



Petra Železnik¹,
Vita Slak¹, Žiga Kozinc^{1,2}, Nejc Šarabon^{1,3,4}

Povezava med bilateralnim deficitom in telesno zmogljivostjo

Izvleček

V znanstveni literaturi je mogoče najti veliko podatkov o pojavnosti bilateralnega deficita (BLD) pri različnih tipih mišičnih naprežanj in mogočih mehanizmih v ozadju. Študije na področju povezanosti BLD s telesno zmogljivostjo in uspešnostjo so se začele pojavljati šele v zadnjih letih. Namen tega članka je bil opraviti podroben pregled literature na temo povezave BLD in telesne zmogljivosti. Po podrobnem pregledu znanstvenih baz smo v izbor vključili 7 relevantnih znanstvenih člankov. BLD, izračunan na podlagi balističnih nalog (skoki), bi utegnil biti pozitivno povezan s sposobnostjo hitre spremembe smeri, vendar te ugotovitve niso potrdile vse študije. Čas sprinterskega teka, kot kaže, ni povezan z BLD, medtem ko je ena študija nakazala, da je z učinkovitejšim startom pri sprintu povezan manjši BLD. Na vzorcu judoistov opravljene študije kažejo, da je BLD lahko povezan s slabšo zmogljivostjo pri športno specifičnih testih, vendar le, če je izračunan na podlagi rezultatov navpičnih skokov, ne pa izometrične jakosti stiska pesti. V eni študiji je trening s pretežno unilateralnimi vajami povečal BLD in v večji meri izboljšal sposobnost hitre spremembe smeri in čas sprinta v primerjavi s treningom z bilateralnimi vajami. V edini študiji, ki ni bila izvedena na športnikih, so poročali o negativnem vplivu BLD hitrosti prirastka sile na izvedbo naloge vstajanje s stola pri ženskah v menopavzi. Za zdaj je dokazov o povezavi med BLD in telesno zmogljivostjo malo, zato so potrebne nadaljnje raziskave.

Gljučne besede: bilateralni indeks, bilateralna facilitacija, športna uspešnost, mišična zmogljivost.



The association between bilateral deficit and physical performance

Abstract

An abundance of information can be found in the scientific literature regarding the bilateral deficit (BLD) in different contraction types, including its possible underlying mechanisms. On the other hand, studies on the relationship between BLD and physical performance have only begun to emerge in recent years. The purpose of this article was to carry out a detailed review of the literature on the topic of the relationship between BLD and physical performance. After a detailed review of the scientific databases, we analyzed 7 relevant scientific articles. BLD calculated from outcomes of ballistic contractions (jumps) was positively related to the ability to change direction quickly, but the findings were not confirmed by all studies. Sprint running performance does not to be associated with BLD, while one study suggested that a smaller BLD is associated with a more efficient start in sprint. In one study, training with predominantly bilateral exercises increased BLD and improved the ability to quickly change direction and sprint time more than a comparable training with unilateral exercises. In the only study not conducted on athletes, a negative impact of BLD (calculated from rate of force development outcome) on sit-stand performance was noted in postmenopausal women. So far, there is little evidence to support the association between BLD and physical performance, thus, further research is needed.

Keywords: bilateral index, bilateral facilitation, sports performance, muscle performance

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

²Univerza na Primorskem, Inštitut Andrej Marušič, Koper

³InnoRenew CoE, Izola

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

■ Uvod

Ljudje lahko gibalne naloge izvajamo unilateralno ali bilateralno. Henry in Smith (1961) sta prva ugotovila, da je sila, proizvedena med največjim hotenim hkratnim naprežanjem obeh udov, manjša kot vsota sil, proizvedenih z levim in desnim udom posebej (unilateralno naprežanje). Za raziskovanje BLD se tako izvajajo primerljive unilateralne in bilateralne naloge, kot so unilateralni in bilateralni skoki iz počepa (angl. »squat jump« – v nadaljevanju SJ) (Bishop idr., 2021), ali unilateralne ter bilateralne meritve mišične jakosti (Turnes, Silva, Kons in Detanico, 2019). Poleg BLD med največjim hotenim naprežanjem so študije ugotovile podoben primanjkljaj v bilateralni izvedbi tudi z vidika reakcijskih časov (Vieluf, Aschersleben in Panzer, 2017). BLD je navadno določen z vrednostjo bilateralnega indeksa (BI), ki jo pridobimo s spodnjo enačbo:

$$BI [\%] = \left(100 \times \frac{\text{unilateralno}}{\text{desno unilateralno} + \text{levo unilateralno}} \right) - 100,$$

pri čemer bilateralno pomeni vsoto sil, proizvedenih z vsako okončino med bilateralnim naprežanjem, medtem ko unilateralno pomeni največjo silo, proizvedeno med unilateralnim naprežanjem (Škarabot idr., 2016). Negativne vrednosti BI nakazujejo prisotnost BLD, medtem ko pozitivne vrednosti kažejo na obraten fenomen, tj. bilateralno facilitacijo (Anders idr., 2021). O bilateralni facilitaciji torej govorimo, ko je največja hotena sila, proizvedena v bilateralnih pogojih, večja kot vsota sil, proizvedenih med unilateralnimi pogoji (Škarabot idr., 2016; Bishop idr., 2021).

BLD je bil dokazan pri različnih tipih mišičnih naprežanj – izometričnih ter počasnih in eksplozivnih dinamičnih (Psycharakis idr., 2019). O pojavu BLD pri dinamičnih enosklepnih gibanjih v študijah poročajo konsistentno, na glede na to, ali gre za koncentrično ali ekscentrično izvedbo (Ascenzi idr., 2020; Škarabot idr., 2016). Vrednost BLD pri koncentričnih in ekscentričnih naprežanjih znaša povprečno okoli 10 %, pri čemer se vrednost BLD zvišuje s hitrostjo gibanja (Škarabot idr., 2016). V primerjavi z dinamičnimi nalogami je BLD v izometričnih pogojih bolj variabilen, največ razhajanj med raziskavami pa je pri iztegovalkah kolenskega sklepa (Bishop idr., 2021; Škarabot idr., 2016). Pojav BLD je bil potrjen tudi pri balističnih naprežanjih, in sicer pri SJ, skoku z nasprotnim gibanjem (angl. »counter-movement jump« – v nadaljevanju CMJ), horizontalnem CMJ in globinskem poskoku (angl. »drop jump« – v nadaljevanju DJ)

(Ascenzi idr., 2020; Bishop idr., 2021; Psycharakis idr., 2019). BLD se v primeru skokov nanaša na razliko v višini sonožnega skoka v primerjavi z vsoto višin enonožnih skokov (Psycharakis idr., 2019). Za razlago pojava BLD se ponujajo številni mehanizmi, najverjetneje k njegovemu pojavu pripomore več dejavnikov, ki jih Škarabot idr. (2016) razdelijo v štiri kategorije: psihološki dejavniki, dejavniki v povezavi z merilno nalogo, fiziološki dejavniki in nevrofiziološki dejavniki (Bishop idr., 2021; Škarabot idr., 2016). Za zdaj najbolj sprejeta teorija ozadja BLD je pojav medhemisferne inhibicije – fenomen, ki opisuje inhibicijo nasprotnih si možganskih hemisfer (Anders idr., 2021; Jakobi in Chilibeck, 2001; Škarabot idr., 2016).

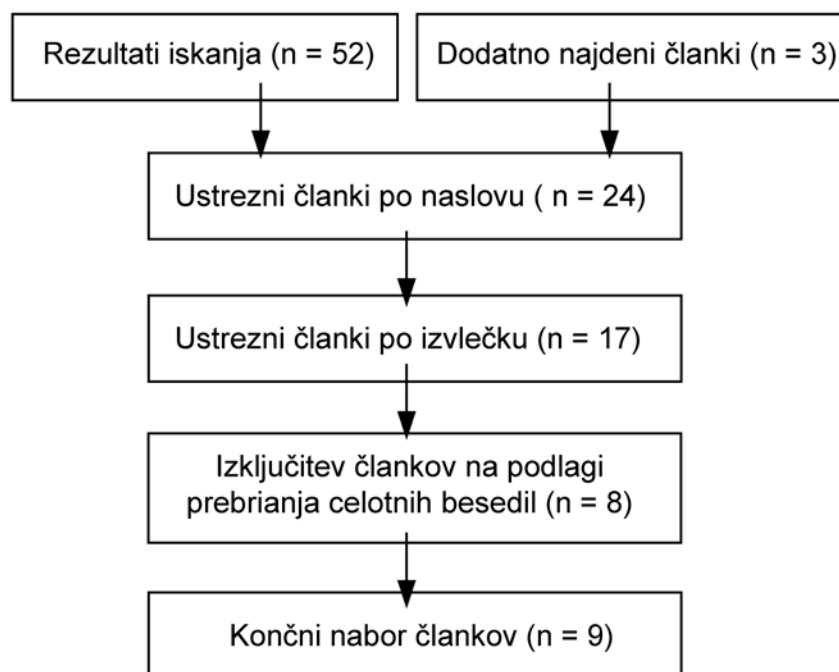
Fenomen bilateralne facilitacije nakazuje, da je BLD zelo plastična lastnost. Več študij je pokazalo, da na BLD lahko vplivamo z vadbo proti upor. Natančnejše, unilateralne vaje BLD povečujejo, medtem ko ga bilateralne vaje znižujejo (Janzen, Chilibeck in Davison, 2006; Beurskens idr., 2015; Gonzalo-Skok idr., 2017). Na podlagi teh ugotovitev so se v literaturi pojavile prve domneve, da bi bil BLD lahko povezan s telesno zmogljivostjo in uspešnostjo pri izvedbi gibalnih nalog (Škarabot idr., 2016). Nižja vrednost BLD naj bi bila bolj ugodna pri tistih športih, v katerih posamezniki večinoma izvajajo bilateralno gibanje (npr. veslanje, dviganje uteži, smučarski skoki), medtem ko je višja vrednost BLD domnevno koristna pri športih, ki zahtevajo večinoma uni-

lateralno gibanje (npr. spremembe smeri, meti, skok v višino ali daljino) (Ascenzi idr., 2020; Bishop idr., 2021). Unilateralne gibalne akcije so pretežni sestavni del večine ekipnih športov, zato se predvideva, da bi višja vrednost BLD pri teh športnikih prav tako koristila pri omogočanju najboljših unilateralnih gibanj, predvsem sposobnosti spremembe smeri (Bishop idr., 2021).

Raziskav o mehanizmi v ozadju BLD je veliko, prav tako se je veliko študij ukvarjalo z vplivom različnih oblik vadbe proti upor na BLD. Nekoliko zapostavljeno raziskovalno vprašanje, ki se je začelo izdatneje obravnavati šele v zadnjih letih, pa je, ali je BLD povezan s športno zmogljivostjo. Vprašanje je zelo pomembno za trenerje in druge sodelavce v športni praksi, saj bi ob morebitnih ugotovljenih povezavah med BLD in športno zmogljivostjo lahko BLD uporabljali kot enega izmed kazalnikov za snovanje in spremljanje uspešnosti treninga. Namen tega članka je bil tako podroben pregled literature na temo povezave BLD in športne zmogljivosti.

■ Metode dela

Iskanje odgovorov na postavljeno raziskovalno vprašanje je potekalo na podlagi sistematičnega pregleda podatkovnih baz PubMed in Google Scholar. Po pregledu baz smo pregledali še liste referenc vključenih člankov. Pregledovanje je potekalo v novembru 2021 z naslednjimi ključnimi



Slika 1. Pregled iskanja študij

Tabela 1
Prikaz rezultatov

Avtorji, leto	Vzorec	Metode dela	Ugotovitve
Ascenzi, 2020	27 mladih nogometašev (18,5 ± 0,6 leta)	Prvi dan testiranje zmogljivosti: unilateralni in bilateralni SJ z različnimi obremenitvami in horizontalni CMJ; drugi dan testiranje hitrosti: testi hitre spremembe smeri in sprint (10 in 40 m)	– Statistično značilnih povezav med BLD in zmogljivostjo (agilnost, sprint) ni bilo, med testom spremembe smeri in BLD pri SJ z dodatno obremenitvijo 25 % telesne mase na desni strani ($r = -0,448$). – Med časom teka na 10 m in testom spremembe smeri statistične povezanosti ni ($r = 0,46$), med časom teka na 40 m in testom spremembe smeri nizka povezava ($r = 0,58$) – Ni razlik med počasnimi in hitrimi igralci z vidika BLD
Bishop, 2021	18 rekreativnih športnikov študentov moškega spola (25,5 ± 3,8 leta)	Prvi dan testiranje unilateralnih in bilateralnih CMJ, DJ in skokov v daljino z mesta; drugi dan testi hitre spremembe smeri in sprint	– Večji BLD je povezan z večjo sposobnostjo hitrih sprememb smeri (r-leva = $-0,48$, r-desna = $-0,53$), ne pa tudi z linearno hitrostjo – Ugotovljena prisotnost bilateralne facilitacije za višino skoka in reakcijski indeks moči pri DJ
Bračič, 2010	12 mladih sprinterjev moškega spola (22,49 ± 3,39 leta)	Testiranje CMJ bilateralno in unilateralno ter kinetična analiza sprinterskega starta	– Nižje vrednosti BLD pri CMJ so povezane z večjo produkcijo maksimalne sile zadnje noge pri sprinterskem startu ($r = -0,63$) in večjim impulzom skupne sile na startne bloke ($r = -0,55$) – Nižje vrednosti produkcije sile sprednje noge pri dvonožnem startu v primerjavi s produkcijo sile pri enonožnem startu
Gonzalo-Skok, 2017	22 mladih košarkarjev moškega spola (16,9 ± 2,1 leta)	Delitev v dve skupini – prva je izvajala izključno unilateralne vaje za moč, druga bilateralne vaje – ter merjenje različnih izidov po 6 tednih treningov	– BLD je bil v unilateralni skupini po treningu večji kot v bilateralni skupini – Boljši rezultat pri skokih, sprintu in maksimalni moči je bil opazen v obeh skupinah, torej sprememba BLD ni vplivala na zmogljivost
Kons, 2021	14 judoistov moškega spola (25,2 ± 2,2 leta)	Unilateralni in bilateralni CMJ, več testov, specifičnih za judo (hitrost, vzdržljivost, število doseženih metov nasprotnika v omejenem času)	– BLD je bil prisoten pri višini skoka in različnih kinetičnih spremenljivkah CMJ (razpon povprečij: 20,1–61,1 %) – BLD v CMJ je bil negativno povezan s specifičnim testom doseženih metov nasprotnika ($r = \text{od } -0,61 \text{ do } -0,85$), ne pa s testi hitrosti in vzdržljivosti
Kozinc, 2021	Košarkarji (105 moških, 16,7 ± 1,2 leta; 60 žensk, 17,9 ± 13,7 leta) in teniški igralci (56 moških, 16,8 ± 1,6 leta; 39 žensk, 15,7 ± 3,1 leta)	Testiranje CMJ bilateralno in unilateralno ter merjenje časa za izvedbo dveh nalog sprememb smeri	– Ugotovljena povezava med izvedbo nalog sprememb smeri in BLD pri moških ($r = 0,21$–$0,52$) – Pri košarkarjih moškega spola in teniških igralcih obeh spolov je bil prisoten BLD pri izvedbi CMJ, medtem ko so rezultati pri košarkaricah pokazali bilateralno facilitacijo
Nicholson, 2021	10 rekreativnih športnikov moškega spola (23 ± 1,3 leta)	Prvi dan testiranje SJ in izometrične jakosti mišic iztegovalk kolena unilateralno ter bilateralno; drugi dan testiranje sprememb smeri in CMJ bilateralno	– Manjši BLD v največji moči pri SJ je povezan z večjo silo ($r = 0,728$) in močjo ($r = 0,750$) pri CMJ – BLD v izometrični jakosti ni povezan ne z izidi pri CMJ ne z rezultati testov sprememb smeri – Ni povezave med BLD in unilateralnim ali bilateralnim predhodnim načinom treninga
Ruiz-Cárdenas, 2018	14 žensk v pomenopavznem (62,1 ± 5,16 leta)	Merjenje unilateralne in bilateralne izometrične jakosti in hitrosti prirastka sile mišic iztegovalk spodnjega uda ter izvajanje giba vstajanja s stola	– BLD glede hitrosti prirastka sile je bil opazen v zgodnjih časovnih intervalih proizvajanja sile (do 100 ms), pozneje ne več – Statistično pomembna inverzna povezava med uspešnostjo testa vstajanja s stola in BLD pri hitrosti prirastka sile do 50 ms ($r = -0,505$)
Turnes, 2019	19 moških judoistov (22,1 ± 4,6 leta)	Merjenje unilateralne in bilateralne izometrične jakosti stiska pesti sede in stoje ter merjenje uspešnosti pri več različnih testih, specifičnih za judo	– BLD pri stisku pesti je bil prisoten le v stoječem položaju ($-3,0 \pm 5,9$ %) – Povezav med BLD in uspešnostjo pri testih, specifičnih za judo, ni bilo ($r \leq 0,27$)

Opomba. BLD = bilateralni deficit; CMJ = skok z nasprotnim gibanjem; SJ = skok iz počepa; DJ = globinski poskok; TM = telesna masa.

besedami: *bilateral deficit AND sport performance*. Ob tem so bili ob začetku iskanja določeni vključitveni kriteriji, ki so obsegali članke v angleškem jeziku in članke z do-

stopnim celotnim besedilom. Ustreznost rezultatov iskanja je bila najprej preverjena po naslovih, nato s prebiranjem izvlečkov. Če so se izkazali za primerne, so bili članki

prebrani v celoti. Če so ustrezali preučevani tematiki, so bili vključeni v končno analizo. Proces iskanja literature je prikazan na Sliki 1.

Rezultati

Najdenih je bilo 52 člankov, ki so ustrezali izbranim kriterijem. Dodatno so bili na podlagi sprotne pregleda list referenc vključeni še 3 članki. Po pregledu naslovov je bilo ustreznih 24 člankov, po pregledu izvečkov 17 znanstvenih člankov in nazadnje po pregledu celotnih besedil 9 znanstvenih člankov. Rezultate vključenih člankov prikazuje Preglednica 1.

Razprava

Namen članka je bil pregledati znanstveno literaturo s področja BLD in z njim povezane športne zmogljivosti. Ugotovili smo, da je vpliv BLD na športno zmogljivost odvisen predvsem od vidika zmogljivosti, ki ga ocenjujemo. Nižja vrednost BLD je ugodna za športnike, ki izvajajo večinoma bilateralno gibanje, medtem ko je pri večini ekipnih športov, pri katerih je veliko gibalnih vzorcev izvedenih unilateralno, najbrž koristen večji BLD. Pri tem so študije nekoliko neenotne in poročajo večinoma o majhni do zmerni povezavi med BLD in testi telesne zmogljivosti.

Raziskave BLD v povezavi s športno zmogljivostjo so osredotočene predvsem na hitrost sprinta in sposobnost hitrih sprememb smeri. Ascenzi idr. (2020) so ugotavljali povezanost BLD pri SJ in horizontalnem CMJ z rezultati sprinta in naloge spremembe smeri pri vrhunskih nogometaših in poročali, da statistično značilnih povezav ni bilo. O odsotnosti povezav med BLD in zmogljivostjo pri sprintu so poročali tudi Bishop idr. (2021), ki so za izračun BLD uporabili različne vrste skokov. Nicholson in Masini (2021) dodatno poročata o odsotnosti povezav med BLD pri SJ in sposobnostjo hitre spremembe smeri. V nasprotju s tem pa so odkritja pri vrhunskih tekačih, pri katerih je bila zaznana povezava med BLD in sprintom (Bračič, Supej, Peharec, Bačić in Čoh, 2010). Merili so proizvodnjo sile na startni blok ob začetku sprinta in ugotovili, da so preiskovanci z nižjim BLD pri CMJ proizvedli večji impulz na startne bloke. Manjši BLD največje proizvedene moči pri SJ se je izkazal kot koristen tudi pri izvedbi bilateralnega CMJ (tako z vidika največje sile kot največje in povprečne moči) (Nicholson in Masini, 2021). V nasprotju s študijama Ascenzija idr. (2020) ter Nicholsona in Masinija (2021) sta dve študiji poročali o zmerni povezavi med BLD pri CMJ in sposobnostjo hitre spremembe smeri

(Bishop idr., 2021; Kozinc in Šarabon, 2021). Nasprotujoči si rezultati so morda posledica raznolikih gibalnih nalog za vrednotenje BLD in telesne zmogljivosti. Tip naloge namreč vpliva na hitrost in smer gibanja ter s tem potencialno na različne dejavnike BLD (Ascenzi idr., 2020). Prav tako so bile raziskave izvedene na preiskovancih iz različnih športov. Na podlagi rezultatov lahko sklepamo, da je večji BLD lahko koristen pri večini ekipnih športov, v katerih so elementi, kot so spremembe smeri ali enonožni skoki, velikokrat izvedeni unilateralno. Pri tej ugotovitvi moramo biti nekoliko zadržani, saj nekatere študije te povezave niso potrdile. Le malo študij je uporabilo teste, zasnovane za posamezne športne discipline. Turnes idr. (2019) so poročali o odsotnosti povezav med BLD v jakosti stiska pesti ter nekaterimi testi zmogljivosti, zasnovanimi posebej za judoiste. Po drugi strani so Kons idr. (2021) poročali o slabši zmogljivosti pri posebnem testu za judoiste pri preiskovancih z večjim BLD v CMJ. Gre za test, pri katerem mora preiskovanec v omejenem času izvesti čim več metov (iponov) nasprotnika. Preostali testi v študiji niso bili povezani z BLD. Študija kaže, da je smiselno v judu BLD v CMJ zmanjševati.

Dokaze o morebitni koristnosti BLD pri ekipnih športih dopolnjujejo tudi izsledki študije Gonzalo-Skoka idr. (2017), izvedene na mladih košarkarjih. Primerjali so učinke treningov s pretežno unilateralnimi in bilateralnimi vajami na športno zmogljivost in ob tem spremljali BLD. Pričakovano se je v skupini, ki je trenirala unilateralno, BLD povečal. Uspešnost pri skokih in sprintu ter največja moč pri izvedbi počepa sta se povečali v obeh skupinah. Trening na podlagi unilateralnih vaj je v večji meri spodbudil prilagoditve, ki so izboljšale skoke, linearni sprint in hitrost spremembe smeri, torej pomembne elemente košarke in tudi drugih ekipnih športov (Gonzalo-Skok idr., 2017). V drugi študiji delež predhodno opravljenih bilateralnih in unilateralnih gibov v sklopu treninga na pojavnost BLD pri SJ ni imel vpliva (Nicholson in Masini, 2021). Treba je omeniti, da je bil vzorec v tej raziskavi majhen, preiskovanci so sami poročali o številu opravljenih bilateralnih oz. unilateralnih vaj, kar bi lahko vplivalo na rezultat. Sklepamo lahko, da je povezanost BLD s športno zmogljivostjo odvisna od zahtev športa. Če so zanj pomembne unilateralne izvedbe, je BLD morda celo boljše povečati z unilateralnimi vajami (Kozinc in Šarabon, 2021; Psycharakis idr., 2019). Poleg športnih aktivnosti ima BLD morda vpliv tudi na funkcij-

sko sposobnost opravljanja vsakodnevnih bilateralnih nalog. Avtorji Ruiz-Cardenas idr. (2018) so pri ženskah v menopavzi preverjali povezanost BLD z uspešnostjo izvedbe testa vstajanja s stola. Ugotovili so, da je bil BLD pri hitrosti prirastka sile v prvih 50 ms povezan s slabšo izvedbo vstajanja s stola, zato je pri starejših odraslih smiselno ohranjati eksplozivnost, s čimer jim je omogočena samostojnost ob vsakodnevnih aktivnostih.

Več raziskav, vključenih v naš pregled, je v skladu s predhodno literaturo potrdilo velik vpliv merilne naloge in izhodnih spremenljivk na vrednosti BLD in na povezave s telesno zmogljivostjo (Bishop idr., 2021; Nicholson in Masini, 2021; Ascenzi idr., 2020; Psycharakis idr., 2019), pri čemer so BLD največkrat merili pri različnih tipih skokov. Redkeje smo v izbranih študijah zasledili merjenje mišične jakosti prek največjega zavestnega izometričnega naprežanja. BLD pri tem tipu nalog, kot kaže, ni povezan s telesno zmogljivostjo športnikov (Nicholson in Masini, 2021; Turnes idr., 2019). Pri upoštevanju BLD kot merila športne uspešnosti bi bilo smiselno meritve izvesti v več ravninah in med športno specifičnimi gibanji. Poleg raznovrstnosti gibalnih nalog so raznolike tudi spremenljivke, ki so vstopale v izračun BLD. V raziskavah so uporabili višino ali dolžino skoka (Bishop idr. 2021; Kozinc in Šarabon, 2021), največjo moč ali silo (Nicholson in Masini, 2021; Turnes idr., 2019; Ascenzi idr., 2020; Šarabon idr., 2020; Ruiz-Cardenas idr., 2018; Gonzalo-Skok idr., 2016), reakcijski čas (Vieluf idr., 2017) ter hitrost prirastka sile ali navora (Šarabon idr., 2020; Ruiz-Cardenas idr., 2018). V nadaljevanju bi bilo smiselno raziskati, katera izmed spremenljivk je za izračun BLD najprimernejša. Kozinc in Šarabon (2021) sta poročala, da so bile povezave med sposobnostjo hitre spremembe smeri in BLD večje, ko je bil slednji izračunan na podlagi impulza sile pri CMJ, v primerjavi z višino skoka in največjo močjo.

Raziskave o BLD so bile večinoma izvedene pri različno telesno pripravljenih preiskovancih (športnikih ali rekreativcih), različnih starostnih skupinah (od mlajših športnikov do žensk v menopavzi), različno velikih vzorcih (od 10 do 165 preiskovancev) in z različnimi nalogami, s katerimi so vrednotili telesno zmogljivost (sprint, hitre spremembe smeri, horizontalni in vertikalni skoki, test vstajanja s stola, test reakcijskega časa), zato je treba rezultate interpretirati ob upoštevanju navedenih razlik. V prihodnosti bi

bilo zato dobro izvesti raziskave na večjih vzorcih, pri športnikih s pretežno bilateralnimi elementi po eni strani in s pretežno unilateralnimi elementi po drugi strani ter primerjati njihov BLD in povezavo s športno specifično uspešnostjo.

■ Zaključek

Povezava med BLD in športno zmogljivostjo ni popolnoma jasna. Rezultati dosedanjih raziskav so se osredotočali predvsem na vpliv na sprint in hitrost spremembe smeri, pri čemer raziskave v zvezi s slednjo poročajo o pozitivnem vplivu večjega BLD. Po drugi strani je, kot kaže, BLD nezaželen v judu. Z vidika uspešnosti v športih, v katerih prevladujejo unilateralne akcije, je večji BLD lahko koristen, saj so elementi pospeševanja, zaviranja, skokov in spremembe smeri pomembni za uspešno udejstvovanje v večini ekipnih športov. Če so zahteve športa po unilateralnih aktivnostih velike, je morda smiselno BLD povečati z unilateralnimi vajami. Literature o BLD je veliko, vendar se le manjši delež študij osredotoča na povezavo med BLD in športno zmogljivostjo. Prihodnje raziskave bi bile zato lahko izvedene med športniki iz različnih disciplin s poenotenimi merilnimi protokoli, kar bi ponudilo jasnejše odgovore na vprašanje o vplivu BLD na športno zmogljivost. Smiselno bi bilo tudi preveriti, ali se lahko BLD uporabi kot vodilo pri snovanju treninga, denimo z vidika deleža vključenih unilateralnih in bilateralnih vaj.

■ Literatura

- Anders, J., Keller, J. L., Neltner, T. J., Housh, T. J., Schmidt, R. J. in Johnson, G. O. (2021). Task-specific performance fatigability and the bilateral deficit during isokinetic leg extensions. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, 21(1), 4–12. Pridobljeno s http://www.ismni.org/jmni/pdf/83/jmni_21_004.pdf
- Ascenzi, G., Ruscello, B., Filetti, C., Bonanno, D., Di Salvo, V., Nuñez, F. J., ... Suarez-Arrones, L. (2020). Bilateral Deficit and Bilateral Performance: Relationship with Sprinting and Change of Direction in Elite Youth Soccer Players. *Sports (Basel, Switzerland)*, 8(6), 82. <https://doi.org/10.3390/sports8060082>
- 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), e0118535.
- Bishop, C., Berney, J., Lake, J., Loturco, I., Blagrove, R., Turner, A. in Read, P. (2021). Bilateral Deficit During Jumping Tasks: Relationship With Speed and Change of Direction Speed Performance. *Journal of strength and conditioning research*, 35(7), 1833–1840. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003075>
- Bračič, M., Supej, M., Peharec, S., Bačič, P. in Čoh, M. (2010). An investigation of the influence of bilateral deficit on the counter-movement jump performance in elite sprinters. *Kinesiology*, 42(1), 73–81. Pridobljeno s <https://hrcak.srce.hr/54244>
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A. in Mendez-Villanueva, A. (2017). Single-Leg Power Output and Between-Limbs Imbalances in Team-Sport Players: Unilateral Versus Bilateral Combined Resistance Training. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 106–114. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0743>
- Henry, F. M. in Smith, L. E. (1961). Simultaneous vs. separate bilateral muscular contractions in relation to neural overflow theory and neuromotor specificity. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 32(1), 42–46.
- 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. (2006). The effect of unilateral and bilateral strength training on the bilateral deficit and lean tissue mass in post-menopausal women. *European journal of applied physiology*, 97(3), 253–260.
- Kons, R., Ache Dias, J., Ghedini Gheller, R., Bishop, C. in Detanico, D. (2021). Bilateral Deficit in the Countermovement Jump and its Associations with Judo-Specific Performance. *Research in Sports Medicine An International Journal*. V tisku. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.2024542>
- Kozinc, Ž. in Šarabon, N. (2021). Bilateral deficit in countermovement jump and its association with change of direction performance in basketball and tennis players. *Sports biomechanics*. V tisku. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1942965>
- Nicholson, G. in Masini, D. (2021). Bilateral deficit: relationships with training history and functional performance. *Kinesiology*, 53(1), 86–94. <https://doi.org/10.26582/k.53.1.11>
- Psycharakis, S. G., Eagle, S. R., Moir, G. L., Rawcliffe, A., McKenzie, C., Graham, S. M., ... Connaboy, C. (2019). Effects of Additional Load on the Occurrence of Bilateral Deficit in Counter-Movement and Squat Jumps. *Research quarterly for exercise and sport*, 90(4), 461–469. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1617394>
- Ruiz-Cárdenas, J. D., Rodríguez-Juan, J. J., Jakobi, J. M., Ríos-Díaz, J., Marín-Cascales, E. in Rubio-Arias, J. A. (2018). Bilateral deficit in explosive force related to sit-to-stand performance in older postmenopausal women. *Archives of gerontology and geriatrics*, 74, 145–149. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.10.023>
- Šarabon, N., Kozinc, Z., Bishop, C. in Maffiuletti, N. A. (2020). Factors influencing bilateral deficit and inter-limb asymmetry of maximal and explosive strength: motor task, outcome measure and muscle group. *European journal of applied physiology*, 120(7), 1681–1688. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04399-1>
- Škarabot, J., Cronin, N., Strojnik, V. in Avela, J. (2016). Bilateral deficit in maximal force production. *European journal of applied physiology*, 116(11–12), 2057–2084. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3458-z>
- Turnes, T., Silva, B. A., Kons, R. L. in Detanico, D. (2019). Is bilateral deficit in handgrip strength associated with performance in specific judo tasks?. *Journal of strength and conditioning research*. V tisku. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003441>
- Vieluf, S., Aschersleben, G. in Panzer, S. (2017). Lifespan development of the bilateral deficit in a simple reaction time task. *Experimental brain research*, 235(4), 985–992. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4856-5>

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