($I^2 = 88\%$). Rezultat je bil posledica srednjega vpliva ODU na agilnost v primerjavi s SM (SMD = -0,48, $p < 0,001$).

Primerjava ODU s kontrolnimi skupinami na odzivno moč in hitrost

V Tabeli 3 in na Sliki 7 je predstavljen vpliv ODU na odzivno moč. Rezultati kažejo, da je imela vadba za moč velik vpliv na višino skoka z nasprotnim gibanjem (SMD = 2,69, $p = 0,007$), višino skoka iz polčepa (SMD = 4,10, $p = 0,002$) in največji dvig pri počepu (SMD = 26,66, $p < 0,001$), a z veliko heterogenostjo študij v primeru 1RM pri počepu ($I^2 = 94\%$).



Slika 2. Velikost učinka DUT na CMJ v primerjavi s preostalimi tipi vadbe za moč.

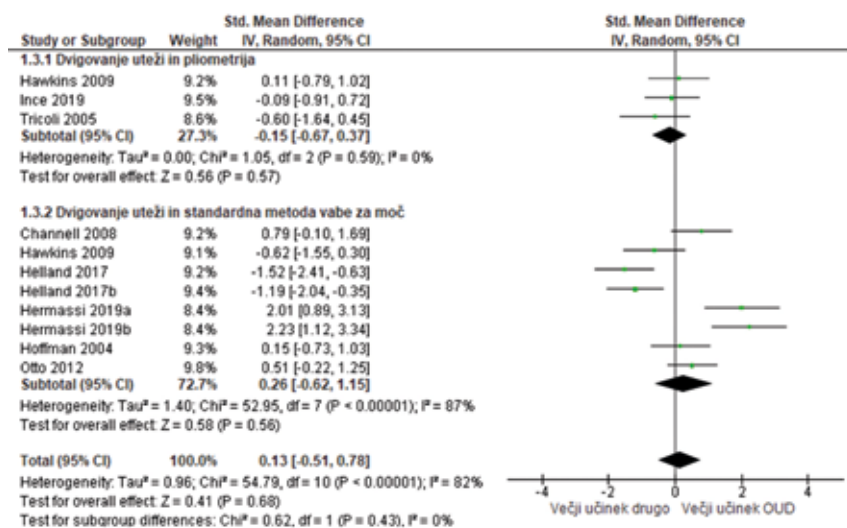


Slika 3. Velikost učinka DUT na skok iz polčepa v primerjavi s preostalimi tipi vadbe za moč.

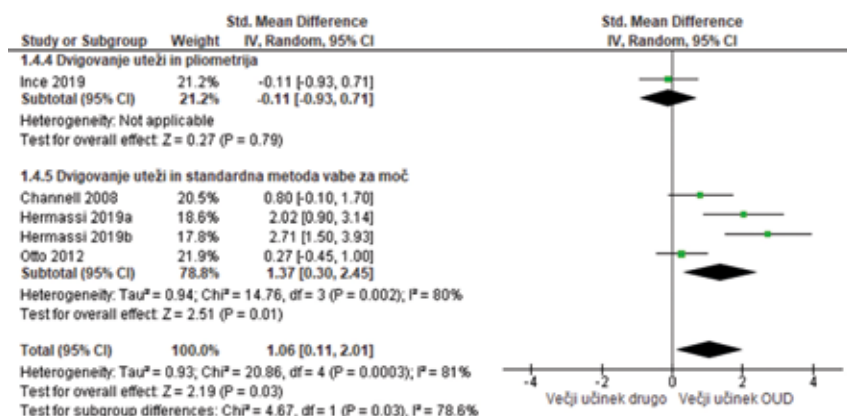
Razprava

Glavni cilj raziskave je bil primerjati učinke ODU in drugih metod vadbe moči na odzivno moč, jakost, hitrost in agilnost. Podrobneje smo primerjali razlike v učinkovitosti med ODU, PLIO in SM. Z metaanalitičnim pristopom smo poskušali odgovoriti na vprašanje o učinkovitosti ODU in smiselnosti uporabe v kondicijskem treningu. Iz analize 15 študij razberemo, da ima na višino CMJ ODU večji vpliv kot SM in enak

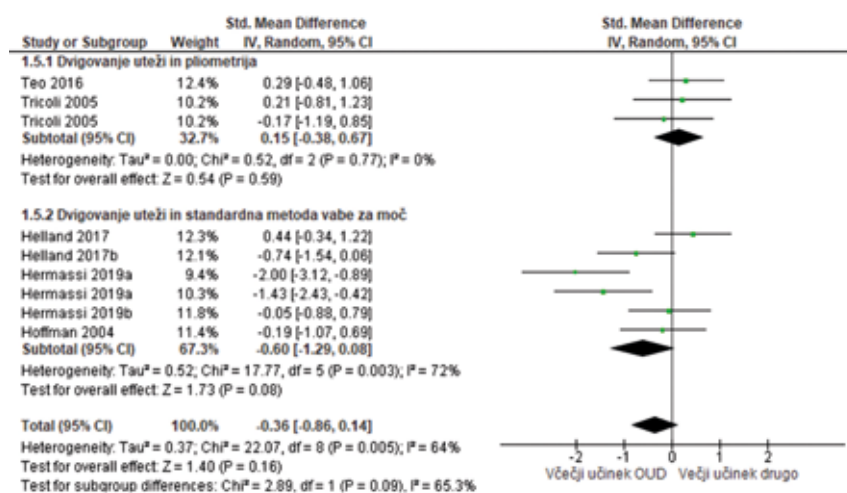
vpliv kot PLIO. Vpliv na višino SJ med ODU in preostalima skupinama je enak. Večja učinkovitost ODU se kaže pri največji jakosti, a le pri derivatih ODU, ne pa tudi pri počepu. Nakazuje se večja učinkovitost vadbe ODU na hitrost, predvsem med ODU in SM. Dodatno se je v skupni primerjavi pokazal večji vpliv ODU na agilnost. Analiza podskupin je pokazala veliko heterogenost med študijami in razlike v vplivu med ODU in SM pri t-testu. Glede na primerjavo s kontrolno skupino lahko sklepamo, da je



Slika 4. Velikost učinka DUT na 1RM pri počepu v primerjavi s preostalimi tipi vadbe za moč.



Slika 5. Velikost učinka DUT v primerjavi s preostalimi metodami vadbe za moč na 1RM pri olimpijskih dvigih.



Slika 6. Velikost učinka DUT v primerjavi s preostalimi tipi vadbe za moč na hitrost.

vadba ODU učinkovita, ko želimo izboljšati eksplozivno in največjo moč.

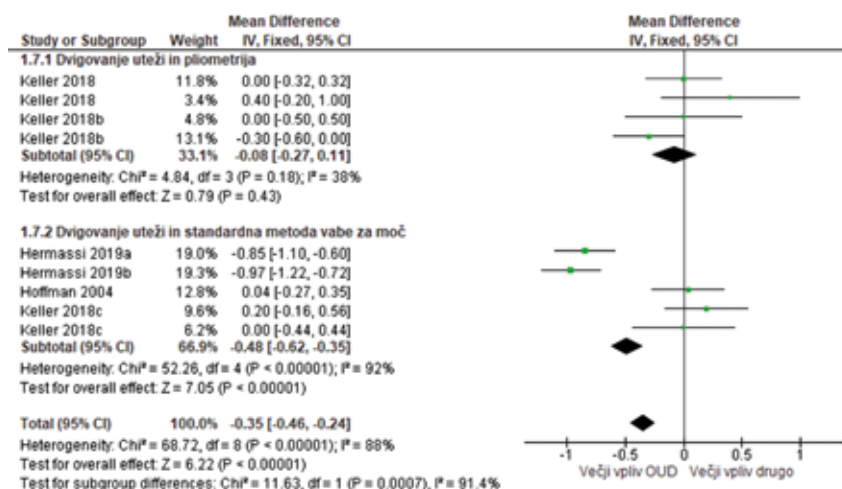
V raziskavi se poleg učinkovitosti ODU kaže tudi velika učinkovitost PLIO, kar so potrdile že predhodne študije (de Villarreal idr., 2012; de Villarreal idr., 2010; Markovic, 2007). Podobno kot Berton in sodelavci (2018) smo zasledili večji vpliv na odrivno moč pri ODU v primerjavi s SM. Superiornost ODU bi lahko razlagali s specifičnostjo gibanja in višjo produkcijo moči pri olimpijskih dvigih. A specifičnost gibanja in velik gibalni transfer (Stone idr., 2002) na skoke lahko dosežemo tudi pri SM, tako da izvajamo podobne gibalne naloge, kot so počepi. Zato domnevamo, da je glavna lastnost, ki vpliva na razlike v učinkovitosti, mehanika gibanja. Medtem ko pri ODU breme pospešujemo skozi celoten obseg giba, pri SM v končnih obsegih giba breme zaustavljamo. Rezultat je večja povprečna hitrost dviga oz. premikanja bremena pri ODU. Pri dvigu enako težkega bremena z derivati ODU proizvedemo večjo mišično moč (McBride idr., 1999; McBride idr., 2011), ki je glavna determinanta zmogljivosti pri vertikalnih skokih (Komi, 2003). PLIO ima po drugi strani enake učinke na odrivno moč kot ODU. Sklepamo lahko, da gre učinek pripisati predvsem izboljšani mehanski učinkovitosti zaradi ekscentrično-koncentričnega krčenja (Komi, 2003; Markovic, 2007).

Značilnih razlik v učinku med metodami na SJ nismo zasledili. Z majhnim vplivom so se učinki nakazovali v smeri ODU. Štiri študije med PLIO in ODU so kazale homogene rezultate. Na primer, Tricoli s sodelavci (2005) je pokazal, da ima ODU večji vpliv na SJ kot PLIO. Kot glavni razlog je navedel pomembnost hitrosti prirastka sile za uspešnost pri SJ in odsotnost mehanizmov potenciacije zaradi ekscentrično-koncentričnega tipa kontrakcije. Študije, ki so primerjale učinke SM in ODU, so po pokazale izjemno heterogene rezultate. V dveh študijah se je pokazal večji učinek SM (Helland idr., 2017; Oranchuk idr., 2019), v treh večji učinek ODU (Hermassi idr., 2019; Arabatzi idr., 2012), v dveh so bili učinki vadbe podobni (Arabatzi idr., 2010; Hawkins idr., 2009). Zaključujemo, da ima ODU v primerjavi s PLIO in SM najbolj celostne učinke na odrivno moč pri vertikalnih skokih, saj ugodno vpliva na višino skoka tako pri CMJ kot tudi SJ.

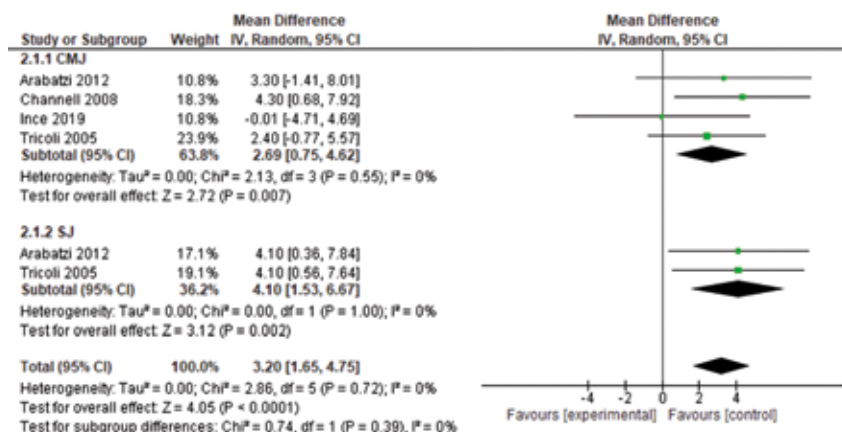
Pri največji jakosti počepa razlik v vplivu med skupinami nismo zasledili. Glede na to, da imajo vse metode večji ali manjši učinek na prečni presek mišice, razmerje

mišičnih vlaken in druge živčne dejavnike (de Villarreal idr., 2012; de Villarreal idr., 2010; Grgic, Schoenfeld in Mikulic, 2020), ki so povezani z največjo jakostjo, je rezultat logična refleksija teoretičnih predpostavk. Pričakovano smo zasledili večji vpliv ODU na največjo moč pri derivatih ODU. Upoštevati moramo, da je bila motoričnega učenja specifičnega gibalnega vzorca deležna zgolj skupina, ki je vadila ODU in je v procesu vadbe izpopolnila tehniko dviganja uteži. Ta je nujna, če želimo med ODU dosega optimalno produkcijo moči in dvigovati velika bremena (DeWeese idr., 2012; Javier Flores idr., 2017). Za učinkovit trening ODU je torej potrebna pravilna tehnična izvedba gibalne naloge. Preden vključimo ODU ali derivate v trenažni proces in jih uporabimo kot sredstvo razvoja motoričnih sposobnosti, se je treba naučiti pravilne tehnike dviganja. Suchomel in sodelavci (2015) priporočajo vsaj 4 tedne uvodne vadbe, saj s tem dvignemo učinkovitost in zmanjšamo možnost poškodb med vadbo.

V študijah, kjer so primerjali vplive ODU in PLIO na hitrost teka na razdalji od 10 do 30 metrov (zgodnjo fazo pospeševanja), nismo zasledili značilnih razlik. Prav tako ni bilo razlik v primerjavi skupnega učinka obeh tipov vadb z ODU (Teo idr., 2016; Tricoli idr., 2005). Nasprotno, ODU se je izkazala za učinkovitejšo metodo od SM pri agilnosti. Hitrost sprinta in spremembe smeri so v veliki meri odvisni od ekonomičnosti (sposobnost učinkovite ekscentrično-koncentrične kontrakcije) in sposobnosti proizvajanja velike moči v horizontalni (pri agilnosti tudi v lateralni) smeri, predvsem v prvih korakih (Bezodis idr., 2019; Mero idr., 1992; Komi, 2003). Medtem ko PLIO vpliva predvsem na ekscentrično-koncentrične kontrakcije, bi lahko na hitrost vadba ODU vplivala zaradi povečanja sposobnosti proizvajanja moči. Pri startu in v prvih korakih po startu večino moči proizvedejo iztegovalk kolka in iztegovalk gležnja, zato ima hitrost prirastka sile teh mišičnih skupin velik vpliv na hitrost gibanja v horizontalni smeri (Bezodis idr., 2019; Mero idr., 1992). Njihova pomembnost se kaže tudi v poznejših fazah pospeševanja. Povečano mišično aktivacijo velike zadnjične mišice, mišic zadnje lože in iztegovalk gležnja zasledimo pri večini derivatov ODU (Clarys in Cabri, 1993). Čeprav breme premagujemo v vertikalni smeri, izteg kolka, kolena in gležnja izvajamo silovito, kar izboljša delovanje živčno-mišičnih dejavnikov vključenih mišičnih skupin (Suchomel idr., 2015). Sklepamo lahko, da je gibalni transfer iz deriva-



Slika 7. Velikost učinka DUT na agilnost v primerjavi s preostalimi tipi vadbe za moč.



Slika 8. Velikost učinka DUT na odrivno moč.

tov ODU v sprint in agilnost majhen, zato bi lahko učinek ODU na hitrost in sposobnost hitrega spreminjanja smeri razlagali s povečano sposobnostjo relevantnih mišičnih skupin za proizvajanje velike moči.

Rezultati kažejo večji ali enak vpliv ODU na odrivno moč, jakost, hitrost ali agilnost. Zdi se, da je uporaba vadbe ODU smiselna pri športih, kjer so za doseganje vrhunškega rezultata pomembni hitri in eksplozivni gibi. Prav tako je smiselna uporaba derivatov ODU v telesni pripravi športnikov v polistrukturnih športih, ki vključujejo anaerobne elemente. To so na primer borilni športi (judo, karate), igre z loparji (tenis, badminton) in ekipni športi (rokomet, nogomet ipd.). Na koncu je treba poudariti, da je za učinkovito in varno izvajanje ODU nujna pravilna tehnika dviganja, ki jo morajo športniki pred dviganjem večjih bremen usvojiti (Tricoli idr., 2005).

Rezultate študije je treba zaradi nekaterih pomanjkljivosti pazljivo interpretirati. Prvič, metodološka analiza je bila izvedena na podlagi spremembe učinka pred intervencijo in po njej in ni upoštevala začetnega stanja znotraj posamezne skupine, ki ima lahko velik vpliv na oceno vpliva posamezne metode. Drugič, pri analizi vplivov vadbe na hitrost in agilnost smo zaradi majhnega števila študij obenem preverjali učinke na tek na 10, 15, 20, 30 in 37 metrov oz. na t-test in COD. Obstaja verjetnost, da testi ne ocenjujejo enake gibalne sposobnosti. Tretjič, v analizo so bile vključene raziskave, ki imajo velik razpon trajanja vadbe (od 4 do 15 tednov). Če bi primerjali samo študije, v katerih so vadbo izvajali več kot 8 tednov ali – obratno – manj kot 5 tednov, bi lahko bili izidi analize drugačni. Prav tako so bili merjenci v študijah relativno mladi posamezniki, ki niso bili vrhunski športniki, zato je ugotovitve težko posplošiti na širšo

populacijo vrhunskih športnikov, ki jih kondicijska vadba najbolj zadeva.

Zaključek

Vadba ODU ima velik učinek na odrivno moč. V primerjavi s PLIO vpliva podobno na jakost, medtem ko je od SM bolj učinkovita za razvoj odrivne moči, največje jakosti derivatov ODU, hitrosti in agilnosti. Zaradi ugodnega vpliva na moč in z njo povezane gibalne sposobnosti se zdi uporaba ODU v kombinaciji s PLIO najprimernejša oblika vadbe pri športih, pri katerih je tekmovalna uspešnost odvisna od hitrih, eksplozivnih gibov. Pri načrtovanju treninga je treba upoštevati, da je za vadbo PLIO in ODU potrebna določena stopnja telesne pripravljenosti skupaj z obvladovanjem tehnike dviganja, če želimo vadbo izvajati varno in učinkovito. Prav tako menimo, da je v prihodnje treba izvesti kakovostne intervencijske študije, ki bodo preučevale vplive ODU na hitrost, saj je področje slabo raziskano.

Literatura

- Arabatzi, F., & Kellis, E. (2012). Olympic weightlifting training causes different knee muscle-coactivation adaptations compared with traditional weight training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2192–2201.
- Arabatzi, F., Kellis, E., & Saèz-Saèz De Villarreal, E. (2010). Vertical jump biomechanics after plyometric, weight lifting, and ... *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2440–2448.
- Berton, R., Lixandrão, M. E., Pinto e Silva, C. M., & Tricoli, V. (2018). Effects of weightlifting exercise, traditional resistance and plyometric training on countermovement jump performance: a meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 36(18), 2038–2044. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1434746>
- Bezodis, N. E., Willwacher, S., & Salo, A. I. T. (2019). The Biomechanics of the Track and Field Sprint Start: A Narrative Review. *Sports Medicine*, 49(9), 1345–1364. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01138-1>
- Carlock, J. M., Smith, S. L., Hartman, M. J., Morris, R. T., Ciroslan, D. A., Pierce, K. C., Newton, R. U., Harman, E. A., Sands, W. A., & Stone, M. H. (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: A field-test approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 534–539. <https://doi.org/10.1519/R-12313.1>
- Channell, B. T., & Barfield, J. P. (2008). Effect of olympic and traditional resistance training on vertical jump improvement in high school boys. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1522–1527. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318181a3d0>
- Clarys, J. P., & Cabri, J. (1993). Electromyography and the study of sports movements: A review. *Journal of Sports Sciences*, 11(5), 379–448. <https://doi.org/10.1080/02640419308730010>
- De Villarreal, E. S., Requena, B., & Cronin, J. B. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 575–584. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318220f0d3>
- De Villarreal, E. S. S., Requena, B., & Newton, R. U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 513–522. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.08.005>
- DeWeese, B. H., Serrano, A. J., Scruggs, S. K., & Sams, M. L. (2012). The clean pull and snatch pull: Proper technique for weightlifting movement derivatives. *Strength and Conditioning Journal*, 34(6), 82–86. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31826f1023>
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., & Mikulic, P. (2020). Effects of plyometric vs. resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A review. *Journal of Sport and Health Science*, June. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.010>
- Hackett, D., Davies, T., Soomro, N., & Halaki, M. (2016). Olympic weightlifting training improves vertical jump height in sport-people: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 865–872. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094951>
- Hawkins, S. B., Doyle, L. A., & McGuigan, M. R. (2009). The effects of different training programs on eccentric energy utilization in college-aged males. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1996–2002.
- Helland, C., Hole, E., Iversen, E., Olsson, M. C., Seynnes, O., Solberg, P. A., & Paulsen, G. (2017). Training strategies to improve muscle power: Is olympic-style weightlifting relevant? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(4), 736–745. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001145>
- Hermassi, S., Chelly, M. S., Bragazzi, N. L., Shephard, R. J., & Schwesig, R. (2019). In-season weightlifting training exercise in healthy male handball players: Effects on body composition, muscle volume, maximal strength, and ball-throwing velocity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22). <https://doi.org/10.3390/ijerph16224520>
- Hermassi, S., Ghaith, A., Schwesig, R., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2019). Effects of short-term resistance training and tapering on maximal strength, peak power, throwing ball velocity, and sprint performance in handball players. *BioRxiv*, 1–18. <https://doi.org/10.1101/586586>
- Higgins, J., & Green, S. (2008). Chapter 22: Overview of reviews. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Cochrane Database of Systematic Reviews*, 187–235. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470712184.fmatter/summary>
- Hoffman, J. R., Cooper, J., Wendell, M., & Kang, J. (2004). Comparison of olympic vs. traditional power lifting training programs in football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 129–135. <https://doi.org/10.1519/00124278-200402000-00019>
- Ince, I., & Şentürk, A. (2019). Effects of plyometric and pull training on performance and selected strength characteristics of junior male weightlifter. *Physical Education of Students*, 23(3), 120–128. <https://doi.org/10.15561/20755279.2019.0303>
- Javier Flores, F., Sedano, S., & Redondo, J. C. (2017). Optimal load and power spectrum during snatch and clean: Differences between international and national weightlifters. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(4), 521–533. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1366758>
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J. (2017). Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. 7(January), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00677>
- Keller, S., Koob, A., Corak, D., von Schöning, V., & Born, D. P. (2020). How to Improve Change-of-Direction Speed in Junior Team Sport Athletes-Horizontal, Vertical, Maximal, or Explosive Strength Training? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(2), 473–482. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002814>
- Komi, P. V. (2003). *Strength and power in sports* (Second edition). Blackwell Science Ltd.
- Lorenz, D. S. (2013). Determine Elite Versus Nonelite Athletes in the Same Sport? 66213, 542–547. <https://doi.org/10.1177/1941738113479763>
- MacKenzie, S. J., Lavers, R. J., & Wallace, B. B. (2014). A biomechanical comparison of the vertical jump, power clean, and jump squat. *Journal of Sports Sciences*, 32(16), 1576–1585. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.908320>
- Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6), 349–355. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.035113>
- McBride, J. M., Haines, T. L., & Kirby, T. J. (2011). Effect of loading on peak power of the bar, body, and system during power cleans,

- squats, and jump squats. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1215–1221. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.587444>
28. McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (1999). A Comparison of Strength and Power Characteristics between Power Lifters, Olympic Lifters, and Sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 58–66. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1999\)013<0058:ACOSAP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1999)013<0058:ACOSAP>2.0.CO;2)
29. Mero, A., Komi, P. V., & Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of Sprint Running: A Review. *Sports Medicine*, 13(6), 376–392. <https://doi.org/10.2165/00007256-199213060-00002>
30. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J. A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J. J., Devereaux, P. J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., Gøtzsche, P. C., ... Tugwell, P. (2014). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 18(3), 172–181. <https://doi.org/10.14306/renhyd.18.3.114>
31. Oranchuk, D. J., Robinson, T. L., Switaj, Z. J., & Drinkwater, E. J. (2019). Comparison of the Hang High Pull and Loaded Jump Squat for the Development of Vertical Jump and Isometric Force-Time Characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 17–24. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001941>
32. Otto, W. H., Coburn, J. W., Brown, L. E., & Spiering, B. A. (2012). Effects of weightlifting vs. kettlebell training on vertical jump, strength, and body composition. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1199–1202.
33. Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., & Morin, J. B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(6), 648–658. <https://doi.org/10.1111/sms.12490>
34. Scherfenberg, E., & Burns, S. (2013). Implementing Hang Cleans for the Improvement of Vertical Jump in High School Athletes. *Journal of Exercise Physiology*, 16(2), 50–59.
35. Spiteri, T., Newton, R. U., & Nimphius, S. (2015). Neuromuscular strategies contributing to faster multidirectional agility performance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(4), 629–636. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.04.009>
36. Stone, M., Collins, D., & Plisk, S. (2002). Strength and conditioning: Training principles: Evaluation of modes and methods of resistance training -a coaching perspective. *Sports Biomechanics*, 1(1), 79–103. <https://doi.org/10.1080/14763140208522788>
37. Stone, M. H., Pierce, K. C., Sands, W. A., & Stone, M. E. (2006). *Weightlifting : A Brief Overview*. 28(1), 50–66.
38. Suchomel, T. J., Comfort, P., & Lake, J. (2017). *Enhancing the Force – Velocity Profile of Athletes Using Weight- lifting Derivatives*. September, 0–11. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000275>
39. Suchomel, T. J., Comfort, P., & Stone, M. H. (2015). Weightlifting Pulling Derivatives: Rationale for Implementation and Application. *Sports Medicine*, 45(6), 823–839. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0314-y>
40. Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength : Training Considerations. *Sports Medicine*, 48(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
41. Teo, S. J. M., Newton, M. J., Newton, R. U., Dempsey, A. R., & Fairchild, T. J. (2016). Comparing the Effectiveness of a Short-Term Vertical Jump vs. Weightlifting Program on Athletic Power Development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2741–2748.
42. Tricoli, V., Lamas, L., Carnevale, R., & Ugri-nowitsch, C. (2005). Short-term effects on lower-body functional power development: Weightlifting vs. vertical jump training programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 433–437. <https://doi.org/10.1519/R-14083.1>

prof. dr. Nejc Šarabon
Fakulteta za vede o zdravju
nejc.sarabon@fvz.upr.si