



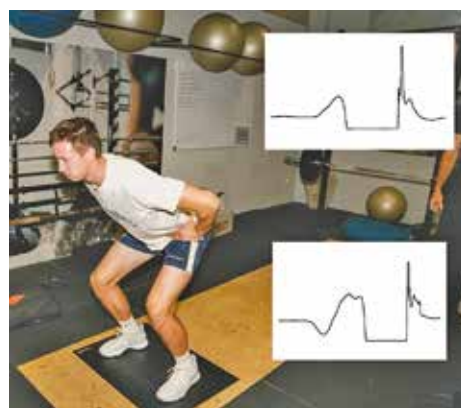
Jernej Pleša¹,
Klemen Čretnik¹, Žiga Kozinc^{1,2}, Nejc Šarabon^{1,3,4}

Razmerje med skokom z nasprotnim gibanjem in skokom iz počepa: mehanizmi v ozadju, vpliv treninga in praktična uporabnost

Izvleček

Za vrednotenje odzivne moči se najpogosteje uporabljata navpični skok iz počepa (angl. squat jump; SJ) in navpični skok z nasprotnim gibanjem (angl. countermovement jump; CMJ). Pri tem se poleg analize osnovnih izhodnih parametrov pogosto vrednoti tudi razmerje med rezultati istovrstnih spremenljivk pri CMJ in SJ, poimenovano kot indeks izkoristka ekscentrične faze (angl. eccentric utilization ratio; EUR). Dolgo časa je veljalo, da višje vrednosti EUR pomenijo boljši izkoristek elastične energije, kar naj bi pozitivno vplivalo na športno zmogljivost. Poznejše študije so pokazale, da višje vrednosti EUR ne odražajo nujno boljše telesne zmogljivosti, saj so te lahko posledica slabše zmogljivosti pri SJ, v ozadju katere sta mišična ohlapnost oziroma manjša togost mišično-kitnega kompleksa in slabša sposobnost za hitro proizvodnjo sile. Višina skoka je odvisna predvsem od impulza sile na podlago, zato je za zmogljivost pri SJ ključna sposobnost hitre proizvodnje sile, ta pa je močno odvisna od togosti. Pri CMJ ima sposobnost hitre proizvodnje sile v koncentrični kontrakciji manjšo vlogo, saj silo razvijamo že v ekscentrični fazi. Poleg tega literatura poroča o tem, da bi EUR lahko bil tudi posledica razlik v kinematiki med skokoma (npr. globina počepa in nagib trupa) ter tudi razlik v koordinaciji gibanja, ki se nanaša na to, da SJ predstavlja dokaj nenaravno gibanje, saj je večina gibanj, pri katerih je cilj ustvariti čim večjo silo v čim krajšem času, običajno izvedena z določeno stopnjo nasprotnega gibanja. Poleg omenjenih dognanj na področju mehanizmov v ozadju EUR v članku povzemamo tudi dognanja prečno-presečnih in intervencijskih študij, ki prav tako nakazujejo omejeno uporabnost EUR za vrednotenje zmogljivosti športnikov.

Ključne besede: skok iz počepa, skok iz nasprotnega gibanja, navpični skok, EUR.



The ratio between countermovement jump and squat jump: underlying mechanisms, training effects and practical application

Abstract

Jumping power is usually evaluated through different variables of squat jump (SJ) and countermovement jump (CMJ). Besides the basic output parameters of CMJ and SJ, practitioners might be interested in calculating the ratio between the jumps, which is termed as "eccentric utilization ratio" (EUR). Traditionally, it was believed that higher values of EUR reflect better efficiency in elastic energy storage, which is expected to have a positive impact on athletic performance. However, later studies have shown that EUR does not correlate with sport performance and that while a higher values of EUR can be consequence of superior CMJ performance, it can also reflect poorer SJ performance. Poor SJ performance (relative to CMJ) can reflect excessive muscle slack and poor ability to develop force rapidly, thus not necessary reflect better efficiency in storage of elastic energy. Jump height primarily depends on force impulse, therefore, the ability to rapidly produce force is crucial for SJ performance. In addition, the literature reports that higher values of EUR may be due to differences in kinematics between the jumps (e.g. squat depth and torso lean), as well as the consequence of movement coordination, as it has been stressed that SJ is an unnatural movement, since most high-force ballistic actions are typically performed with a certain amount of countermovement. In addition to the underlying mechanisms of EUR, this paper also reviews recent findings of cross-sectional and interventional studies that point against using EUR in sports practice.

Keywords: squat jump, countermovement jump, vertical jump, eccentric utilization ratio.

¹Univerza na Primorskem, Fakulteta za vede o zdravju, Izola

²Univerza na Primorskem, Inštitut Andrej Marušič, Koper

³InnoRenew CoE, Izola

⁴S2P, Znanost v praksi, d. o. o., Ljubljana

■ Uvod

S hitrim razvojem športne znanosti postaja športna diagnostika nepogrešljiv del tekmovalnega športa za izboljševanje zmogljivosti, preprečevanje poškodb in optimizacijo trenažnega procesa. Z različnimi testi za vrednotenje telesne zmogljivosti lahko prepoznamo posameznikove močne in šibke točke ter na podlagi teh načrtujemo in individualno prilagodimo trenažni proces. Z rednim in sistematičnim ponavljanjem diagnostičnih testov dobimo vpogled v učinkovitost trenažnega programa ter se v okviru tega odločamo o nadaljnjih prilagoditvah. Vrednotenje mišične jakosti in moči ter njunih akcijskih podoblik je smiselno v številnih športih, predvsem zaradi znanih povezav s športno zmogljivost (Sattler idr., 2015) in pozitivnega učinka na preprečevanje nastanka poškodb (De Hoyó idr., 2016; Faigenbaum in Myer, 2010).

Za vrednotenje živčno-mišične zmogljivosti spodnjih okončin pogosto uporabljajo različne oblike skokov (Levinger idr., 2019). Za zlati standard za ocenjevanje odzivne moči v navpični smeri veljajo skoki na plošči za merjenje sil na podlago (Cronin, Hing in McNair, 2004; McElveen, Riemann in Davies, 2010). Literatura na tem področju kaže, da se različne oblike skokov lahko uporabljajo tudi za predvidevanje sposobnosti pospeševanja, največje hitrosti šprinta in sposobnosti hitre spremembe smeri gibanja (Emmonds, Nicholson, Begg, Jones in Bissas, 2019; Amonette idr., 2014; McMahon, Lake, Ripley in Comfort, 2020). Poleg tega se različne oblike skokov uporabljajo tudi za vrednotenje lateralnih asimetrij, ki lahko negativno vplivajo na športno zmogljivost (Bishop, Brashill idr., 2019; Bishop, Turner idr., 2019), vplivajo na povečano tveganje za pojav poškodb (Helme, Tee, Emmonds in Low, 2021) in so eden izmed kriterijev za vrnitev v šport po poškodbi spodnjih okončin (Noyes, Barber in Mangine, 1991; Paterno in Greenberger, 1996).

Za vrednotenje odzivne moči se najpogosteje uporabljata navpični skok iz počepa (angl. squat jump; SJ) in navpični skok z nasprotnim gibanjem (angl. countermovement jump; CMJ). Za vrednotenje uspešnosti teh skokov se v športni praksi poleg analize osnovnih izhodnih parametrov pogosto vrednoti tudi razmerje med rezultati istovrstnih spremenljivk pri CMJ in SJ. To razmerje je v literaturi največkrat poimenoвано kot indeks izkoristka ekscentrične faze (angl. eccentric utilization ratio; EUR).

Poleg EUR (CMJ/SJ) se v literaturi pojavljajo še druge, manj pogoste oblike izračunavanja razmerja med CMJ in SJ. Različni avtorji predlagajo še izračun reaktivne jakosti (CMJ-SJ) in odstotek povečanja skoka kot posledice predhodnega raztezanja mišično-kitnega kompleksa $((\text{CMJ-SJ})/\text{SJ}) \times 100$ (Haff idr., 2010). Dolgo je veljalo, da višje vrednosti EUR pomenijo boljši izkoristek elastične energije (McGuigan idr., 2003; Komi in Bosco, 1978). V tem članku povzemamo najnovejša dognanja o mehanizmi v ozadju EUR, povezavi EUR s športno zmogljivostjo in smiselnosti uporabe EUR v športni praksi.

■ Mehanizmi v ozadju EUR

Čeprav je dolgo veljalo, da so višje vrednosti EUR zaželeni in so pozitivno povezane s športno zmogljivostjo (McGuigan idr., 2003), so poznejše študije pokazale, da višje vrednosti EUR niso nujno posledica boljšega izkoristka elastične energije. Preprosteje, zaradi proizvodnje velikih sil že v ekscentrični fazi CMJ in s tem večje izhodiščne sile v najnižjem položaju sta v propulzivni fazi mogoča večja povprečna izhodna moč ter s tem višji skok kot pri SJ (Bobbert in Casius, 2005; Bobbert, Gerritsen, Litjens in Van Soest, 1996). Bobbert in Casius (2005) v svoji študiji ugotavljata, da pri CMJ mišice iztegovalke kolka v prvih 30 % propulzivne faze proizvedejo več dela, predvsem zaradi visoke prednapetosti mišic in ustvarjanja velikih sil še pred začetkom propulzivne faze. Poleg tega je ob začetku SJ zaznati določeno stopnjo mišične ohlapanosti (mišice niso popolnoma napete in aktivirane), ki se mora ob začetku mišične aktivnosti izničiti (Van Hooren in Bosch, 2016). To ne drži za CMJ, saj zaradi visoke mišične aktivnosti v fazi nasprotnega gibanja mišične ohlapanosti na začetku propulzivne faze ni več. Treba je omeniti, da je zaradi razlik v kinematiki med CMJ in SJ (npr. različni nagib trupa) težko nadzorovati globino počepa. Pogosto se zgodi, da športniki pri CMJ dosega večjo globino počepa, kar omogoča dodaten čas za proizvodnjo sile, to pa se odraža v večjem impulzu in daljšem trajanju pospeševanja v navpični smeri.

Študije kažejo, da je CMJ najučinkovitejši, ko je najvišja sila na podlago dosežena točno v trenutku preklopa med ekscentrično in propulzivno fazo (McHugh, Hickok, Cohen, Virgile in Connolly, 2021). Pri tem višje vrednosti EUR lahko pripišemo večjemu

izkoristku ekscentrične faze za ustvarjanje sile. Vendar višje vrednosti EUR ne odražajo nujno boljše zmogljivosti. Večja razlika med skokoma bi lahko bila tudi posledica manjše zmogljivosti v SJ. Drugače povedano, posamezniki s slabo zmogljivostjo v koncentrični moči, ki je ključna za SJ, bi lahko od ekscentrične faze EUR odnesli več. Višina skoka je odvisna predvsem od impulza sile na podlago (Kirby, McBride, Haines in Dayne, 2011), zato je za zmogljivost pri SJ ključna sposobnost hitre proizvodnje sile (Bobbert in Casius, 2005; McLellan, Lovell in Gass, 2011), ki je delno povezana z ohlapanostjo mišic (Van Hooren in Bosch, 2017). Pri CMJ ima sposobnost hitre proizvodnje sile v koncentrični kontrakciji manjšo vlogo, saj silo razvijamo že v ekscentrični fazi. Poleg tega bi bil EUR lahko delno povezan tudi z gibalnim učenjem in koordinacijo gibanja, ki se nanaša na to, da gre pri SJ za dokaj nenaravno gibanje, saj je večina gibanj, pri katerih je cilj ustvariti čim večjo silo v čim krajšem času, običajno izvedena z določeno stopnjo nasprotnega gibanja (Bobbert, Casius, Sijpkens in Jaspers, 2008; Hasson, Dugan, Doyle, Humphries in Newton, 2004). Na podlagi omenjenih argumentov bi višje vrednosti EUR lahko nakazovale slabše sposobnosti pri SJ, povezane s slabšo sposobnostjo za hitro proizvodnjo sile.

■ Povezanost EUR s telesno zmogljivostjo

V skladu z opisanimi argumenti novejša študije poročajo, da višje vrednosti EUR niso nujno povezane z boljšo športno zmogljivostjo (Kozinc, Žitnik, Smajla in Šarabon, 2021a; Van Hooren in Zolotarjova, 2017; Kozinc, Pleša in Šarabon, 2021b). Nedavno objavljena obsežna študija, izvedena na velikem vzorcu različnih skupin športnikov (9 skupin športnikov, $n = 770$), poroča o najvišjih vrednostih EUR pri študentih, medtem ko so imeli atleti kljub najboljšim rezultatom pri navpičnem skoku nižje vrednosti EUR (Kozinc idr., 2021a). Kot zanimivost avtorji poročajo, da so imeli študenti dvakrat višje vrednosti EUR kot odbojkarji, ki v okviru trenažnega procesa redno izvajajo veliko število skokov. Kozinc idr. (2021b) poročajo tudi o majhnih oziroma celo odsotnih povezavah med EUR in športno specifično zmogljivostjo odbojkarjev, kar kaže, da je z vidika spremljanja živčno-mišične zmogljivosti bolj smiselno spremljanje le zmogljivosti pri CMJ, saj so rezultati pri CMJ povezani s sposobnostjo

linearnega pospeševanja, in spremembe smeri gibanja ter z odrivno močjo posameznika (Emmonds idr., 2019; Amonette idr., 2014; McMahon idr., 2020).

Podobno navajata tudi Grosprêtre in Leperisa (2016), ki pri atletih kljub višjim vrednostim EUR v primerjavi s tekmovalci v gimnastiki in izvajalci parkourja ugotavljata nižje višine SJ in CMJ. V atletiki je dobro znano, da imajo športniki v disciplinah, ki zahtevajo visoko raven hitre moči (sprinterji, skakalci in metanci), boljše razvito sposobnost odrivne moči kot tekmovalci v vzdržljivostnih disciplinah (tekači na dolge proge in triatlonci), pri tem pa študije poročajo, da kljub razlikam v zmogljivosti SJ in CMJ ni razlik v vrednosti EUR (Luterco idr., 2015). Omenjeni rezultati nakazujejo, da EUR ni povezan s športno zmogljivostjo, kar pod vprašaj postavlja smiselnost uporabe te spremenljivke za usmerjanje trenažnega procesa. Eden izmed razlogov za odsotnost povezav EUR s športno zmogljivostjo bi bil lahko v pomankanju časovne komponente pri izvedbi CMJ. Schmidtbleicher (1992) CMJ uvršča med gibalne naloge, ki vključujejo počasne ekscentrično-koncentrične mišične kontrakcije (čas izvedbe gibalne naloge je daljši od 250 ms), pri katerih je izkoristek elastične energije zanemarljiv. V tem kontekstu bi bilo zanimivo preveriti povezanost modificiranega indeksa reakcijske moči (RSI_{mod}), ki je izračunan kot razmerje med višino skoka in časom izvedbe odrivne akcije (Ebben in Petushek, 2010), s športno zmogljivostjo. V tem primeru bi višja vrednost RSI_{mod} lahko pomenila boljši izkoristek elastične energije, kar bi lahko potencialno pozitivno vplivalo na športno zmogljivost. Študije kažejo, da sta EUR in RSI_{mod} v zanemarljivi povezavi ($r = 0,19-0,24$) (Suchomel, Sole in Stone, 2016), kar pomeni, da dajeta različne informacije o zmogljivosti športnika.

■ Vpliv treninga na EUR

O vprašljivi uporabnosti EUR za spremljanje in usmerjanje trenažnega procesa poročajo tudi intervencijske študije (Gehri, Ricard, Kleiner in Kirkendall, 1998; Hawkins, Doyle in McGuigan, 2009). Gehri in sodelavci (1998) v intervencijski študiji po 12 tednih treninga pliometrije poročajo o izboljšanju skakalnih sposobnosti brez statistično značilnih sprememb v vrednosti EUR. V študiji Hawkinsa idr. (2009) po 8 tednih treninga olimpijskega dvigovanja uteži ob značilnem izboljšanju CMJ in SJ ni bilo sprememb v vrednosti EUR. Po drugi strani McGuigan

idr. (2006) v svoji študiji poročajo, da bi bil EUR lahko občutljiv na trening, vendar v študiji niso pregledali neposredne povezanosti spremembe EUR s športno oziroma atletsko zmogljivostjo. Študija Chellyja idr. (2010) poroča o zanimivih ugotovitvah, saj so bile po 8-tedenski intervenciji treninga pliometrije opažene statistično značilne izboljšave le v zmogljivosti pri SJ, in ne pri CMJ. Medtem ko so za trening pliometrije značilne hitre ekscentrično-koncentrične mišične kontrakcije, večje izboljšave v zmogljivosti SJ nakazujejo potencial tega tipa treninga za povečanje togosti mišično-kitnega kompleksa (Fouré, Nordez in Cornu, 2010) in s tem povečanja sposobnosti za proizvodnjo hitrega prirasta sile. Rezultati omenjene študije (večji vpliv treninga pliometrije na izboljšanje SJ kot CMJ) dodatno podkrepijo domnevo, da je večji EUR lahko posledica slabše zmogljivosti pri SJ (mišična ohlapnost oziroma manjša togost mišično-kitnega kompleksa je povezana s slabšo sposobnostjo za hitro proizvodnjo sile) in ne pomeni nujno boljšega izkoristka elastične energije. Kljub temu številne študije kažejo, da je sposobnost izkoristka elastične energije pomemben vidik za zmogljivost pri CMJ (Stojanović, Ristić, McMaster in Milanović, 2017). Na podlagi ugotovitev iz literature bi lahko sklepali, da je bolj smiselno spremljati zmogljivost pri posameznem skoku, ki je bolj specifičen za izbrani šport, kot pa spremljati in usmerjati trenažni proces na podlagi vrednosti EUR. Posamezne spremenljivke, ki jih lahko spremljamo pri navpičnih skokih, so tudi boljše ponovljive kot EUR in drugi indeksi, ki jih izračunamo na podlagi več spremenljivk (Tufano idr., 2013).

■ Zaključek

Trenutni dokazi nakazujejo, da EUR ni najbolj uporabna spremenljivka za ocenjevanje športne zmogljivosti in vrednotenje učinkovitosti trenažnega programa. Na podlagi trenutno dostopne literature EUR ne moremo interpretirati kot samostojno, individualno spremenljivko le v okviru njegove številne vrednosti. Ob morebitni uporabi EUR bi bilo priporočljivo, da je relevantnost EUR poročana v kontekstu posameznega športa oziroma specifične gibalne naloge. Za boljše razumevanje uporabnosti te spremenljivke bi bilo smiselno, da bi prihodnje intervencijske študije v okviru trenažnega procesa spremljale spreminjanje EUR. Pri ter bi bil izhodiščni EUR v statistični analizi uporabljen kot ko-

variata, s tem pa bi dobili vpogled v morebitno uporabnost tovrstne spremenljivke. Poleg tega ostaja velika priložnost, da se nadaljnje študije osredotočijo na povezanost med EUR in športno specifičnimi gibalnimi nalogami, kar bi lahko pomagalo pri razumevanju mehanističnega ozadja izbranih športno specifičnih gibalnih nalog.

■ Literatura

1. Amonette, W. E., Brown, D., Dupler, T. L., Xu, J., Tufano, J. J. in De Witt, J. K. (2014). Physical determinants of interval sprint times in youth soccer players. *Journal of human kinetics*, 40(1), 113–120.
2. Bishop, C., Brashill, C., Abbott, W., Read, P., Lake, J. in Turner, A. (2019). Jumping asymmetries are associated with speed, change of direction speed, and jump performance in elite academy soccer players. *Journal of strength and conditioning research, publish ahead of print*. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003058>
3. Bishop, C., Turner, A., Maloney, S., Lake, J., Lo-turco, I., Bromley, T. in Read, P. (2019). Drop jump asymmetry is associated with reduced sprint and change-of-direction speed performance in adult female soccer players. *Sports*, 7(1), 29.
4. Bobbert, M. F., Casius, L. J. R., Sijpkens, I. W. T. in Jaspers, R. T. (2008). Humans adjust control to initial squat depth in vertical squat jumping. *Journal of Applied Physiology*, 105 (5), 1428–1440.
5. Bobbert, M. F. in Casius, L. J. R. (2005). Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Med. Sci. Sports Exerc.* 37, 440–446.
6. Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G. M., Litjens, M. C. A. in Van Soest, A. J. (1996) Why is counter-movement jump height greater than squat jump height? *Med. Sci. Sports Exerc.* 28, 1402–1412.
7. Chelly, M. S., Ghenem, M. A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z. in Shephard, R. J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump-and sprint performance of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2670–2676.
8. Cronin, J. B., Hing, R. D. in McNair, P. J. (2004). Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. *Journal of strength and conditioning research*, 18(3):590–3.
9. De Hoyo, M., Gonzalo-Skok, O., Sanudo, B., Carrascal, C., Plaza-Armas, J. R., Camacho-Candil, F. in Otero-Esquina, C. (2016). Comparative effects of in-season full-back squat, resisted sprint training, and plyometric training on explosive performance in U-19

- elite soccer players. *J. Strength Cond. Res.* 30, 368–377.
10. Ebben, W. P. in Petushek, E. J. (2010). Using the reactive strength index modified to evaluate plyometric performance. *J. Strength Cond. Res.* 24, 1983–1987.
11. Emmonds, S., Nicholson, G., Begg, C., Jones, B. in Bissas, A. (2019). Importance of physical qualities for speed and change of direction ability in elite female soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 33(6), 1669–1677.
12. Faigenbaum, A. D. in Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: Safety, efficacy and injury prevention effects. *Br. J. Sports Med.* 44, 56–63.
13. Fouré, A., Nordez, A. in Cornu, C. (2010). Plyometric training effects on achilles tendon stiffness and dissipative properties. *Journal of Applied Physiology*, 109(3), 849–854.
14. Gehri, D. J., Ricard, M. D., Kleiner, D. M. in Kirkendall, D. T. (1998). A Comparison of Plyometric Training Techniques for Improving Vertical Jump Ability and Energy Production. *J. Strength Cond. Res.* 12, 85.
15. Grosprêtre, S. in Lepers, R. (2016). Performance characteristics of Parkour practitioners: Who are the traceurs? *Eur. J. Sport Sci.* 16, 526–535.
16. Haff, G., Ruben, R., Molinari, M., Painter, K., Ramsey, M. W., Stone, M. E. in Stone, M. H. (2010). The Relationship Between The Eccentric Utilization Ratio, Reactive Strength, And Pre-Stretch Augmentation And Selected Dynamic And Isometric Muscle Actions. *J. Strength Cond. Res.* 24, 1.
17. Hasson, C. J., Dugan, E. L., Doyle, T. L. A., Humphries, B. in Newton, R. U. (2004). Neuromechanical strategies employed to increase jump height during the initiation of the squat jump. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(4), 515–521.
18. Hawkins, S. B., Doyle, T. L. A. in McGuigan, M. R. (2009). The effect of different training programs on eccentric energy utilization in college-aged males. *J. Strength Cond. Res.* 23, 1996–2002.
19. Helme, M., Tee, J., Emmonds, S. in Low, C. (2021). Does lower-limb asymmetry increase injury risk in sport? A systematic review. *Physical therapy in sport*. 49, 204–213.
20. Kirby, T. J., McBride, J. M., Haines, T. L. in Dayne, A. M. (2011). Relative net vertical impulse determines jumping performance. *Journal of applied biomechanics*. 27(3), 207–214.
21. Komi, P. V. in Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and science in sports*, 10(4), 261–265.
22. Kozinc, Ž., Žitnik, J., Smajla, D. in Šarabon, N. (2021a). The difference between squat jump and countermovement jump in 770 male and female participants from different sports. *Eur. J. Sport Sci.* doi:10.1080/17461391.2021.1936654
23. Kozinc, Ž., Pleša, J. in Šarabon, N. (2021b). Questionable Utility of the Eccentric Utilization Ratio in Relation to the Performance of Volleyball Players. *International journal of environmental research and public health*, 18(22), 11754.
24. Kubo, K., Yata, H., Kanehisa, H. in Fukunaga, T. (2006). Effects of isometric squat training on the tendon stiffness and jump performance. *European Journal of Applied Physiology*, 96(3), 305–314.
25. Loturco, I., Gil, S., Laurino, C. F. D. S., Roschel, H., Kobal, R., Cal Abad, C. C. in Nakamura, F. Y. (2015). Differences in muscle mechanical properties between elite power and endurance athletes: A comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1723–1728.
26. McElveen, M. T., Riemann, B. L. in Davies, G. J. (2010). Bilateral comparison of propulsion mechanics during single-leg vertical jumping. *The journal of strength and conditioning research*, 24(2), 375–381.
27. McGuigan, M. R., Doyle, T. L., Newton, M., Edwards, D. J., Nimphius, S. in Newton, R. U. (2006). Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *Journal of strength and conditioning research*, 20(4), 992–995.
28. McGuigan, M. R., Doyle, T. L., Michael, N., Edwards, D. J., Sophia, N. in Newton, R. U. (2003). Eccentric Utilization Ratio: Effect of Sport And Phase of Training. *J. Strength Cond. Res.* 20, 992–995.
29. McHugh, M. P., Hickok, M., Cohen, J. A., Virgile, A., Connolly, D. A. J. (2021). Is there a biomechanically efficient vertical ground reaction force profile for countermovement jumps? *Transl Sports Med.* 4:138–146.
30. McLellan, C. P., Lovell, D. I. in Gass, G. C. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *J. Strength Cond. Res.* 25, 379–385.
31. McMahon, J. J., Lake, J. P., Ripley, N. J. in Comfort, P. (2020). Vertical jump testing in rugby league: A rationale for calculating take-off momentum. *Journal of applied biomechanics*, 36(6), 370–374.
32. Noyes, F. R., Barber, S. D. in Mangine, R. E. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by functional hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *American journal of sports medicine*, 19, 513–518.
33. Paterno, M. V. in Greenberger, H. B. (1996). The test–retest reliability of a one legged hop for distance in young adults with and without ACL reconstruction. *Isokinetics and exercise science*, 6, 1–6.
34. Petrigna, L., Karsten, B., Marcolin, G., Paoli, A., D'Antona, G., Palma, A. in Bianco, A. A. (2019). Review of Countermovement and Squat Jump Testing Methods in the Context of Public Health Examination in Adolescence: Reliability and Feasibility of Current Testing Procedures. *Front. Physiol.* 10. doi:10.3389/fphys.2019.01384
35. Sattler, T., Sekulić, D., Spasić, M., Perić, M., Krolo, A., Uljević, O. in Kondrič, M. (2015). Analysis of the Association between Motor and Anthropometric Variables with Change of Direction Speed and Reactive Agility Performance. *J. Hum. Kinet.* 47, 137–145.
36. Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. In *The Encyclopedia of Sports Medicine*; Komi, P. V., Ed.; Blackwell Science, Oxford, UK; pp. 169–179.
37. Stojanović, E., Ristić, V., McMaster, D. T. in Milanović, Z. (2017). Effect of plyometric training on vertical jump performance in Female athletes: A systematic Review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(5), 975–986.
38. Suchomel, T. J., Sole, C. J. in Stone, M. H. (2016). Comparison of Methods That Assess Lower-body Stretch-Shortening Cycle Utilization. *Journal of strength and conditioning research*, 30(2), 547–554.
39. Tufano, J. J., Walker, S., Seitz, B. L., Newton, U. R., Häkkinen, K., Blazeovich, J. A. in Haff, G. G. (2013). Reliability of the reactive strength index, eccentric utilisation ratio, and pre-stretch augmentation in untrained, novice jumpers. *J. Aust. Strength Cond.* 21(S2)31–33.
40. Van Hooren, B. in Bosch, F. (2016). Influence of muscle slack on high-intensity sport performance: A review. *Strength Cond. J.* 38, 75–87.
41. Van Hooren, B. in Zolotarjova, J. (2017). The Difference between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms with Practical Applications. *J. Strength Cond. Res.* 31, 2011–2020.

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