



David Martinc,
Primož Pori

Unilateralni trening za moč

Izvleček

Unilateralni trening v zadnjih letih predstavlja vse bolj pomemben pristop k treningu moči. Namen prispevka je bil opraviti pregled raziskav s tega področja ter podati nekatere praktične napotke za trening. V uvodu smo predstavili raziskave, ki so obravnavale morfološke in živčne prilagoditve unilateralnih vaj za moč. Pri živčnih prilagoditvah smo še posebej izpostavili pojav bilateralnega deficita ter križnega efekta.

Analizirali smo tudi najpomembnejše raziskave s področja primerjav v aktivaciji mišic med različnimi bilateralnimi in unilateralnimi vajami kot tudi opisali učinke unilateralnega treninga na nekatere pojavne oblike moči. Unilateralni trening lahko predstavlja zelo učinkovit način pridobivanja moči in ga je mogoče vključiti tako v vrhunski in rekreativni šport kot tudi v terapevtske namene.

Ključne besede: moč, uniteralni trening, bilateralni deficit, križni efekt



Unilateral strength training

Abstract

In the recent years the unilateral training has become an important and effective approach to the strength training. The purpose of the article was to conduct a review of researches from this field and to provide some practical guidance for training. In the introduction, we presented the researches, which dealt with the morphological and neural adaptations unilateral exercise of power. Inside neural adjustments we especially highlighted the bilateral deficit phenomenon and crossover effect. We also analyzed the most important researches in the field of comparisons in muscle activation between different bilateral and unilateral exercises as well as describe the effects of unilateral strength training on some forms of power. Unilateral training could be a very effective way to gain strength and can be incorporated into both the top and recreational sport as well as for therapeutic purposes.

Key words: strength, unilateral training, bilateral deficit, cross effect

■ Uvod

Največkrat uporabljena pojma pri človeški anatomiji, ki definirata pojem lateralnosti, sta bilateralno (obojestransko) in unilateralno (enostransko).

Pri bilateralnih gibanjih sodelujeta obe okončini istočasno in največkrat v isti ravnini, s ciljem izvedbe giba in produkcije sile v isti smeri. Pri tem je pomembno, da se delo, ki ga opravljajo mišice, razporedi čim bolj simetrično in enakomerno na obe okončini.

Unilateralna gibanja opredeljujejo premik oz. gib, ki je izveden enoročno ali enonožno, največkrat neodvisno od druge okončine.

Unilateralnost

Meja med športi, kjer prevladujejo unilateralni ali bilateralni vzorci gibanj, je težko določljiva, saj gre največkrat za preplet obeh načinov. Določeni aciklični športi zaradi svojih značilnosti in specifičnosti gibanja zahtevajo več unilateralnosti – enoročnih in enonožnih gibalnih akcij. Vsi odri, skoki, doskoki, meti, strelji, udarci in brce se pogosteje izvajajo z dominantnejšo okončino, od športne panoge pa je odvisno, ali se bo unilateralnost pojavljala na zgornjih ali spodnjih okončinah.

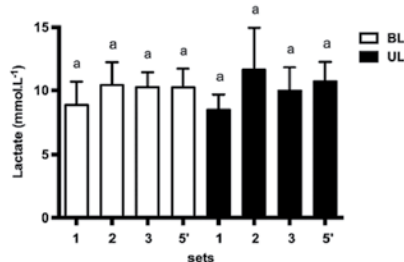
Poznavanje morfoloških in živčnih prilagoditev je ključnega pomena v načrtovanju procesa vadbe moči. V kakšni meri pa bodo uporabljene bilateralne ali unilateralne vaje za moč, pa je odvisno od prilagoditev, saj se morajo le te čim bolj približati karakteristikam in zahtevam športa. V naslednjih poglavjih so opisane prilagoditve, ki nastanejo kot posledica uporabe unilateralnih vaj za moč.

■ Morfološke prilagoditve unilateralnih vaj za moč

Morfološke prilagoditve pri treningu moči so v močni korelaciji z endokrinim odzivom anabolnih hormonov po treningu in v mirovanju (Migiano idr., 2010). Večino avtorjev je zanimala predvsem primerjava akutnega odziva anabolnih hormonov pri unilateralnem in bilateralnem treningu moči. Količina testosterona v unilateralni in bilateralni skupini je primerljiva, kljub temu da gre pri unilateralnem počepu za manjše celotno

absolutno delo (Jones, Ambegaonkar, Nindl, Smith in Headley, 2012).

Prav tako med unilateralno in bilateralno skupino ni prišlo do statistični razlik v koncentraciji laktata (Costa, Moreira, Cavalcanti, Krinski in Aoki, 2015).



Slika 1: Prikaz koncentracije laktata v krvi med unilateralno in bilateralno izvedbo (Costa idr., 2015).

Migiano idr. (2010) pa so raziskovali nekoliko bolj podroben endokrin odziv med bilateralnim in unilateralnim vajami za moč za zgornji del telesa. Ti so ugotovili, da so vaje, opravljene po bilateralnem protokolu, sprožile večji hormonski odziv (iGH, laktat) kot posledica večje količine vključene mase. Vendar razlik v stopnji koncentracije testosterona in inzulina med različnima protokoloma niso dokazali.

Razlik v morfoloških prilagoditvah pa niso ugotovili niti pri netrenirani ženski populaciji, saj po 12 tednih ni prišlo do bistvenih razlik med unilateralno in bilateralno skupino (Botton idr., 2015).

Po zgornjih ugotovitvah lahko zaključimo, da za nastanek morfoloških prilagoditev ni ključni dejavnik način izvedbe vaj za moč, ampak količina mišične mase, ki je vključena v samem treningu. Unilateralne in bilateralne vaje za moč za spodnji in zgornji del v obeh študijah niso nakazovale sprememb v koncentraciji testosterona.

■ Živčne prilagoditve unilateralnih vaj za moč

Po Daneshmandi, Hosseini in Afsharnejad (2007) in Krentz in Farthing (2010) se živčne adaptacije unilateralnega treninga kažejo podobno kot pri bilateralnem. Govorimo o povečanju moči v agonistični mišici in zmanjšano aktivacijo v antagonistični mišici. Avtorji so zaključili, da se živčne prilagoditve pri unilateralnem treningu kažejo v izboljšani znotrajmišični in medmišični koordinaciji v trenirani in netrenirani okončini.

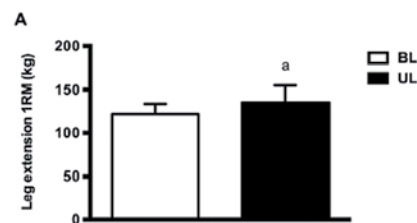
Bilateralni deficit

Ena izmed glavnih in najpomembnejših razlik med unilateralnim in bilateralnim treningom moči je nastanek bilateralnega deficita (BLD) (Dickin, Sandow in Dolny, 2011). BLD je definiran kot razlika med maksimalno silo pri bilateralnem gibanju in vsoto maksimalnih sil, proizvedenih z levo in desno okončino med unilateralnim gibanjem (Jakobi in Caferalli, 1998; Jones idr., 2012; Serrau idr., 2012). Tu gre za fenomen, kjer je maksimalna sila, proizvedena pri simultanih bilateralnih gibanjih, manjša v primerjavi z vsoto maksimalnih sil, proizvedenih med identičnim unilateralnim gibanjem. Njemu nasprotni pojav imenujemo bilateralna facilitacija oz. BLF. Sila, proizvedena v bilateralnih kontrakcijah, večja od vsote sil med unilateralno kontrakcijo (Howard in Enoka, 1991).

BLD je najverjetneje posledica centralnih (spinalnih, kortikalnih) in perifernih živčnih mehanizmov (Jakobi in Chilibeck, 2001). Manjša produkcija sile med bilateralno maksimalno kontrakcijo je torej posledica manjšega proženja signalov iz centralnega živčnega sistema ali zaradi povečane koaktivacije antagonistov – povečane inhibicijske vloge na alfa motorneuron agonista (Jakobi in Cafarelli, 1998). Več avtorjev opisuje, da fenomen BLD nastopi kot živčna inhibicija pri sočasni (bilateralni) kontrakciji dveh homolognih okončin in prav zaradi tega pride do manjše produkcije proizvedene sile (Sale, 2005).

BLD naj bi se pogosteje pojavljal pri večsklepnih gibanjih (Jakobi in Chilibeck, 2001) in pri submaksimalnih kot tudi maksimalnih kontrakcijah (Janzen, Chilibeck in Davison, 2006). Pojavlja se pri vseh populacijah, vendar se s starostjo njegova velikost znatno povečuje (Beurskens, Gollhofer, Muehlbauer, Cardinale in Granacher, 2015).

Prisotnost BLD so potrdili tudi pri treniranih moških, kjer so ugotavljali, do kakšnih razlik pride med maksimalno zavestno kontrakcijo pri unilateralnem in bilateralnem iztegu kolena (Costa idr., 2015).



Slika 2: Prikaz razlik v maksimalni moči pri unilateralnem in bilateralnem iztegu kolena (Costa idr. 2015).

Graf nakazuje 11 % razliko v moči med unilateralnim (135 ± 20.2 kg) in bilateralnim (120.0 ± 11.9 kg) načinom izvedbe vaj.

Pretirana uporaba bilateralnega treninga zmanjšuje BLD, specifični unilateralni trening naj bi ga povečeval (Taniguchi, 1997). Transfer unilateralnega treninga se pozitivno odraža tudi pri bilateralnih testih moči, skupina, ki je vadila samo v bilateralnih pogojih, pa je svoje vrednosti izboljšala le v bilateralnih testih moči (Botton idr., 2015). Tako se transfer moči bilateralnega nožnega treninga ne izraža kot dodana vrednost pri unilateralnih gibanjih (Boyle, 2007).

Po pregledu literature je v trenažni proces zaradi možnega pojava BLF potrebno vključevati tudi unilateralne vaje za moč, predvsem v panogah, ki zaradi svojih značilnosti zahtevajo ciklični način gibanja z obema okončinama (kolesarjenje, boks, veslanje) (Jakobi in Chilibeck, 2001). Iz tega sledi, da s pojavom BLD pri unilateralnem treningu ustvarimo večje sile, kar se lahko odraža v večjih morfoloških spremembah (npr. večja mišična masa). Prav zaradi tega fenomena pa naj bi unilateralne vaje za moč uporabljali pri ljudeh z zmanjšano produkcijo sile in zmanjšano mišično maso (npr. starostniki).

Nasprotno-lateralni efekt/križni efekt

Pojav pri treningu moči, kjer treniranje ene strani telesa poveča mišično moč v mišicah na drugi (nasprotno lateralni) strani, je postal poznan kot nasprotno lateralni ali "kontralateralni" efekt treninga moči (Caroll idr., 2006).

Križni efekt se kaže kot posledica unilateralnega treninga, povzroči sposobnost povečanja generacije maksimalne zavestne sile na drugi, netrenirani strani. Unilateralni trening je v povprečju povečal moč netrenirane okončine za 7,8 %, moč na trenirani strani telesa pa se je povečala za 35 % (Lee in Carroll, 2007). Povečanje moči na netrenirani strani telesa in odsotnost morfoloških prilagoditev močno nakazujeta dejstvo, da gre za spremembe v živčnem sistemu oz. da je za križni efekt odgovoren centralni živčni sistem (Magnus, Boychuk, Kim in Farthing, 2014).

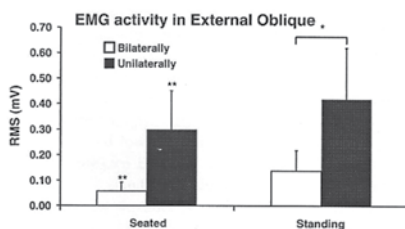
Kljub relativno majhnim napredkom v moči lahko lastnosti križnega efekta izkoriščamo predvsem v terapevtske namene (imobilizacije, poškodbe, bolezenska stanja ...). Fenomen unilateralnega treninga – torej pojav križnega efekta je velikega pomena, saj treniranje zdrave okončine ohranja moč obeh okončin (Magnus idr., 2014).

Razlika v aktivaciji mišic med bilateralnim in unilateralnim načinom izvajanja vaj za moč

Glavni namen številnih raziskav je bil primerjati elektromiografsko aktivnost različnih mišičnih skupin med unilateralnim in bilateralnim načinom izvajanja vaj za moč. Prav zaradi potreb po vključevanju le teh v športno prakso smo opisali raziskave, kjer so primerjali razlike v EMG aktivnosti mišic na zgornjih in spodnjih okončinah z ozirom na stabilizacijske mišice. Stabilizacijske mišice, obravnavane v raziskavah, so bile razdeljene po topološki delitvi, in sicer: stabilizacijske mišice okrog ramenskega, kolčnega in kolenskega sklepa ter stabilizacijske mišice trupa.

Unilateralni potisk zahteva večjo stabilnost in živčno-mišično kontrolo mišic trupa. Amplitude EMG signala so pokazale, da se pri unilateralnem načinu izvajanja vključuje nasprotno-lateralna stran mišic trupa, da telo ohranja v ravnotežnem in stabilizacijskem položaju (Santana, Vera-Garcia in McGill, 2007).

Prav tako so Bray, Lake in Shorter idr. (2010) dokazali, da enoročni potisk poveča aktivacijo stabilizacijskih mišic na kontralateralni strani – v primeru izvajanja giba z levo roko se močno poveča aktivacija desne strani poševnih trebušnih mišic, saj preprečujejo rotacijo v levo. Patterson, Vigotsky, Oppenheimer in Feser (2015) ter Behm in Anderson (2006) so predpostavili, da je v primeru nestabilne površine povišana ko-kontrakcija mišic; torej gre pri unilateralnih gibih (nestabilna površina) za povečanje aktivacije mišic trupa.



Slika 3: EMG aktivnost zunanje poševne trebušne mišice pri sedečem in stoječem potisku z rameni (povzeto iz Saeterbakken in Fimland, 2012).

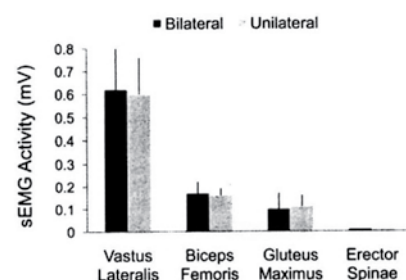
Saeterbakken in Fimland (2012) sta primerjala EMG aktivnost stabilizatorjev trupa med unilateralnim in bilateralnimi potiski. Unilateralni potisk z ročkami stoji vpliva na večjo živčno-mišično kontrolo stabilizatorjev, v primerjavi z bilateralnim. Slika 3 prikazuje povečano funkcijo zunanje poševne mišice pri unilateralnem potisku, saj je nje-

na primarna funkcija rotacija hrbtenice na nasprotno stran in stabilizacija trupa (upiranje lateralnim fleksijam). Pri bilateralnih vajah za moč, zaradi bremena v obeh rokah, do tega ne prihaja in to zmanjša rotacijske sile.

Zaradi značilnosti športa veliko gibalnih akcij (doskok, odziv, sprememba smeri) zahteva generiranje sile spodnjega telesa preko ene noge. McCurdy idr. (2010) opisujejo razlike v EMG aktivnosti mišic med bilateralnim in unilateralnim počepom pri športnicah. Unilateralni počep zahteva zaradi zmanjšane medio-lateralne podpore površine večjo živčno mišično aktivnost z namenom podpiranja telesa v frontalni ravnini. Prav zaradi tega zahteva podobne specifične vložke moči in proprioceptivne zahteve kot pri sami športni aktivnosti. Pri unilateralnem počepu so opazili večjo aktivacijo pri srednji zadnjični mišici in zadnjih stegenskih strunah. Torej se vključevanje unilateralnega počepa zaradi boljše sklepne stabilizacije kolka, medenice in kolena priporoča v športih, kjer je prisotno veliko doskokov in hitrih sprememb smeri. Pri bilateralnem počepu je bila izražena povečana aktivnost samo sprednje štiriglave stegenske mišice zaradi boljših potencialov izvedbe iztega kolena na stabilni površini.

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi drugi, saj so ugotovili, da je največja aktivnost zadnje stegenske mišice opažena pri unilateralnem počepu in se prav zato priporoča pri ljudeh, ki imajo porušeno ravnovesje v moči med sprednjo in zadnjo stegensko mišico (Deforest, Cantrellin Schilling, 2014).

Uporaba unilateralnega počepa vpliva tudi na manjše kompresijske sile na hrbtenico, hkrati pa vpliva na večjo aktivacijo ključnih stabilizatorjev medenice in kolena (Boyle, 2007).



Slika 4: Prikaz EMG aktivnosti mišic med bilateralnim in unilateralnim počepom (povzeto po Jones idr., 2012).

Jones idr. (2012) so pri treniranih moških analizirali aktivacijo mišic med unilateralnim in bilateralnim počepom. Ugotovili so

primerljivo aktivacijo mišic, kar nakazuje spodnji graf (Slika 4).

■ Uporaba unilateralnih vaj za moč za različne pojavnne oblike moči, za odpravljanje asimetrij ter za rehabilitacijo

Iz zgornjih opisanih študij o aktivaciji opazimo, da omejitvena dejavnika aktivacije agonističnih mišic postaneta povečana stabilizacija trupa in nestabilni pogoji, zato je pri unilateralnem treningu maksimalne moči potrebno ustvariti optimalne pogoje, ki bodo vadečemu nudili razvoj maksimalne sile agonista.

Jansson in Skarphagen (2012) ter Speirs, Bennett, Finn, in Turner (2016) so primerjali vpliv unilateralnega in bilateralnega počepa na povečanje maksimalne moči, šprinta in agilnosti. Ugotovili so, da z uporabo unilateralnih vaj dosežemo primerljiva, v nekaterih primerih celo večja izboljšanja v maksimalni moči, agilnosti in šprintih na kratki razdalji.

Uporaba unilateralnih vaj za moč pri pliometričnem treningu

V eni izmed raziskav so primerjali efekt unilateralnih in bilateralnih vaj na eksplozivno moč spodnjih okončin pri netrenirani populaciji (moški in ženske). Skupina, ki je vadila v unilateralnih pogojih, je vrednosti višine in produkcije moči pri unilateralnem skoku bolj izboljšala (McCurdy idr., 2005).

Pri netrenirani ženski populaciji so ugotovili različno dolgo trajajoče učinke pliometričnih vaj za moč. Izvajanje unilateralnih pliometričnih vaj za moč je učinkovitejše, takrat ko mora športnik dvigniti svoj nivo pripravljenosti v kratkem času ali pred pomembnejšimi tekmami ter v makrociklu z več vrhovi. Pri uporabi bilateralnih pliometričnih vaj za moč gre za vzdrževanje visokega nivoja eksplozivne moči tudi do štirih tednov po koncu treniranja pliometrije, zato jo uporabljamo predvsem v športih, ki zahtevajo vzdrževanje moči skozi daljše tekmovalno obdobje. Pri bilateralnih pliometričnih vajah za moč gre torej za linearno povečanje vrednosti v nekem obdobju, pri unilateralnih pa govorimo o hitrejšem prirastku (Makaruk, Winchester, Sadowski, Czaplicki in Sacewicz, 2011).

Kombinacija unilateralnih in bilateralnih pliometričnih vaj za moč se izkaže za najučinkovitejšo metodo za čim boljši dosežek v športu (Ramirez-Campillo, 2015).

Pri uporabi unilateralnih pliometričnih vaj za moč se zaradi razporeditve teže posameznika na eno samo okončino pojavijo velike sile v fazi doskoka. Prav zato je pri izbiri unilateralnih vaj za moč potrebno upoštevati sposobnosti posameznika in postopnost obremenjevanja. Vpeljava unilateralnih pliometričnih vaj za moč je v procesu treninga moči smiselna pri izkušnejših vadečih, saj njihova prehitra uporaba povzroči preobremenjevanje gibalnega aparata in poškodbe.

Vpliv unilateralnih vaj za moč na odpravljanje asimetrij in njihova uporaba v rehabilitaciji

Pretirana uporaba samo ene vrste okončin in samo ene strani telesa, zgodovina poškodb in športno specifične zahteve so eni izmed najpogostejših možnih dejavnikov, ki vplivajo na nastanek neravnovesij v telesu. Te se lahko pokažejo kot razlika v različnih motoričnih sposobnostih (moč) med okončinama, kar se posledično kaže v nastanku asimetrij.

Bilateralna asimetrija v mišični moči je definirana kot relativna razlika v maksimalni mišični učinkovitosti med dvema okončinama in je pogosto uporabljena kot funkcionalni deficit, ki je povezan s poškodbami (Ceroni, Martin, Delhumeau in Farpour Lambert, 2012).

Bilateralna asimetrija je prisotna tudi pri izvajanju bilateralnih vaj za moč (počep). Z večanjem zunanega bremena se je statistično povečevala razlika med nogama, in sicer navor v gležnju in kot v kolku (Kobayashi, idr. 2010).

Z uporabo unilateralnih vaj za moč vplivamo na izboljšano simetrijo med okončinami, saj poudarek na krepitvi ene okončine (neodvisno od druge) vpliva na izboljšano delovanje oslabeledih in nefunkcionalnih mišic. Glavna primarna vloga unilateralnih vaj za moč je izboljšanje stabilnosti sklepov, ravnovesja moči mišic med okončinami in preventiva pred poškodbami. Torej, z unilateralnimi vajami za moč izboljšamo stabilnost sklepov, prav ta pa se pozitivno kaže tudi pri izvajanju bilateralnih vaj (Robertson, 2004).

Unilateralne vaje za moč se v veliki meri uporabljajo v rehabilitacijske namene, saj

eno okončino krepimo neodvisno od druge. Pozitivni učinki unilateralnega treninga v procesu rehabilitacije se kažejo tudi zaradi nasprotno-lateralnega efekta (Lee in Carroll, 2007).

■ Vpeljava unilateralnih vaj v trenažni proces moči

Trenutne študije nam ne ponujajo točnih in konkretnih določil, s katerimi bi definirali, kdaj začeti z uporabo unilateralnih vaj za moč.

Izbira osnovnih bilateralnih vaj za moč v začetnih fazah trenažnega procesa ni napačna, toda največkrat se zgodi, da trenerji zaradi želje po čim hitrejšem napredku pozabljajo na vključevanje unilateralnih vaj. Z pretirano uporabo samo bilateralnih vaj za moč lahko vplivajo na monotonost treninga in na upad gibalnih sposobnosti (pojav bilateralne facilitacije).

Vloga kondicijskih trenerjev je vpeljati unilateralni trening že v začetne faze (brez unilateralne pliometrije), saj z manj bremena dosežemo, da se telo lažje prilagaja na postopno obremenjevanje. Z uporabo unilateralnih vaj za moč varujemo posameznika pred prehitrim obremenjevanjem z utežmi, predvsem pri nižji starostni skupini, saj so takrat sklepne, ob sklepne in mišične strukture še v fazi rasti (Jones idr., 2012).

Vključevanje unilateralnih vaj za moč je nujno potrebno tudi pri vrhunskih športnikih, ker s svojimi specifičnimi odzivi vplivajo na boljšo športnikovo zmogljivost. Uporaba unilateralnih vaj za moč je smiselna tudi po koncu tekmovalnega obdobja in v fazi priprav, saj z uporabo majhnih bremen razbremenimo telo, izboljšamo proprioceptivno delovanje, istočasno pa vplivamo na razvoj stabilizacijskih mišic (Robertson, 2011).

■ Sklep

V članku smo podali glavne ugotovitve in izsledke raziskav o vključevanju unilateralnih vaj za moč. Zanimalo nas je predvsem to, ali lahko z unilateralnimi vajami za moč vplivamo na podobne prilagoditve kot pri bilateralnih vajah za moč. Pojem unilateralnosti je zaradi svoje specifičnosti zanimiva tema za obravnavo, rezultati raziskav nam pokažejo velik korak na področju športnega treniranja. Najbolj podrobno raziskovana in izpostavljena sta bilateralni deficit in križni efekt, ki nastaneta

kot posledica živčnih prilagoditev pri unilateralnih vajah za moč. Rezultati raziskav kažejo, da so unilateralne vaje za moč učinkovit način pridobivanja moči, ki je primerljiv z bilateralnim. Kombinacija uporabe unilateralnih in bilateralnih vaj za moč je torej nepogrešljiv element trenažnega procesa. Za potrebe športne prakse pa je v prihodnosti potrebno oblikovati smernice, ki bi definirale in določile, kdaj je smiselno začeti z vključevanjem unilateralnih vaj za moč.

Literatura

- Arin, A., Jansson, D. in Skarphagen, K. (2012). Maximal unilateral leg strength correlates with linear sprint and change of direction speed. Department of Food and Nutrition, and Sport Science: University of Goteborg.
- Behm, D. in Anderson, K. (2006). The role of instability with resistance training. *Journal of Strength Conditioning Research*, 20(3), 716–722.
- Beurskens, R., Gollhofer, A., Muehlbauer, T., Cardinale, M. in Granacher, U. (2015). Effects of heavy resistance strength and balance training on unilateral and bilateral leg strength performance in old adults. *PLoS ONE*, 10(2), 1–13.
- Botton, C. E., Radaelli, R., Wilhelm, E. N., Rech, A., Brown, L. E. in Pinto, R. S. (2015). Neuromuscular adaptations to unilateral vs bilateral strength training in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Aug 29. (Epub ahead of print).
- Boyle, M. (2007). The Case for single limb training. Pridobljeno 7. 7. 2013 iz <https://www.t-nation.com/training/case-for-single-limb-training> Bray W., Lake J. in Shorter K. (2010). Can muscle activation be increased when modifying the dumbbell chest press? An electromyographic comparison. V XXVIII International Conference on Biomechanics in Sports, July 2010.
- Carroll, T.J., Herbert, R. D., Munn, J., Lee, M., in Gandevia, S. C. (2006). Contralateral effects of unilateral strength training: evidence and possible mechanisms. *Journal of applied physiology*, 101, 1514–1522.
- Ceroni, D., Martin, X.E., Delhumeau, C. in Farpour-Lambert, N. (2012). Bilateral and gender differences during single-legged vertical jump performance in healthy teenagers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 452–457.
- Costa, E.C., Moreira, A., Cavalcanti, B., Krinski, K. in Aoki, M.S. (2015). Effect of unilateral and bilateral resistance exercise on maximal voluntary strength, total volume of load lifted, and perceptual and metabolic responses. *Biology of Sport*, 32(1), 35–40.
- Daneshmandi, H., Hosseini, S.A. in Afsharnejad, T. (2007). Intermuscular and intramuscular neural adaptations of trained and contralateral untrained limb following unilateral resistance training. *I. J. Fitness*, 3 (2), 1–10.
- DeForest B. A., Cantrell, G. S. in Schilling, B. K. (2014). Muscle activity in single-vs. Double leg squats. *International Journal of Exercise Science*, 7(4), 302–310.
- Dickin, D. C., Sandow, R. in Dolny, D. G. (2011). Bilateral deficit in power production during multi-joint leg extensions. *European Journal of Sport Science*, 11(6), 437–445.
- Jakobi, J. M. in Cafarelli, E. (1998). Neuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractions. *Journal of applied physiology*, 84, 200–206.
- Jakobi, J. M. In Chilibeck P. D. (2001). Bilateral and unilateral contractions: possible differences in maximal voluntary force. *Canadian journal of applied physiology*, 26(1), 12–33.
- Janzen, C. L., Chilibeck, P. D. in Davison, K. S. The effect of unilateral and bilateral strength training of the bilateral deficit and lean tissue mass in post-menopausal women. (2006). *European Journal Applied Physiology*, 97, 253–260.
- Jones, M. T., Ambegaonkar, J. P., Nindl, B. C., Smith, J. A. in Headley, S. A. (2012). Effects of unilateral and bilateral lower-body heavy resistance exercise on muscle activity and testosterone responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 1094–1100.
- Kobayashi, Y., Kubo, J., Matsuo, A., Matsubayashi, T., Kobayashi, K. In Ishii, N. (2010). Bilateral asymmetry in joint torque during squat exercise performed by long jumpers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2826–2830.
- Krentz, J. R. in Farthing, J.P. (2010). Neural and morphological changes in response to a 20-day intense eccentric training protocol. *European journal applied physiology*, 110, 333–340.
- Lee, M. in Carroll, T. J. (2007). Cross Education: possible mechanisms for the contralateral effects of unilateral resistance training. *Sport Med*, 37(1), 1–14.
- Magnus, C. R. A., Boychuk, K., Kim, S. Y. in Farthing, J. P. (2014). At-home resistance tubing strength training increases shoulder strength in the trained and untrained limb. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*. 24, 586–593.
- Makaruk, H., Winchester, J. B., Sadowski, J., Czaplicki, A. in Sacewicz, T. (2011). Effects of unilateral and bilateral plyometric training on power and jumping ability in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3311–3318.
- McCurdy K., O'Kelley E., Kutz M., Langford G., Ernest J. in Torres M. (2010). Comparison of lower extremity EMG between the 2-leg squat and modified single-leg squat in female athletes. *Journal of sport rehabilitation*, 19, 57–70.
- McCurdy, K. W., Langford, G. A., Doscher, M. W., Wiley, L. P. in Mallard, K. G. (2005). The effects of short-term unilateral and bilateral lower-body resistance training on measures of strength and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 9–15.
- Migiano, M. J., Vingren, J. L., Volek, J.S., Maresh, C. M., Fragala, M. S., Ho, J., ... Kraemer, W. (2010). Endocrine response patterns to acute unilateral and bilateral resistance exercise in men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 128–134.
- Patterson, J., Vigotsky, A. D., Oppenheimer, N. E. in Feser, E. H. (2015). Differences in unilateral chest press muscle activation and kinematics on a stable versus unstable surface while holding one versus two dumbbells. *PeerJ*.
- Ramirez-Campillo, R., Burgos, C. H., Henriquez-Olguin, C., Andrade, D. C., Martinez, C., Alvarez, C., Castro-Sepulveda, M., Marques, M. C. in Izquierdo, M. (2015). Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1317–1328.
- Robertson, M. (2004). Single-leg supplements. Pridobljeno 7. 7. 2013 iz <https://www.t-nation.com/training/single-leg-supplements>
- Robertson, M. (2011). The truth about single-leg training. Pridobljeno 7. 3. 2013 iz <https://www.t-nation.com/training/single-leg-training>
- Saeterbakken, A. H. in Fimland, M. S. (2012). Muscle activity of the core during bilateral, unilateral, seated and standing resistance exercise. *European journal applied physiology*, 112, 1671–1678.
- Sale, D. G. (2005). Neural adaptations to resistance training. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 20(5), 135–145.
- Serrau, V., Driss, T., Vandewalle, H., Behm, D. G., Lesne-Chabran, E. in Le Pellec-Muller, A. (2012). Muscle activation of the elbow flexor and extensor muscle during self-resistance exercises: comparison of unilateral maximal cocontraction and bilateral self-resistance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2468–2477.
- Speirs, D. E., Bennett, M. A., Finn, C. V. in Turner, A. P. (2016). Unilateral vs. Bilateral squat training for strength, sprints and agility in academy rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 386–392.
- Taniguchi, Y. (1997). Lateral specificity in resistance training: the effect of bilateral and unilateral training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 75:144–150.

David Martinc
Spodnje Stranje 17 f
1242 Stahovica
david.martinc56@gmail.com