



Matic Sašek,
Tin Voh, Nejc Šarabon

Vpliv faze sprinta in bremena na časovno-prostorske spremenljivke sprinterskega koraka pri sprintih s sanmi – sistematični pregled literature z metaanalizo

Izvleček

Sprinti s sanmi so oblika situacijske vadbe proti uporabi, ki se uporablja za izboljšanje sposobnosti hitrega pospeševanja in hitrosti pri sprintu. Ker lahko prevelik upor poruši sprintersko tehniko, je optimizacija bremena na saneh ključna. Da bi proučili, kolikšna velikost bremena na saneh je za vadbo najbolj optimalna, smo opravili sistematični pregled literature z metaanalizo. Izbor študij in ekstrakcijo podatkov smo izvedli po protokolu PRISMA v podatkovni bazi PubMed. Proučili smo vpliv bremena in faze sprinta na časovno-prostorske spremenljivke sprinterskega koraka. Iz podatkov šestih vključenih študij smo z metodo obratne variance in modelom naključnih učinkov izračunali absolutne in standardizirane povprečne razlike v času stika s podlago, dolžini koraka in času leta sprinterskega koraka med: (a) sprinti brez upora, sprinti z majhnim bremenom in sprinti z zmernim bremenom v fazi pospeševanja; (b) fazo zgodnjega pospeševanja (ZP), fazo poznega pospeševanja (PP) in fazo največje hitrosti (NH) pri različnih bremenih na saneh; (c) ZP pri sprintu brez upora, PP oziroma NH pri sprintu z majhnim bremenom in PP oziroma NH pri sprintu z zmernim bremenom. Časovno-prostorske značilnosti sprinterskega koraka se spremenijo z dodajanjem bremena na sani ter tudi s prehodom iz začetnih v poznejše faze sprinta oziroma s povečevanjem hitrosti sprinta. Značilnosti koraka v fazi ZP pri sprintu brez upora je mogoče replicirati v poznejših fazah sprinta z uporabo zmernih bremen na saneh. Ko je cilj s sprinti s sanmi mehansko obremeniti živčno-mišični sistem in pri tem ohranjati tehnično stabilnost izvedbe teka, je smiselno uporabljati zmerna bremena.

Ključne besede: sprinti s sanmi, čas stika s podlago, dolžina koraka, čas leta, pospeševanje



Vir: Vecteezy

Effects of load and sprint phase on spatiotemporal characteristics of steps during sled resisted sprints: systematic review with meta-analysis

Abstract

Sled sprints are a form of situational training used to improve sprint acceleration ability. Because excessive resistance can disrupt sprinting technique, determining the optimal load is crucial for training effectiveness. To investigate the optimal level of resistance for sleds we examined the impact of sled resistance and sprint phases on spatiotemporal variables of steps by conducting a systematic literature review with meta-analysis. Study selection and data extraction were conducted according to the PRISMA protocol in the PubMed database up to and including October 2022. Based on six included studies, we calculated absolute and standardized mean differences in contact time, step length, and flight time of sprint steps between: (a) sprints without resistance, sprints with low load, and sprints with moderate load in the acceleration sprint phase; (b) early acceleration phase (ZP), late acceleration phase (PP), and maximum speed phase (NH) at each sled resistance; and (c) ZP of sprint without resistance, PP or NH of sprint with low load, and PP or NH of sprint with moderate load. Spatiotemporal characteristics of sprint steps change with the addition of resistance on sleds and with increasing sprint speed. However, step characteristics of unresisted sprint in the ZP phase can be replicated in later phases of the sprint with moderate sled loads. Therefore, when the goal of training is to mechanically overload the neuromuscular system while maintaining technical stability of sprint, it is advisable to use moderate loads.

Keywords: sled sprints, contact time, step length, flight time, acceleration

Uvod

Hitrost je pomembna gibalna sposobnost in pogosto predpogoj za uspeh v športih, v katerih se sprinti pojavljajo v ključnih trenutkih tekem (Caldbeck in Dos'Santos, 2022; Duthie idr., 2006; Padulo idr., 2016; Wagner idr., 2014). Pogosta pojavna oblika hitrosti v ekipnih športih je sprintersko pospeševanje iz mirovanja ali počasnega predhodnega teka. Raziskave kažejo, da so v nogometu, košarki in rokometu sprinti najpogostejše kratki ter ne presežejo 20–30 metrov (Barbero idr., 2014; Haugen idr., 2014; Stojanović idr., 2018). Analize tekem so pokazale, da se hitrost in pogostost izvajanja krakih sprintov med tekmami povečujeta z ravnijo tekmovanja (Di Salvo idr., 2013), kar potrjuje, da je hitrost pospeševanja pomemben pokazatelj uspešnosti v ekipnih športih (França, Gouveia idr., 2022; França, Ihle idr., 2022; Slimani in Nikolaidis, 2019). Trenerji zato pogosto uporabljajo različna vadbeno sredstva in metode za izboljšanje te sposobnosti.

Splošno načelo športne vadbe narekuje, da so prilagoditve živčno-mišičnega sistema največje, ko sta količina izpostavljenosti in tip vadbenega dražljaja optimalni. Optimalen tip dražljaja za izboljšanje hitrosti pospeševanja so gibanja, s katerimi posnemamo gibalni vzorec in dinamične pogoje sprinta v fazi pospeševanja (Young, 2006). Za hitro pospeševanje pri sprintu je nujno proizvajanje velike horizontalne sile, za kar je poleg dobre zmogljivosti živčno-mišičnega sistema potrebna tudi ustrezna postavitev telesa in telesnih segmentov (t. i. sprinterska tehnika teka) (Haugen, McGhie idr., 2019). Sprintersko tehniko teka lahko posredno opišemo s časovno-prostorskimi značilnostmi koraka, ki se v fazi pospeševanja od koraka do koraka razlikujejo. To dokazuje, da se skladno s povečevanjem hitrosti spreminja tudi sprinterska tehnika (Murata idr., 2018; Nagahara idr., 2014). V ta namen lahko sprintersko pospeševanje ločimo na fazo zgodnjega pospeševanja (ZP) in fazo poznega pospeševanja (PP) (Nagahara, 2023). V fazi ZP daljši čas stika s podlago (ČSP) in večji nagib trupa naprej omogočata proizvajanje večjih horizontalnih sil na podlago, kar ima za posledico hitrejšo pospeševanje v prvih korakih sprinta (Nagahara, 2023; Schache idr., 2019). S postopnim povečevanjem hitrosti se v fazi pospeševanja podaljšujeta čas leta (ČL) in dolžina koraka (DK), medtem ko se ČSP skrajša (Murata idr., 2018). Značilnosti korakov se v fazi PP še vedno spreminjajo in

omogočajo (manjše) pospeševanje, dokler v fazi največje hitrosti sprinta (NH) ne dosežejo stabilnih vrednosti. Ob omenjenih značilnostih sprinterskega koraka fazo NH zaznamujeta učinkovito izkoriščanje elastične energije in ohranjanje največje hitrosti (Nagahara, 2023).

Z ozirom na opisano spreminjanje dinamike in sprinterske tehnike med sprintom lahko predpostavljamo, da optimalen tip vadbenega dražljaja za izboljšanje sposobnosti hitrega pospeševanja predstavlja ciklično gibanje, ki zahteva proizvodnjo velikih horizontalnih sil na podlago in hkrati posnema časovno-prostorske značilnosti korakov v fazi pospeševanja. Oba pogoja sta izpolnjena pri izvedbi sprintov na kratke razdalje (10, 20 ali 30 metrov), zato so ti v praksi najpogostejše uporabljeno sredstvo za izboljšanje hitrosti pospeševanja (Haugen, McGhie idr., 2019; Haugen, Seiler idr., 2019; Loturco idr., 2023). Poglavitna težava kratkih sprintov je zagotavljanje zadostne količine izpostavljenosti specifičnemu dra-

žljaju. Med sprintom na 10, 20 ali 30 metrov so športniki dražljaju, specifičnemu za ZP ali PP, izpostavljeni le za ~ 1 do 2 sekundi oziroma 1 do 4 korake. Kljub temu, da bi v teoriji lahko izvedli zadostno število sprintov in dosegli primerno količino izpostavljenosti specifičnemu dražljaju, je to zaradi časovnih omejitev, kumulativnega mehanskega stresa na telo in pojava utrujenosti v praksi pogosto neizvedljivo.

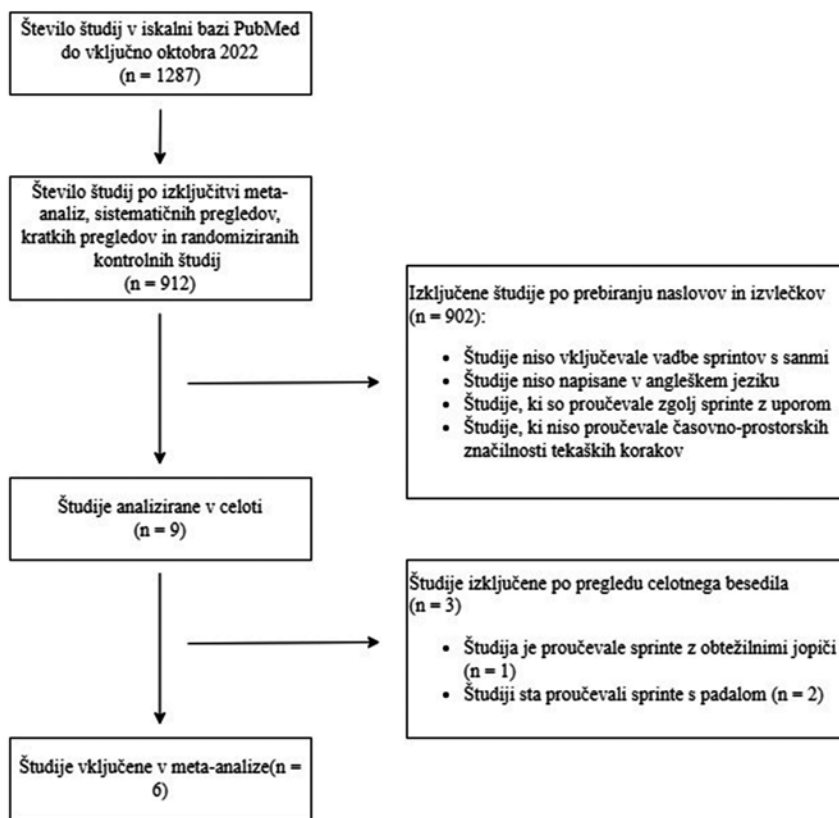
Zato se kot alternativna metoda za razvoj hitrosti sprinterskega pospeševanja uporabljajo sprinti proti uporabi (Loturco idr., 2023; Zabaloy idr., 2023). Ti v nasprotju s kratkimi sprinti omogočajo daljšo izpostavljenost dinamičnim pogojem, podobnim tistim, ki so značilni za specifično fazo sprinterskega pospeševanja (Cronin in Hansen, 2006; Leyva idr., 2017). V literaturi lahko zasledimo uporabo različnih naprav in pripomočkov za zaviranje vadečega med sprintom. Med vsemi se v praksi najpogostejše uporabljajo sani z dodatnimi bremenami. Ob uporabi teh je zaviralna sila, ki jo mora vadeči med

Tabela 1

Ocena kakovosti študij, prilagojena po priporočilih Rica-González in sodelavcev (2022), ločeno za posamezne postavke in skupaj

Postavka	Alcaraz idr., 2008	Gronin idr., 2008	Lockie idr., 2003	Monte idr., 2017	Osterwald idr., 2021	Zabaloy idr., 2022
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1
11	1	1	0	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	0	0	0	1	1
14	1	1	1	1	1	1
15	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
16	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
17	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
18	1	1	1	1	1	1
19	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
20	1	0	1	1	1	0
21	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1
Skupaj	19/19	17/19	17/19	18/19	19/19	18/19

Opomba. n/a = ni mogoče oceniti.



Slika 1. Proces izbire študij

sprintom premagovati, posledica sile trenja med sanmi in podlago, po kateri potujejo (Cross idr., 2019; Loturco idr., 2023; Zabaloy idr., 2023). S sanmi tečemo počasneje in kljub največjemu naporu med sprintom dosežemo manjšo končno hitrost od tiste pri sprintu brez upora (Cahill idr., 2019). S tem so skozi celotno fazo NH pri sprintu s sanmi zagotovljeni dinamični pogoji, podobni določeni fazi sprinterskega pospeševanja brez upora. To je ključno, saj je trajanje sprinta s sanmi v fazi NH najdaljše (~ 3 do 5 sekund ali 6 do 10 korakov). Z dodajanjem bremena na sani je mogoče vadbo prilagajati specifični fazi sprinterskega pospeševanja (Cross, Lahti idr., 2018). Vadba z velikimi bremenami na saneh posnema dinamične pogoje sprinta brez upora v fazi ZP, medtem ko vadba z majhnimi bremenami posnema pogoje v fazi PP. Kljub temu, da je možnost dodajanja bremen pri sprintu s sanmi prednost, lahko izvajanje sprintov s prevelikimi bremenami na neki točki postane manj učinkovit vadbeni dražljaj, saj se zaradi močno spremenjenih dinamičnih pogojev poruši gibalni vzorec.

Da bi določili optimalen vadbeni dražljaj pri sprintih s sanmi, je treba podrobneje proučiti vpliv različnih bremen na sprintersko tehniko teka. Kljub številnim študijam,

ki so raziskovale vpliv bremena na dinamiko sprinta s sanmi (Alcaraz idr., 2008; Macadam idr., 2020; Osterwald idr., 2021; Zabaloy idr., 2022), primanjkuje pregledov literature, ki bi pojasnili razlike v časovno-prostorskih značilnostih tekaškega koraka med različnimi fazami sprinta s sanmi in fazami sprinta brez upora. Glavni namen te metaanalize je proučiti vpliv velikosti bremena na saneh v kontekstu faze sprinta in na časovno-prostorske spremenljivke sprinterskega koraka s ciljem ugotoviti, kakšna velikost bremena na saneh v največji meri posnema sprintersko tehniko teka v fazi pospeševanja.

Metode

Strategija iskanja literature

Skladno s smernicami protokola PRISMA (angl. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) smo izvedli sistematični pregled literature. Pregled znanstvene literature smo izvedli v spletni bazi podatkov PubMed z uporabo naslednjih iskalnih pojmov: »*resistance sprint OR sled sprint OR sprint running [Title/Abstract] NOT swimming NOT cycling*«. Pregledali smo literaturo, objavljeno do vključno oktobra 2022, napisano v angleškem jeziku in z odprtim dostopom.

Vključitveni in izključitveni kriteriji

V pregled smo vključili študije, ki so (1) primerjale sprinte s sanmi s sprintom brez upora, (2) proučevale časovno-prostorske značilnosti sprinterskega koraka, (3) proučevale eno od faz pospeševanja pri sprintu, (4) vključevale udeležence, starejše od 16 let, in (5) udeležence z izkušnjami s sprinti proti uporu. Izključili smo vse (1) intervencijske študije, (2) študije, ki so proučevale izključno kinetične ali kinematične značilnosti sprintov proti uporu, ter (3) študije, ki so proučevale izključno fazo NH.

Izbir študij

En avtor (TV) je pregledal vse študije iz iskalnega niza ter na podlagi izvlečkov in naslovov izbral potencialne študije. Dva avtorja (TV in MS) sta nato neodvisno pregledala celotne tekste ter ob upoštevanju vključitvenih in izključitvenih kriterijev določila končen izbor študij. Ob morebitnem nesoglasju med avtorjema je odločitev sprejel tretji avtor (NŠ).

Postopek pridobivanja podatkov

Opisno statistiko udeležencev (spol, starost, višina, telesna teža, stopnja treniranosti in športna disciplina) ter podatke o velikosti bremena na saneh (majhno ali veliko breme, glede na % telesne mase ali % upada največje hitrosti), dolžini sprintov in časovno-prostorskih spremenljivkah sprinterskega koraka (ČSP, ČL in DK) v različnih fazah sprinta (ZP, PP in NH) smo sistematično zbrali v Microsoftovih preglednicah Excel (Microsoft Excel, Microsoft Corporation, 2019). Zaradi edinstvenih značilnosti smo vse spremenljivke, merjene v prvem koraku sprinta, izključili iz analiz.

Ocena kakovosti študij

Za oceno kakovosti študij smo uporabili orodje, prilagojeno za študije s področja športne znanosti, ki so ga predlagali Rico-González in sodelavci (2022), vključuje pa 23 postavk. Izmed teh smo izbrali 19 merodajnih postavk in na podlagi tega ocenili kakovost študij (Priloga 1). Oceno 1 smo uporabili takrat, ko je bila predpostavka izpolnjena, oceno 0 pa takrat, ko ni bila izpolnjena. Študije so bile interpretirane kot nizko- (< 10 točk), srednje- (10–16 točk) ali visokokakovostne (> 17 točk).

Statistične analize

Metaanalize smo izvedli s programsko opremo Review Manager (različica 5.4, Co-

Tabela 2

Značilnosti vključenih študij

Študija	Preiskovanci	Sprinti s sanmi			Mere izida
		Dolžina sprinta	Velikost bremena	Sprinterska faza merjenja (interval ali korak)	
Alcaraz idr., 2008	N = 11 Starost = 22 (4) Spol = M TV = 180 (8) TM = 75 (7)	Amaterski sprinterji in skakalci v dolžino	30 m	Majhna: 16 % TM 10 % V_{upad}	ZP in PP (celotna faza pospeševanja) Dolžina koraka
Cronin idr., 2008	N = 20 Starost = 19,9 (2,2) Spol = Ž in M TV = 176 (8) TM = 76,5 (10,7)	Amaterski igralci ragbija	30 m	Majhna: 15 % TM Zmerna: 20 % TM	ZP (na 5 m) PP (na 15 m) NH (na 25 m) Čas stika s podlago Dolžina koraka Čas leta
Lockie idr., 2003	N = 20 Starost = 23,1 (3,7) Spol = M TV = 179,1 (6,5) TM = 82,6 (13,1)	Amaterski igralci ragbija	30 m	Majhna: 12,6 % TM Zmerna: 32,2 % TM	ZP (2. korak) Čas stika s podlago Dolžina koraka Čas leta
Monte idr., 2017	N = 13 Starost = 19,4 (2,3) Spol = M TV = 177 (3) TM = 71,5 (2,9)	Amaterski sprinterji	20 m	Majhna: 15 % TM Zmerna: 20 % TM Zmerna: 30 % TM Velika: 40 % TM	ZP (5. korak) PP (10. in zadnji korak) Čas stika s podlago Dolžina koraka Čas leta
Osterwald idr., 2021	N = 33 Starost = 21,4 (3,3) TV = 185,8 (8,2) TM = 85,2 (11,8)	Amaterski sprinterji in športniki v ekipnih športih	40 m	Majhna: 10 % V_{upad} Zmerna: 20 % V_{upad} Zmerna: 30 % V_{upad}	ZP (med 0 in 5 m) NH (med 25 in 30 m) Kontaktni čas
Zabaloy idr., 2022	N = 12 Starost = 23,5 (5,1) Spol = M TV = 179 (4) TM = 82,5 (13,1)	Amaterski igralci ragbija	10 in 30 m	Majhna: 10 % V_{upad} Zmerna: 30 % V_{upad} Velika: 50 % V_{upad}	ZP (med 0 in 5 m) NH (med 20 in 25 m) Čas stika s podlago Dolžina koraka Čas leta

Opomba. N = število preiskovancev; TM = telesna masa; TV = telesna višina; M = moški; Ž = ženske; V_{upad} = relativen upad največje hitrosti; ZP = faza zgodnjega pospeševanja; PP = faza poznega pospeševanja; NH = faza največje hitrosti.

chran Collaboration, London, Združeno kraljestvo) z metodo inverzne variance in modelom naključnih učinkov. Vpliv bremena na saneh, faze sprinta ter kombinacije bremena in faze sprinta na časovno-prostorske spremenljivke smo preverjali z izračunom povprečnih razlik v ČSP, DK in ČL med: (a) različnimi velikostmi bremena na saneh v fazi ZP; (b) različnimi fazami sprinta pri sprintu brez upora, z majhnim in zmernim bremenom ter (c) fazo ZP sprinta brez upora ter fazo PP in NH pri sprintu z majhnim in zmernim bremenom. Hkrati smo izračunali standardizirano razliko povprečij (SMD) s 95-odstotnimi intervali zaupanja (CI). SMD smo pojasnili kot zelo majhno (0 do 0,10), majhno (0,11–0,20), srednje (0,21–0,50), veliko (0,51–0,80) in zelo veliko (0,81 ali več) velikost učinka (Šawilowsky, 2009). Heterogenost med študijami smo ocenili s statistiko I^2 . Ta predstavlja delež variance skupnega učinka, ki ni posledica naključja, ampak heterogenosti. Opredelili

smo jo kot nizko (0–40 %), zmerno (41–60 %), visoko (61–90 %) in zelo visoko (91–100 %) (Higgins in Thomas, b. d.). Za grafične prikaze rezultatov analiz smo uporabili programsko opremo GraphPad Prism (različica 9.0.2, GraphPad Software, Kalifornija, ZDA).

Rezultati

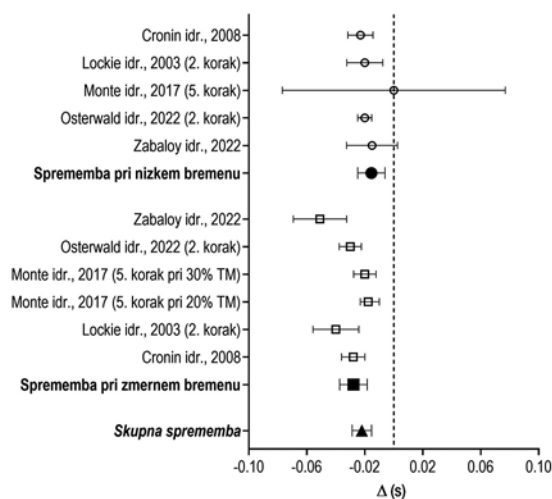
Celoten postopek izbire študij je prikazan na Sliki 1. Po sistematičnem izločanju smo izmed 1287 študij, dobljenih pri začetnem iskalnem nizu, metaanalize izvedli na šestih študijah. Vse vključene študije smo ocenili kot visokokakovostne (Tabela 1).

Značilnosti študij so prikazane v Tabeli 2. Skupno je bilo v študije vključenih 109 preiskovancev iz različnih športov. V študijah so časovno-prostorske značilnosti korakov pri sprintu s sanmi in brez njih merili na razdaljah od 0 do 10, 20, 30 in 40 metrov. Velikost bremena na saneh je bila izražena

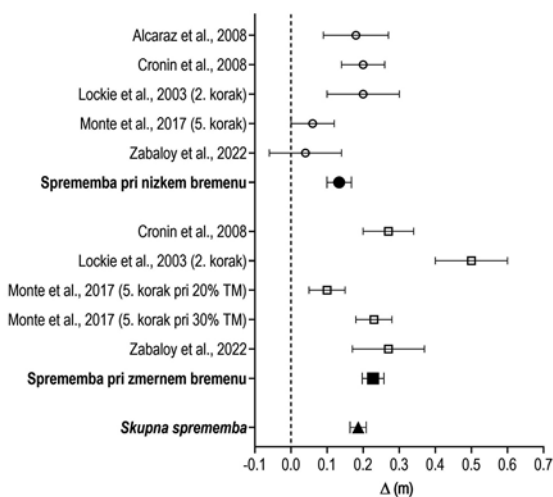
relativno glede na telesno maso (% TM) ali upad največje hitrosti sprinta (V_{upad}), ki jo je breme na saneh povzročilo. V vseh študijah so značilnosti sprinterskega koraka brez bremena primerjali s korakom pri sprintu z majhnim bremenom (< 17 % TM ali < 20 % V_{upad}), v petih študijah s koraki pri sprintih z zmernim bremenom (17–32,2 % TM ali 20–30 % V_{upad}) ter v dveh s koraki pri sprintih z velikim bremenom (> 32,2 % TM ali > 30 % V_{upad}). Značilnosti sprinterskih korakov so v študijah analizirali v fazah ZP (0–5 m ali 2. do 5. korak), PP (6–20 m ali 6. do 15. korak) in NH (> 20 m). V petih so bile kot mere izida vrednoteni ČSP in DK, medtem ko so v štirih študijah vrednotili ČL.

Vpliv velikosti bremena na časovno-prostorske značilnosti sprinterskih korakov je predstavljen v Tabeli 3 in na Sliki 2. Pri sprintu z majhnim bremenom na saneh se ČSP v fazi ZP podaljša za 20 ms ($p < 0,001$; SMD = -1,45), medtem ko se ČL in DK zmanjšata za 10 ms ($p < 0,001$; SMD = 0,42) oziroma

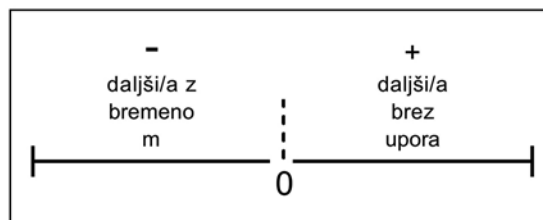
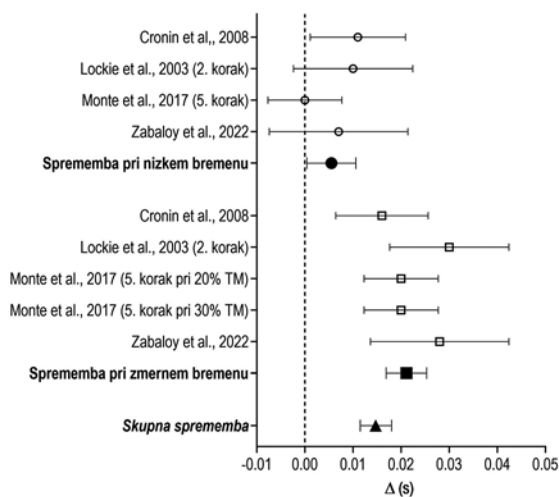
Kontaktni čas



Dolžina koraka



Čas leta



Slika 2. Rezultati metaanalize prikazuje razlike v času stika s podlago, dolžini koraka in času leta v fazi zgodnjega pospeševanja med sprinti brez upora ter sprinti z majhnim in srednjim bremenom na saneh

Opomba. TM = telesna masa.

0,13 m ($p < 0,001$; $SMD = 1,17$). S povečanjem bremena na zmerno se ČSP dodatno podaljša ($p < 0,001$; $SMD = -1,74$), obratno se ČL in DK dodatno skrajšata ($p < 0,001$; $SMD = -1,74$ in $p < 0,001$; $SMD = -1,74$). Če primerjamo sprint brez upora z majhnim in zmernim bremenom, je razvidno, da dodajanje bremena na sani podaljša ČSP in skrajša ČL ter DK ($SMD > 0,93$).

Vpliv faze sprinta na časovno-prostorske značilnosti sprinterskih korakov pri posameznih pogojih sprinta (brez bremena na saneh in z njim) je predstavljen v Tabeli 4 in na Sliki 3. Pri sprintih brez upora se v poznejših fazah trajanje ČSP skrajšuje ($p < 0,001$; $SMD = 0,88$), medtem ko se DK ($p <$

$0,001$; $SMD = -2,79$) in ČL ($p < 0,001$; $SMD = -0,82$) podaljšujeta. Trend spreminjanja ČSP, DK in ČL je podoben pri vseh načinih sprintov, ne glede na dodatno breme na saneh.

Kombiniran vpliv bremena na saneh ter faze sprinta na CT, SL in FT je predstavljen v Tabeli 5 in na Sliki 4. Trajanje ČSP v obeh fazah pospeševanja pri sprintu brez upora je primerljiv s ČSP v poznejših fazah sprinta z majhnim in zmernim bremenom na saneh ($MD = 0$ ms; $p > 0,36$; $SMD < 0,47$). Pri sprintih brez upora je DK v obeh fazah pospeševanja krajša kot v poznejših fazah pri sprintu z majhnim in zmernim bremenom ($MD < -0,01$ m; $p < 0,001$; $SMD > -0,60$). Čas

leta v fazah pospeševanja pri sprintih brez upora je krajši kot v poznejših fazah sprinta z majhnim bremenom ($MD = -10$ ms; $p = 0,01$; $SMD = -0,59$) in enak kot v poznejših fazah sprinta z zmernim bremenom ($MD = 0$ ms; $p = 0,69$; $SMD = 0,09$). Rezultati študij, ki so preučevale ČL, so bili zmerno do znatno heterogeni ($I^2 = 45-67\%$), medtem ko so bili rezultati študije, ki so preučevale ČSP in DK, pomembno do skoraj popolno heterogeni ($I^2 > 85\%$).

Razprava

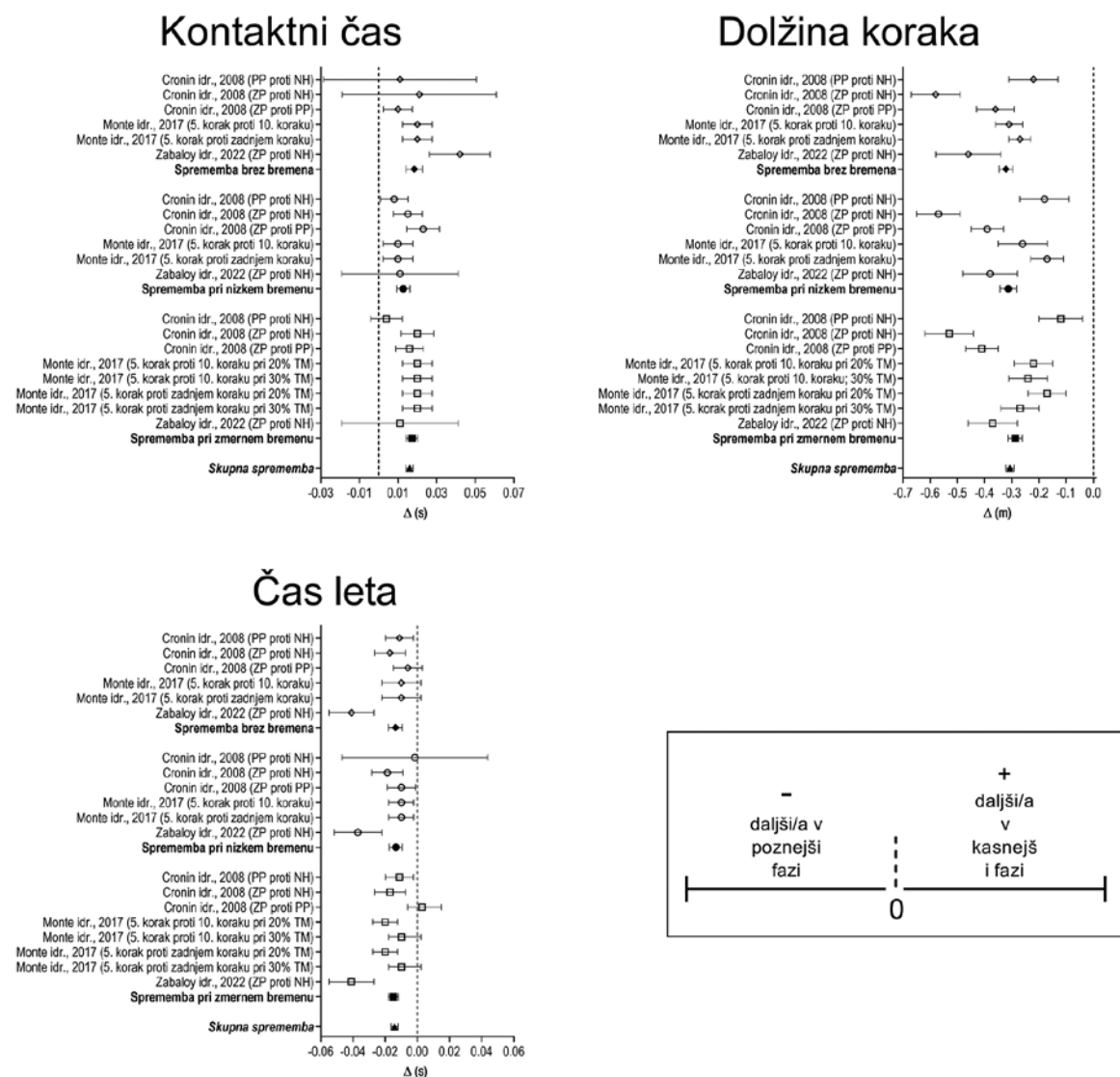
Glavni namen te metaanalize je bil preveriti vpliv bremena in faze sprinta na časov-

Tabela 3

Razlike v časovno-prostorskih značilnostih korakov v zgodnji fazi pospeševanja med sprinti brez upora ter sprinti z nizkim in zmernim bremenom na saneh

	Breme	Število študij (N)	MD (95 % CI)	SMD (95 % CI)	p	ES	I ² (%)
Čas stika s podlago [s]	Majhno	5 (98)	-0.02 (-0.02, -0.01)	-1.16 (-1.47, -0.85)	<0.001	zelo velik	79
	Zmerno	5 (111)	-0.02 (-0.03, -0.02)	-1.74 (-2.06, -1.43)	<0.001	zelo velik	24
	Skupaj	5 (209)	-0.02 (-0.02, -0.02)	-1.45 (-1.67, -1.23)	<0.001	zelo velik	78
Dolžina koraka [m]	Majhno	5 (76)	0.13 (0.10, 0.17)	1.17 (0.81, 1.52)	<0.001	zelo velik	62
	Zmerno	4 (65)	0.23 (0.20, 0.26)	2.35 (1.92, 2.77)	<0.001	zelo velik	58
	Skupaj	5 (141)	0.19 (0.16, 0.21)	1.65 (1.37, 1.92)	<0.001	zelo velik	76
Čas leta [s]	Majhno	4 (65)	0.01 (0.00, 0.01)	0.42 (0.07, 0.77)	0.02	srednji	0
	Zmerno	4 (65)	0.02 (0.02, 0.03)	1.47 (1.11, 1.83)	<0.001	zelo velik	0
	Skupaj	4 (130)	0.01 (0.01, 0.02)	0.93 (0.68, 1.18)	<0.001	zelo velik	64

Opomba. MD = povprečne razlike; SMD = standardizirana povprečna razlika; N = skupno število preiskovancev; ES = velikost učinka; I² = heterogenost študij.



Slkica 3. Rezultati metaanalize prikazujejo razlike v času stika s podlago, dolžini koraka in času leta med različnimi fazami pri sprintu brez upora, sprintu z majhnim bremenom in sprintu z velikim bremenom na saneh

Opomba. TM = telesna masa; ZP = faza zgodnjega pospeševanja; PP = faza poznega pospeševanja; NH = faza največje hitrosti.

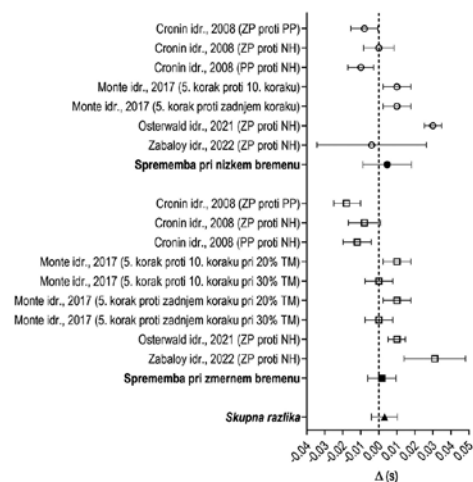
Tabela 4

Razlike v časovno-prostorskih značilnostih korakov med zgodnejšimi in poznejšimi fazami pri sprintih brez upora ter sprintih z nizkim in zmernim bremenom

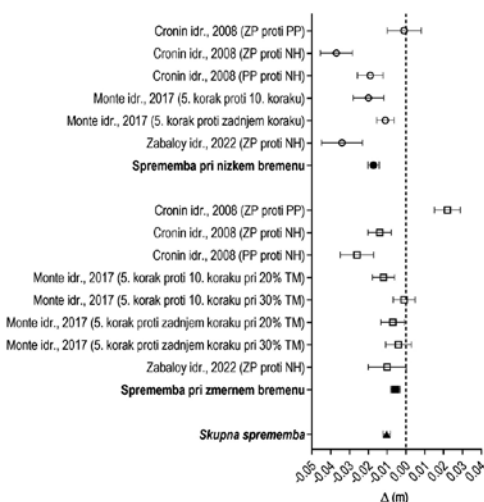
	Breme	Število študij (N)	MD [95 % CI]	SMD [95 % CI]	p	ES	I ²
Čas stika s podlago [s]	Brez upora	3 (98)	0.02 [0.01, 0.02]	0.88 [0.57, 1.18]	<0.001	zelo velik	78
	Majhno	3 (98)	0.01 [0.01, 0.02]	0.97 [0.67, 1.28]	<0.001	zelo velik	34
	Zmerno	3 (124)	0.02 [0.02, 0.02]	1.22 [0.94, 1.51]	<0.001	zelo velik	69
	Skupaj	3 (320)	0.02 [0.01, 0.02]	1.04 [0.86, 1.21]	<0.001	zelo velik	66
Dolžina koraka [m]	Brez upora	3 (98)	-0.32 [-0.35, -0.30]	-2.79 [-3.22, -2.37]	<0.001	zelo velik	84
	Majhno	3 (98)	-0.31 [-0.34, -0.28]	-2.59 [-3.01, -2.16]	<0.001	zelo velik	82
	Zmerno	3 (124)	-0.29 [-0.31, -0.26]	-2.41 [-2.81, -2.02]	<0.001	zelo velik	83
	Skupaj	3 (320)	-0.31 [-0.32, -0.29]	-2.32 [-2.67, -1.97]	<0.001	zelo velik	82
Čas leta [s]	Brez upora	3 (98)	-0.01 [-0.02, -0.01]	-0.82 [-1.12, -0.52]	<0.001	zelo velik	49
	Majhno	3 (98)	-0.01 [-0.02, -0.01]	-0.81 [-1.11, -0.52]	<0.001	zelo velik	60
	Zmerno	3 (98)	-0.01 [-0.02, -0.01]	-1.09 [-1.36, -0.81]	<0.001	zelo velik	57
	Skupaj	3 (294)	-0.01 [-0.02, -0.01]	-0.92 [-1.09, -0.75]	<0.001	zelo velik	54

Opomba. MD = povprečne razlike; SMD = standardizirana povprečna razlika; N = skupno število preiskovancev; ES = velikost učinka; I² = heterogenost študij.

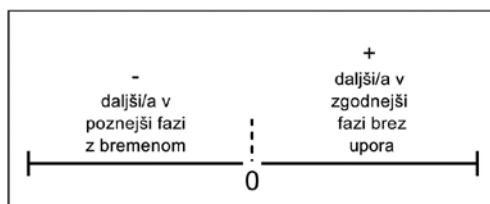
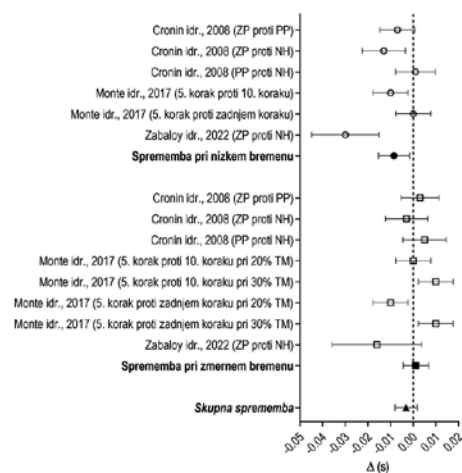
Kontaktni čas



Dolžina koraka



Čas leta



Slika 4. Rezultati metaanalize prikazuje razlike v času stika s podlago, dolžini koraka in času leta med zgodnejšo fazo pri sprintu brez upora in poznejšo fazo pri sprintu z majhnim ter zmernim bremenom na saneh

Opomba. TM = telesna masa; ZP = faza zgodnjega pospeševanja; PP = faza poznega pospeševanja; NH = faza največje hitrosti.

Tabela 5

Razlike v časovno-prostorskih značilnostih korakov med zgodnejšimi fazami pri sprintu brez upora in poznejšimi fazami pri sprintu z nizkim ter zmernim bremenom na saneh

	Breme	Število študij (N)	MD [95 % CI]	SMD [95 % CI]	P	ES	I ²
Čas stika s podlago [s]	Majhno	4 (131)	0.00 [-0.01, 0.02]	0.47 [-0.53, 1.46]	0.36	srednji	93
	Zmerno	4 (157)	0.00 [-0.01, 0.01]	0.15 [-0.50, 0.79]	0.66	majhen	86
	Skupaj	4 (288)	0.00 [-0.00, 0.01]	0.18 [-0.31, 0.68]	0.30	majhen	89
Dolžina koraka [m]	Majhno	3 (98)	-0.02 [-0.04, -0.01]	-1.70 [-2.55, -0.85]	<0.001	zelo velik	93
	Zmerno	3 (124)	-0.01 [-0.02, -0.00]	-0.60 [-0.88, -0.33]	<0.001	velik	86
	Skupaj	3 (222)	-0.02 [-0.02, -0.01]	-0.95 [-1.16, -0.73]	<0.001	zelo velik	91
Čas leta [s]	Majhno	3 (98)	-0.01 [-0.02, -0.00]	-0.59 [-1.05, -0.13]	0.01	velik	67
	Zmerno	3 (124)	0.00 [-0.00, 0.01]	0.09 [-0.35, 0.52]	0.69	majhen	45
	Skupaj	3 (222)	-0.00 [-0.01, -0.00]	-0.21 [-0.56, 0.14]	0.24	srednji	58

Opomba. MD = povprečne razlike; SMD = standardizirana povprečna razlika; N = skupno število preiskovancev; ES = velikost učinka; I² = heterogenost študij.

no-prostorske spremenljivke pri sprintu s sanmi. Rezultati so pokazali, da (a) velikost bremen na saneh bistveno spremeni ČSP, DK in ČL v fazi sprinterskega pospeševanja, (b) da se ČSP, DK in ČL značilno spreminjajo skozi fazo sprinta, ne glede na to, ali se sprint izvaja s sanmi ali brez njih, ter (c) da med fazo pospeševanja pri sprintih brez upora in v poznejših fazah sprinta z zmernim bremenom na saneh ni razlik v ČSP in ČL.

Vpliv bremena na saneh na časovno-prostorske spremenljivke sprinterskega koraka v fazi zgodnjega pospeševanja

V vseh vključenih študijah, razen v študiji Monteja in sodelavcev (2017), so bili ČSP in ČL v fazi zgodnjega pospeševanja pri nizkem bremenom na saneh daljši kot pri sprintu brez upora. Ta odstopanja bi lahko razložili z dejstvom, da so Monte in drugi (2017) proučevali ČSP 5. koraka, medtem ko so v preostalih študijah opazovali ČSP 2. koraka ali na razdalji 5 m. Rezultati kažejo, da se časovno-prostorske značilnosti sprinterskega koraka v fazi ZP spremenijo že, ko na sani dodamo nizko breme (10–17 % telesne mase ali 10–20 % V_{upad}). V metaanalizo je bilo vključenih premalo študij, da bi lahko preverili vpliv nizkega bremena na časovno-prostorske spremenljivke sprinterskih korakov v fazi največje hitrosti. Kljub temu rezultati študij Cronina in sodelavcev (2008) ter Zabaloya in drugih (2022) kažejo, da so v fazi največje hitrosti ČSP pri sprintih z majhnim bremenom na saneh za približno 10 ms daljši kot pri sprintih brez upora.

Pri zmernem bremenom na saneh so bili v vseh vključenih študijah v fazi ZP ČSP daljši

ter DK in ČL krajši. To nakazuje, da z dodajanjem bremena na sani v obsegu 17–32 % TM oz. 20–30 % V_{upad} živčno-mišični sistem v začetnih korakih sprinta preobremenimo. Daljši ČSP pri sprintu z zmernim bremenom ponujajo daljše časovno okno za proizvajanje propulzivne sile na tla. V fazi odriva je pri sprintu z zmernim bremenom na tla mogoče ustvariti višje horizontalne sile kot pri sprintu brez upora (Cross, Samozino idr., 2018). Hkrati krajše DK in ČL pomenijo, da je v zgodnji fazi pospeševanja pri sprintu z zmernim bremenom frekvenca korakov večja. V tem oziru je izvajanje sprintov z zmernim bremenom na saneh v fazi zgodnjega pospeševanja smiselno, kadar želimo živčno-mišični sistem spodbuditi, da proizvaja višje horizontalne sile kot pri sprintu brez upora.

Vpliv faze sprinta na časovno-prostorske spremenljivke sprinterskega koraka pri sprintu brez upora in sprintu s sanmi

Razlike v časovno-prostorskih značilnostih sprinterskega koraka med različnimi fazami sprinta brez upora so skladne s predhodnimi raziskavami na vrhunskih sprinterjih. Te kažejo, da se od 1. do 22. koraka ČSP skrajša za približno 22 ms, medtem ko se DK in ČL podaljšata za približno 1 m oz. 10 ms (Murata idr., 2018; Nagahara idr., 2018). Podoben trend spreminjanja pri sprintih z majhnim in zmernim bremenom kažejo naši rezultati (Slika 2). Časovno-prostorske značilnosti sprinterskega koraka se spreminjajo skozi fazo sprinta, ne glede na to, ali je sprint izveden brez upora ali z majhnim oz. zmernim bremenom na saneh, kar je skladno z ugotovitvami Sugisakija in

sodelavcev (2023). Vseeno je treba poudariti, da se izrazitost spreminjanja časovno-prostorskih spremenljivk skozi faze sprinta zmanjšuje, če uporabljamo višja bremena. Ker primanjkuje študij, ki bi proučevale vpliv velikega in zelo velikega bremena na saneh, spremembe v časovno-prostorskih s fazo sprinta ostajajo slabo pojasnjene. Zgolj ena vključena študija je vrednotila časovno-prostorske značilnosti prvega, petega, desetega in zadnjega koraka pri sprintu s 40 % TM na saneh (Monte idr., 2017). Med petim in zadnjim korakom so se pokazale značilne razlike v ČSP in DK, medtem ko pri ČL ni bilo značilnih razlik. Ker primanjkuje študij, ki bi vrednotile spremembe v časovno-prostorskih spremenljivkah s hitrostjo sprinta pri uporabi bremen na saneh > 50 % TM, bi bilo treba to raziskati v prihodnjih študijah. Z dodatnimi informacijami bi bilo uporabnost zelo velikih bremen na saneh pri vadbi sprinta proti uporabi lažje upravičiti in prilagoditi specifičnemu namenu (Cross, Lahti idr., 2018).

Vpliv faze sprinta in bremena na saneh na časovno-prostorske spremenljivke sprinterskega koraka

Najbolj zanimive ugotovitve te študije so opažene podobnosti v trajanja ČSP med fazo pospeševanja pri sprintu brez upora in poznejšimi fazami sprinta z majhnim in zmernim bremenom na saneh ter podobnosti v ČL med fazo pospeševanja in poznejšimi fazami sprinta z zmernim bremenom (Slika 3). Na podlagi tega je mogoče sklepati, da v fazah PP in NH pri sprintih z zmernim bremenom na saneh repliciramo tehniko teka med fazo ZP oz. PP pri sprintu

tu brez upora. S stališča izpostavljenosti specifičnemu dražljaju za izboljšanje sprinterskega pospeševanja se zato zdi, da je za vadbo najprimernejša uporaba zmernih bremen na saneh. Živčno-mišični sistem v začetnih fazah sprinta preobremenimo in ga v poznejših fazah za daljše obdobje izpostavimo pogojem, ki so podobni tistim v fazi pospeševanja pri sprintu brez upora. Če želimo izboljšati hitrost sprinterskega pospeševanja, so torej najprimernejša zrna bremena na saneh. Zaradi pomanjkanja študij, ki bi proučevale vpliv velikih in zelo velikih bremen na značilnosti tekaškega koraka, njihove primernosti v primerjavi z majhnim in zmernim bremenom ni mogoče ovrednotiti. Zabaloy in drugi (2022) so pokazali, da je med fazo NH pri sprintu z velikim bremenom (50 % V_{upad}) ČSP značilno daljši, DK pa krajša kot med fazo pospeševanja pri sprintu brez upora. Raziskav, ki bi proučevale vpliv velikih in zelo velikih bremen na saneh, primanjkuje, zato je treba časovno-prostorske značilnosti tekaškega koraka pod takšnimi pogoji v prihodnje podrobneje raziskati.

■ Zaključek

Rezultati metaanalize so pokazali, da dodatno breme pri sprintu s sanmi spremeni časovno-prostorske značilnosti sprinterskega koraka znotraj iste faze. Med fazo ZP se ČSP podaljša, medtem ko se ČL in DK skrajšata. Te razlike v časovno-prostorskih značilnostih sprinterskega koraka postanejo izrazitejše, ko breme na saneh povečamo z nizkega na zmerno. Tako za sprinte brez upora kot za sprinte z majhnim in zmernim bremenom na saneh je značilno podaljševanje DK in ČL ter skrajševanje ČSP med pospeševanjem v fazi NH. Primerjava poznejših faz pri sprintu s sanmi s poznejšimi fazami pri sprintu brez upora je pokazala največje podobnosti v časovno-prostorskih značilnostih sprinterskih korakov pri uporabi zmernih bremen (17–32,2 % TM oz. 20–30 % V_{upad}). Z uporabo zmernih bremen na saneh v fazi ZP preobremenimo živčno-mišični sistem, medtem ko v poznejših fazah repliciramo sprintersko tehniko teka v fazi pospeševanja. S tem izpostavimo živčno-mišični sistem optimalnemu vadbenu dražljaju za dalj časa, zato se zdi vadba sprinta s sanmi s takšnimi bremenimi najprimernejša izbira, ko je cilj izboljšati sposobnost sprinterskega pospeševanja.

Poudarjamo, da je pri interpretaciji rezultatov metaanaliz treba upoštevati nekaj

omejitev. Kot prvo izpostavljamo veliko heterogenost v rezultatih študij. Eden izmed razlogov za to bi lahko bilo vključevanje razlik časovno-prostorskih spremenljivk znotraj iste metaanalize ne glede na to, da so bile te izmerjene v različnih fazah sprinta. Na primer, metaanaliza razlik v ČSP med ZP in PP ter PP in NH skupaj. Drugi razlog za heterogenost v rezultatih bi lahko bile razlike v metodologiji merjenja časovno-prostorskih spremenljivk med študijami. V isti sklop metaanaliz smo vključili razlike v časovno-prostorskih značilnostih, ki so bile izmerjene med različnimi koraki. Na primer, metaanaliza razlik med 5. in 10. korakom ter 5. in zadnjim korakom znotraj iste podskupine. Ker lahko razlike v merilnih protokolih med študijami vplivajo na metodološko oporečnost izvedenih metaanaliz, je treba poudariti, da smo pri sintezi ugotovitev upoštevali heterogenost študij. V skladu z opaženimi omejitvami je smiselno priporočilo, da prihodnje študije, ki bodo vrednotile časovno-prostorske značilnosti sprinterskih korakov, uporabljajo usklajeno metodologijo. Standardizacija merilnih protokolov bi znatno izboljšala primerljivost ugotovitev vseh raziskav na področju. Treba je tudi izpostaviti, da je bilo naše iskanje študij, čeprav je šlo za sistematični pregled, omejeno na podatkovno bazo PubMed. Zato morebitnih relevantnih študij iz drugih podatkovnih baz nismo vključili v naše analize. Zaradi pomanjkanja razpoložljivih podatkov nismo izvedli metaanaliz za pogoje sprinta z velikim do zelo velikim bremenom na saneh, kar predstavlja naslednjo omejitev naše raziskave. Ker uporaba velikih bremen za izboljšanje sprinterskega pospeševanja ostaja tema stalne razprave v literaturi, bi morale prihodnje študije podrobneje proučiti časovno-prostorske prilagoditve korakov pri sprintih z velikimi bremenimi na saneh.

■ Financiranje

Raziskavo je finančno delno podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (KINSPO – Kineziologija za učinkovitost in preprečevanje mišično-skeletnih poškodb v športu (P5-0443)).

Literatura

1. Alcaraz, P. E., Palao, J. M., Elvira, J. L. L. in Linthorne, N. P. (2008). Effects of Three Types of Resisted Sprint Training Devices on the kinematics of sprinting at maximum velocity.

Journal of Strength & Conditioning Research, 22(3), 890–897.

2. Barbero, J. C., Granda-Vera, J., Calleja-González, J. in Del Coso, J. (2014). Physical and physiological demands of elite team handball players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 921–933. <https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868768>
3. Cahill, M. J., Oliver, J. L., Cronin, J. B., Clark, K. P., Cross, M. R. in Lloyd, R. S. (2019). Sled-pull load–velocity profiling and implications for sprint training prescription in young male athletes. *Sports*, 7(5). <https://doi.org/10.3390/sports7050119>
4. Caldbeck, P. in Dos'Santos, T. (2022). How do soccer players sprint from a tactical context? Observations of an English Premier League soccer team. *Journal of Sports Sciences*, 40(23), 2669–2680. <https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2183605>
5. Cronin, J., Hansen, K., Kawamori, N. in McNair, P. (2008). Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics. *Sports Biomechanics*, 7(2), 160–172. <https://doi.org/10.1080/14763140701841381>
6. Cronin, J. in Hansen, K. T. (2006). Resisted sprint training for the acceleration phase of sprinting. *Strength and Conditioning Journal*, 28(4), 42–51. <https://doi.org/10.1519/00126548-200608000-00006>
7. Cross, M. R., Lahti, J., Brown, S. R., Chedati, M., Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Eriksrud, O. in Morin, J. B. (2018). Training at maximal power in resisted sprinting: Optimal load determination methodology and pilot results in team sport athletes. *PLoS ONE*, 13(4), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195477>
8. Cross, M. R., Samozino, P., Brown, S. R. in Morin, J. B. (2018). A comparison between the force–velocity relationships of unloaded and sled-resisted sprinting: single vs. multiple trial methods. *European Journal of Applied Physiology*, 118(3), 563–571. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3796-5>
9. Cross, M. R., Tinwala, F., Lenetsky, S., Brown, S. R., Brughelli, M., Morin, J. B. in Samozino, P. (2019). Assessing horizontal force production in resisted sprinting: Computation and practical interpretation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(5), 689–693. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0578>
10. Di Salvo, V., Pigozzi, F., González-Haro, C., Laughlin, M. S. in De Witt, J. K. (2013). Match Performance Comparison in Top English Soccer Leagues. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 526–532.
11. Duthie, G. M., Pyne, D. B., Marsh, D. J. in Hooper, S. L. (2006). Sprint Patterns in Rugby Union Players During Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1),

- 208–214. <https://doi.org/10.1519/00124278-200602000-00034>
12. França, C., Gouveia, É., Caldeira, R., Marques, A., Martins, J., Lopes, H., Henriques, R. in Ihle, A. (2022). Speed and Agility Predictors among Adolescent Male Football Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052856>
 13. França, C., Ihle, A., Marques, A., Sarmiento, H., Martins, F., Henriques, R. in Gouveia, É. R. (2022). Physical Development Differences between Professional Soccer Players from Different Competitive Levels. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(14). <https://doi.org/10.3390/app12147343>
 14. Haugen, T., McGhie, D. in Ettema, G. (2019). Sprint running: from fundamental mechanics to practice—a review. *European Journal of Applied Physiology*, 119(6), 1273–1287. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04139-0>
 15. Haugen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø. in Tønnessen, E. (2019). The Training and Development of Elite Sprint Performance: an Integration of Scientific and Best Practice Literature. *Sports Medicine - Open*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0221-0>
 16. Haugen, T., Tønnessen, E., Hisdal, J. in Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 432–441. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0121>
 17. Higgins, J. P. T. in Thomas, J. (n.d.). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.4*. V J. P. T. Higgins, J. Thomas, J. Chandler, M. Cumpston, T. Li, M. J. Page in V. A. Welch (Ured.), *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (Druga izdaja). John Wiley & Sons.
 18. Leyva, W. D., Wong, M. A. in Brown, L. E. (2017). Resisted and Assisted Training for Sprint Speed: A Brief Review. *Journal of Physical Fitness, Medicine and Treatment in Sports*, 1(1).
 19. Loturco, I., Freitas, T. T., Zabaloy, S., Pereira, L. A., Moura, T. B. M. A., Fernandes, V., Mercer, V. P., Alcaraz, P. E., Zajac, A. in Bishop, C. (2023). Speed Training Practices of Brazilian Olympic Sprint and Jump Coaches: Toward a Deeper Understanding of Their Choices and Insights (Part II). *Journal of Human Kinetics*, 89(November), 187–211. <https://doi.org/10.5114/jhk/174071>
 20. Macadam, P., Mishra, M., Feser, E. H., Uthoff, A. M., Cronin, J. B., Zois, J., Nagahara, R. in Tinwala, F. (2020). Force-velocity profile changes with forearm wearable resistance during standing start sprinting. *European Journal of Sport Science*, 20(7), 915–919. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1686070>
 21. Monte, A., Nardello, F. in Zamparo, P. (2017). Sled towing: The optimal overload for peak power production. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(8), 1052–1058. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0602>
 22. Murata, M., Takai, Y., Kanehisa, H., Fukunaga, T. in Nagahara, R. (2018). Spatiotemporal and kinetic determinants of sprint acceleration performance in soccer players. *Sports*, 6(4), 1–7. <https://doi.org/10.3390/sports6040169>
 23. Nagahara, R. (2023). Normative spatiotemporal and ground reaction force data for female and male sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 00(00), 1–10. <https://doi.org/10.1080/026440414.2023.2265641>
 24. Nagahara, R., Matsubayashi, T., Matsuo, A. in Zushi, K. (2014). Kinematics of transition during human accelerated sprinting. *Biology Open*, 3(8), 689–699. <https://doi.org/10.1242/bio.20148284>
 25. Nagahara, R., Mizutani, M., Matsuo, A., Kanehisa, H. in Fukunaga, T. (2018). Step-to-step spatiotemporal variables and ground reaction forces of intra-individual fastest sprinting in a single session. *Journal of Sports Sciences*, 36(12), 1392–1401. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1389101>
 26. Osterwald, K. M., Kelly, D. T., Comyns, T. M. in Catháin, C. (2021). Resisted sled sprint kinematics: The acute effect of load and sporting population. *Sports*, 9(10), 1–16. <https://doi.org/10.3390/sports9100137>
 27. Padulo, J., Bragazzi, N. L., Nikolaidis, P. T., Iacono, A., Dello, Attene, G., Pizzolato, F., Dal Pupo, J., Zagatto, A. M., Oggianu, M. in Migliaccio, G. M. (2016). Repeated sprint ability in young basketball players: Multi-direction vs. One-change of direction (Part 1). *Frontiers in Physiology*, 7(APR), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00133>
 28. Rico-González, M., Pino-Ortega, J., Clemente, F. M. in Arcos, A. L. (2022). Guidelines for performing systematic reviews in sports science. *Biology of Sport*, 39(2), 463–471. <https://doi.org/10.5114/BLOSPORT.2022.106386>
 29. Sawilowsky, S. S. (2009). Very large and huge effect sizes. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 597–599. <https://doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>
 30. Schache, A. G., Lai, A. K. M., Brown, N. A. T., Crossley, K. M. in Pandy, M. G. (2019). Lower-limb joint mechanics during maximum acceleration sprinting. *Journal of Experimental Biology*, 222(22). <https://doi.org/10.1242/jeb.209460>
 31. Slimani, M. in Nikolaidis, P. T. (2019). Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: A systematic review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, November, 141–163. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07950-6>
 32. Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M. in Milanović, Z. (2018). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(1), 111–135. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0794-z>
 33. Sugisaki, N., Kobayashi, K., Yoshimoto, T., Mitsukawa, N., Tsuchie, H., Takai, Y. in Kanehisa, H. (2023). Influence of horizontal resistance loads on spatiotemporal and ground reaction force variables during maximal sprint acceleration. *PLoS ONE*, 18(12 December), 2–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295758>
 34. Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S. in Von Duvillard, S. P. (2014). Individual and team performance in team-handball: A review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(4), 808–816.
 35. Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(2), 74–83. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.2.74>
 36. Zabaloy, S., Carlos-Vivas, J., Freitas, T. T., Pareja-Blanco, F., Loturco, I., Comyns, T., Gálvez-González, J. in Alcaraz, P. E. (2022). Muscle Activity, Leg Stiffness, and Kinematics During Unresisted and Resisted Sprinting Conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(7), 1839–1846. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003723>
 37. Zabaloy, S., Freitas, T. T., Pareja-Blanco, F., Alcaraz, P. E. in Loturco, I. (2023). Narrative Review on the Use of Sled Training to Improve Sprint Performance in Team Sport Athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 45(1), 13–28. <https://doi.org/10.1519/SSC.00000000000000730>

prof. dr. Nejc Šarabon
 Fakulteta za vede o zdravju, Univerza na Primorskem
 Inštitut Andrej Marušič, Univerza na Primorskem
 Laboratorij za motorično kontrolo in motorično obnašanje, S2P, Ltd
 Inštitut Ludwig Boltzmann za fizikalno medicino in rehabilitacijo
nejc.sarabon@fvz.upr.si