



Katja Čop,
Katja Tomažin, Petra Prevc

Vpliv različnega ogrevanja na ponovljivost in kakovost ravnotežne naloge

Izvleček

Cilj raziskave je bil ugotoviti, ali ogrevanje vpliva na ravnotežje. Ugotavljali smo, kakšne so razlike med statičnim in dinamičnim tipom ogrevanja pri vplivu na hitrost gibanja prijemališča sile reakcije podlage (PSRP) med tandemsko stoji z zaprtimi očmi (30 sekund). Proučevali smo tudi ponovljivost izbranih spremenljivk pred ogrevanjem in po njem.

V raziskavo je bilo vključenih 16 aktivnih športnikov (24 ± 4 leta). Izvajali so ogrevanje s statičnimi razteznimi vajami in ogrevanje z dinamičnimi razteznimi vajami. Odmor med ogrevanji je bil najmanj sedem dni, vrstni red ogrevanja pa je bil naključen.

Rezultati so pokazali, da dinamično ogrevanje zmanjša hitrost gibanja PSRP med tandemsko stoji, medtem ko statično ogrevanje ni povzročilo sprememb v hitrosti gibanja PSRP. Na podlagi rezultatov lahko zaključimo, da je pred vadbo ravnotežja primerneje izvajati dinamično ogrevanje.

Ključne besede: ravnotežje, dinamično ogrevanje, statično ogrevanje, prijemališče sile reakcije podlage, tandemsko stoji.



Effect of different types of warm-ups on repetition and quality of balance exercise

Abstract

The aim of the study was to investigate the effects of warm-up on balance. We compared the effects of static and dynamic stretching exercises on performance in tandem standing with eyes closed. Before and after both warm-up exercises, the velocity of the centre of pressure (COP) was measured during the tandem stance with eyes closed (30 s). The reliability of the COP sway parameters was calculated before and after the two warm-up exercises.

The study included 16 participants, all active athletes (24 ± 4 years). They all performed two warm-up exercises: the first with static stretching and the second with dynamic stretching at least seven days apart in random order.

The results showed that dynamic stretching reduced COP velocity. Static stretching, on the other hand, did not cause any changes in the variables studied. Therefore, the results suggest that dynamic warm-up before balance training is more appropriate than static warm-up.

Keywords: balance, static stretching, dynamic stretching, COP sway, tandem stance.

■ Uvod

Ravnotežje človeku omogoča pokončno držo in gibanje ter je pomembna sposobnost v marsikaterem športu ter tudi vsakdanjem življenju. Na sposobnost ohranjanja ravnotežja vplivajo številni mehanizmi in dejavniki. Pomembnejša mehanizma sta (1) priliv iz senzornih sistemov (vidnega, vestibularnega in somatosenzoričnega) in (2) njihova integracija v osrednjem živčnem sistemu. Pomemben dejavnik je tudi stanje gibalnega sistema (mišični tonus, mišična moč in vzdržljivost). Na sposobnost ohranjanja in vzpostavljanja ravnotežja vplivajo tudi gibalne izkušnje oz. razvitost nadzornega sistema za uravnavanje ravnotežja ter stanje živčno-mišičnega sistema, na katera lahko vplivamo tudi z vadbo.

Vadba ravnotežja

Vadba ravnotežja vključuje naloge, pri katerih je izzvano posameznikovo ravnotežje z namenom njegovega izboljšanja. Takšna vadba povzroči adaptacijo senzornih sistemov (tj. vidnega, vestibularnega in somatosenzoričnega) in gibalnega sistema. Težavnost in intenzivnost izvedbe posameznih nalog še vedno nista določeni. Pogosto nalogo otežimo tako, da zmanjšamo podporno površino ali njeno stabilnost ali pa spreminjamo kvaliteto in količino senzornih prilivov, s čimer zmanjšamo pritok senzornih informacij v center za ravnotežje. Primanjkljaj v kateremkoli senzoričnem sistemu povzroči spremembo v načinu procesiranja senzoričnih informacij in tudi v obliki gibalnega odziva, ki ohranja držo in ravnotežje (Rugelj, 2014). Ohranjanje drže in ravnotežja je kompleksna naloga, ki je odvisna od različnih dejavnikov, zato tudi vadba ravnotežnih nalog povzroči različne adaptacije na nivoju živčno-mišičnega sistema.

Funkcionalne adaptacije po vadbi ravnotežja

Vadba ravnotežja ne pripomore samo k razvoju nadzornega sistema za upravljanje ravnotežja, temveč tudi izboljša največjo mišično silo (Heitkamp idr., 2001; Hirsch idr., 2003), predvsem poveča največji prirastek sile (Gruber in Gollhofer, 2004), izboljša pa tudi višino vertikalnega skoka (Heitkamp idr., 2001; Kean idr., 2006).

Adaptacije živčnega sistema

Vadba ravnotežja povzroči adaptacije na različnih ravneh centralnega živčnega sistema (CŽS).

Adaptacije spinalnih mehanizmov

Centralni živčni sistem se takoj odzove na zmanjšanje podporne površine ali spremembe v senzornem prilivu. Na primer hoja po ozki gredi povzroči znižanje amplitude refleksa H v primerjavi z njegovo amplitudo pri normalni hoji. Znižanje amplitude refleksa H tako pokaže na plastičnost spinalnih mehanizmov, ki se zgodi, ko je podporna površina zmanjšana. Do zmanjšanja amplitude refleksa H pa pride tudi, ko v mirni stoji odstranimo vidni priliv (zapremo oči) (Hoffman in Koceja, 1995). Povzamemo lahko, da večja zahtevnost ravnotežne naloge povzroči upad amplitude refleksa H. Ravno obratno pa se zgodi, ko se zahtevnost ravnotežne naloge zmanjša. Dodaten senzorni priliv (dotik z roko) zmanjša zahtevnost ravnotežne naloge, to pa privede do povečanja amplitude refleksa H. Raziskave so pokazale, da je adaptacija amplitude refleksa H pogojena z zahtevnostjo ravnotežne naloge in tudi trajanjem vadbe ravnotežja. Gruber idr. (2007) so pokazali, da se je pri baletnikih amplituda refleksa H znižala v mirovanju, kar nakazuje tudi na trajnost adaptacije spinalnih mehanizmov. Vendar pa večina študij kaže, da je znižanje amplitude refleksa H odvisno od vrste naloge oz. specifično glede na nalogo, ki jo izvajamo (Taube idr., 2008). Prednost zmanjšanja amplitude refleksa H je v preprečevanju nenadnih oscilacij v sklepu in/ali premiku motorične kontrole k višjim centrom centralnega živčnega sistema (Kawaishi in Domen, 2015).

Adaptacije supraspinalnih mehanizmov

Nadzorni sistem za uravnavanje ravnotežja poleg spinalnih zank vključuje tudi supraspinalne zanke CŽS. Predvsem bazalni gangliji, mali možgani in možgansko deblo so nosilci pomembnih funkcij nadzornega sistema. Vadba ravnotežja prav tako povzroči akutne in kronične adaptacije na področju korteksa. Med stoji na nestabilni površini se kortikospinalna vzdražnost poveča (Schubert idr., 1999) zaradi zmanjšanja intrakortikalne inhibicije (Soto idr., 2006).

Povzamemo lahko, da plastičnost CŽS omogoči akutne in kronične adaptacije nadzornega sistema za uravnavanje ravnotežja. Te adaptacije pa niso odvisne samo od zahtevnosti ravnotežne naloge, temveč tudi od stanja živčno-mišičnega sistema. Glede na to, da vadbo ravnotežja lahko izvajamo v uvodnem, glavnem ali zaključnem delu vadbene enote, bo stanje

živčno-mišičnega sistema različno. Najpomembnejši dejavnik, ki izboljša delovanje živčno-mišičnega sistema, je ogrevanje. Drugi najpomembnejši dejavnik, ki pa lahko poslabša delovanje živčno-mišičnega sistema, je utrujanje. Vadbo ravnotežja najpogosteje izvajamo po ogrevanju, ki pa je lahko izvedeno na različne načine. Način izvedbe ogrevanja vpliva na stanje živčno-mišičnega sistema takoj po njem in s tem na učinkovitost izvedbe gibalnih nalog.

Ogrevanje

Ogrevanje v telesu povzroči številne spremembe, med pomembnejšimi je dvig temperature, to pa povzroči fiziološke spremembe v mišicah, kot so večji pretok krvi, večjo občutljivost živčnih receptorjev, hitrejša prevajanje akcijskih potencialov, manjšo viskoznost mišic, učinkovitejšo izvajanje kemijskih procesov v mišici, odgovornih za obnovo ATP, ipd. (Coburn in Malek, 2012). Vse to močno izboljša mišično učinkovitost.

Ogrevanje je sestavljeno iz uvodne aerobne aktivnosti submaksimalne intenzivnosti, temu pa navadno sledijo dinamične ali statične raztezne gimnastične vaje. V nadaljevanju dinamično ali statično ogrevanje. Ogrevanje se zaključí s specifičnimi dinamičnimi ali statičnimi vajami, ki vplivajo na razteg in pripravo tistih mišičnih skupin, ki bodo med glavnim delom vadbene enote najbolj obremenjene. Izbor statičnih ali dinamičnih raztezni vaj je odvisen od namena in vrste gibanja, ki sledi v glavnem delu vadbene enote (Behm in Chaouachi, 2011).

Za statično raztezanje je značilno, da mišico razegnemo do njenega maksimalnega razpona in razteg zadržimo 15–60 s. Takšen način raztezanja naj bi pripomogel k izboljšanju gibljivosti posameznih sklepov, vendar pa so raziskave pokazale, da ni najbolj primerno za ogrevanje, saj ne vpliva na zmanjšanje poškodb ali izboljšanje izvedbe (Behm in Chaouachi, 2011). Uporaba tovrstnega raztezanja se še vedno priporoča v zdravstvene namene, kjer želimo povečati razpon giba v določenem sklepu, ali pa za specifične športne aktivnosti, kjer je gibljivost bistvenega pomena.

Pri dinamičnem raztezanju gre za tekoče in kontrolirano gibanje telesnega segmenta od naravne pozicije do končnega položaja in nazaj. Gre za razteg mišice, kjer se mišični pripoji oddaljujejo, vendar ne pridejo do maksimalnega razpona, ampak se ob ob-

čutku napetosti mišica sprosti, tako da se mišični pripoji zopet približujejo. Gibi se izvajajo v velikih amplitudah z veliko ponovitvami. Tovrsten način raztezanja po dolgotrajnejšem izvajanju vpliva na živčno-mišični sistem, kar izboljša izvedbo gibalne naloge v glavnem delu vadbene enote. Dinamično raztezanje se uporablja pri ogrevanjih, ko se v glavnem delu pojavljajo aktivnosti z visoko intenzivnostjo, eksplozivni gibi, velike hitrosti, hitre spremembe smeri ipd. (Behm in Chaouachi, 2011).

Znano je, da imata statično in dinamično ogrevanje različen vpliv na izvedbo gibalnih aktivnosti in prilagoditev živčno-mišičnega sistema. Veliko raziskav govori o tem, da statično raztezanje zmanjša učinkovitost živčno-mišičnega sistema, zniža največje breme iztegovalk nog, ki ga posameznik lahko dvigne (Bacurau idr., 2009), ter zniža izometrični, koncentrični in ekscentrični navor (Cramer idr. 2004).

Med statičnim raztezanjem in po njem pride tudi do akutnih prilagoditev živčnega sistema. Statično raztezanje lahko povzroči manjšo sposobnost živčno-mišične aktivacije. Avela idr. (1999) so pokazali, da je eno uro po statičnem raztezanju največje hoteno izometrično naprežanje upadlo za 23 %, amplituda elektromiografskega signala za 20 % in H-refleks za 44 %. Do znižanja refleksa H med izvajanjem statičnega raztezanja in po njem lahko pride zaradi zmanjšanja ekscitatornega priliva la na alfa motorični nevron, ki nastane zaradi manjše frekvence proženja mišičnega vretena (Avela idr., 1999). Mišično vreteno je eden izmed pomembnejših proprioceptorjev, ki ČŽS poročajo o spremembi in hitrosti spremembe dolžine mišičnih vlaken. Njegova manjša odzivnost ima lahko za posledico slabše zaznavanje dolžine mišice oz. sprememb dolžine mišice (tudi položaja telesa) in s tem slabše ravnotežje oz. nadzor ravnotežja med izvedbo različnih gibalnih nalog.

Hkrati pa je statično raztezanje učinkovito sredstvo za povečanje razpona giba (Bandy idr., 1997). Pozitivni učinki statičnega ogrevanja vplivajo tudi na zmanjšanje poškodb (Safran idr., 1989), hitrejši upad zakašnele mišične bolečine (High idr., 1989) in izboljšanje izvedbe (Young in Behm, 2002).

Na drugi strani dinamične raztezne vaje povečajo učinkovitost živčno-mišičnega sistema; poveča se koncentrični in ekscentrični navor iztegovalk in upogibalk kolena (Sekir idr., 2009). Mehanizmi, prek katerih dinamično raztezanje vpliva na mišično

delovanje, so povezani predvsem z dvigom temperature telesa in mišice, postaktivacijsko potenciacijo ter večjo sposobnost mišične aktivacije zaradi večje vzdražnosti živčnega sistema (Fletcher in Jones, 2004).

Glede na to, da statične in dinamične raztezne vaje povzročijo različne spremembe gibalnih nalog (višino skoka, največjo hoteno kontrakcijo itd.) in spremembe spinalnih mehanizmov (akutne prilagoditve amplitude refleksa H, vzdražnost alfa motoričnega nevrona, odzivnost mišičnega vretena), lahko pričakujemo, da bo njun vpliv na ponovljivost in kakovost izvedbe ravnotežne naloge različen. Zato želimo ugotoviti, ali različna vrst ogrevanja povzroči razlike v ponovljivosti in kakovosti izvedbe ravnotežne naloge.

■ Metode

Vzorec merjencev

V raziskavo je bilo vključenih 16 zdravih športnikov in športnic (10 moških in 6 žensk), ki so bili gibalno aktivni vsaj trikrat na teden. Povprečna starost merjencev je bila 24 ± 4 leta, njihova povprečna višina je bila $174,8 \pm 9$ cm in povprečna telesna masa $69,1 \pm 10$ kg. Pred eksperimentom so bili seznanjeni z morebitnimi tveganji in potekom meritev. Prav tako so pred izvedbo podpisali informirano privolitev. Celoten eksperiment je bil izveden v skladu s Helsinško-Tokijsko deklaracijo.

Potek eksperimenta

Raziskava je bila izvedena v Kineziološkem laboratoriju Fakultete za šport. Merjenci so v laboratorij prišli dvakrat v razmiku 7 dni. Vrsta ogrevanja, ki so ga izvajali najprej, je bila naključno določena. Pred ogrevanjem in po njem so izvedli ravnotežno nalogo, in sicer tandemske stoje z zaprtimi očmi, vztrajanje v položaju 30 sekund, odmor med ponovitvami je bil 2 minuti in pol. Petim uvodnim meritvam je sledilo ogrevanje, ki je vključevalo 6 minut standardiziranega aerobnega ogrevanja ter statične ali dinamične raztezne vaje za iste mišične skupine.

Statično ogrevanje

Statično ogrevanje je bilo sestavljeno iz uvodne nizkointenzivne aerobne aktivnosti in sedmih statičnih razteznihih vaj. Uvodna aktivnost je bila stopanje na 20 cm visoko klopco in je trajala 6 minut, frekvenca stopanja je bila 0,5 Hz, intenzivnost stopanja

je bila med 60 in 65 % rezerve srčnega utripa, vsako minuto so preiskovanci zamenjali nogo, s katero so stopali na klopco. Sledile so statične gimnastične vaje, ki so se izvajale po vrstnem redu, kot je prikazano v Tabeli 1. Vaje so se izvajale dvakrat za desni segment telesa in dvakrat za levi segment telesa. Vsaka ponovitev je trajala 30 sekund, sledilo je 30 sekund odmora.

Dinamično ogrevanje

Dinamično ogrevanje je bilo sestavljeno iz enake nizkointenzivne uvodne aerobne aktivnosti (6 min stopanja na klopco) in sedmih dinamičnih razteznihih vaj. Dinamične gimnastične vaje so se izvajale po vrstnem redu, kot je prikazano v Tabeli 2. Vaje so se izvajale v dveh serijah za desni segment in dveh serijah za levi segment telesa. Vsaka serija je bila sestavljena iz 10 ponovitev; te so se izvajale v tempu 1, 2, nazaj, zato je serija trajala 30 sekund. Sledilo je 30 sekund odmora pred naslednjo serijo.

Ravnotežna naloga

Gibanje PSRP med tandemske stoje smo spremljali s tenziometrijsko ploščo dimenzije 1200 x 600 x 100 mm in tipa 9287 (Kistler, Winterthur, Švica). Podatki so bili zajeti in analizirani s programom za zajemanje in analizo podatkov ARS (S2P, Ljubljana, Slovenija). Merjenec se je brez obutve postavil na tenziometrijsko ploščo tako, da je imel desno nogo zadaj, levo spredaj, prsti desne noge in peta leve noge so se dotikali. Roke je imel prekrizane na prsih, oči so bile zaprte. Pred ogrevanjem in po njem je izvedel 5 ponovitev z vmesnimi odmori, dolgimi 2,5 min. Za posamezno meritev smo izračunali:

1. Skupno hitrost gibanja PSRP pred ogrevanjem in po obeh ogrevanjih (mm/s)
2. Hitrost gibanja PSRP v smeri naprej-nazaj (AP – anterior-posterior) pred ogrevanjem in po obeh ogrevanjih (mm/s)
3. Hitrost gibanja PSRP v smeri levo-desno (ML – medialno-lateralno), med in pred ogrevanjem ter po obeh ogrevanjih (mm/s)

Za nadaljnjo obdelavo smo uporabili povprečne vrednosti izbranih spremenljivk vseh petih ponovitev pred ogrevanjem in po njem.

Obdelava podatkov

Za vse spremenljivke je bila izračunana osnovna statistika in preverjena normalnost porazdelitve. Za ponovljivost merjene

Tabela 1

Opis statičnih razteznih gimnastičnih vaj

Raztezanje sukalk trupa	
	Pri vaji raztezamo zunanjo poševno trebušno mišico (m.), premo trebušno m., ledveno multifidno m., široko hrbtno m., notranjo poševno trebušno m. in prečno trebušno m. Vaja se izvaja iz razkoračne stoje. Trup zasukamo v D/L smer, pri tem smo pozorni, da boki ostanejo v isti ravnini. Pri vaji si pomagamo z rokami, tako da si nudimo oporo pri zadržanem gibu.
Raztezanje upogibalk kolka	
	Pri vaji raztezamo iliakalno m., veliko ledveno m., pektinealno m., premo stegensko m. in krojaško m. Vaja se izvaja iz kleka predkoračno z L/D nogo. Bok potisnemo naprej in navzdol, pri tem smo pozorni, da trup ostane vzravn.
Raztezanje primikalk kolka	
	Pri vaji raztezamo dolgo adduktorno m., kratko adduktorno m., veliko adduktorno m. in sloko m. Vaja se izvaja iz leže, D/L noga odnožena in pokrčena, dlan na strani iztegnjene noge na kolku, druga roka na kolenu. Z roko potisnemo koleno proti tlam, pozorni smo, da z drugo roko zadržimo kolk.
Raztezanje iztegovalk kolka	
	Pri vaji raztezamo veliko zadnjično m., dolgo glavo dvoglave stegenske m., semimembranozno m., semitendinozno m. Vaja se izvaja iz seda na klopici, D/L noga iztegnjena, nasprotna noga pokrčena in sproščena, trup zravn in roki prekržani, dlani na ramenih. Sledi predklon, pri čemer ohranjamo raven hrbet.
Raztezanje iztegovalk kolena	
	Pri vaji raztezamo štiriglavo stegensko m. (premo stegensko m., stransko mogočno m., srednjo mogočno m. in vmesno mogočno m.). Vaja se izvaja iz stoje na D/L nogi, druga noga je pokrčena nazaj, z roko stojne noge se držimo v opori, z drugo roko držimo stopalo. Peto pokrčene noge potisnemo proti zadnjici, pozorni smo, da je koleno pokrčene noge vzporedno s kolenom iztegnjene noge.
Raztezanje iztegovalk gležnja	
	Pri vaji raztezamo veliko mečno m. in dvoglavo mečno m. Vaja se izvaja iz stoje na D/L nogi, druga noga je prednožena, stopalo je v dorzalnem upogibu z blazinicami uprto v steno, z rokami se držimo v opori. S potiskom bokov proti steni povečamo razteg.
Raztezanje upogibalk gležnja	
	Pri vaji raztezamo sprednjo golensko m., dolgo ekstenzorno m. palca in dolgo ekstenzorno m. prstov. Vaja se izvaja v razkoračni stoji, stojna noga je spredaj rahlo pokrčena, D/L noga je zanožena, stopalo je v plantarni fleksiji, nart je v stiku s tlemi, z rokami se držimo v opori. Zanoženo nogo pritisnemo proti tlam in jo potegnemo proti stojni nogi.

Tabela 2

Opis dinamičnih raztezni gimnastičnih vaj

1. Raztezanje sukalk trupa		
		Pri vaji raztezamo zunanjo poševno trebušno mišico (m.), premo trebušno m., ledveno multifidno m., široko hrbtno m., notranjo poševno trebušno m. in prečno trebušno m. Vaja se izvaja iz razkoračne stoje, roki sta prekržani, dlani na ramenih. Trup zasukamo v D/L smer do točke, ko še lahko ohranjamo boke v isti ravnini, nato sledi zasuk nazaj do začetnega položaja..
2. Raztezanje upogibalk kolka		
		Pri vaji raztezamo iliaikalno m., veliko ledveno m., pektinealno m., premo stegensko m. in krojaško m. Vaja se izvaja iz stoje na eni nogi, z rokami se držimo za oporo. Z D/L nogo zamahnemo nazaj do točke, ko še lahko ohranjamo vzravan trup, nato nogo vrnemo v začetni položaj.
3. Raztezanje primikalk kolka		
		Pri vaji raztezamo dolgo adduktorno m., kratko adduktorno m., veliko adduktorno m. in sloko m. Vaja se izvaja iz stoje na eni nogi, z rokami se držimo za oporo. Z D/L nogo zamahnemo v stran do točke, ko še lahko ohranjamo vzravan trup, nato nogo vrnemo v začetni položaj.
4. Raztezanje iztegovalk kolka		
		Pri vaji raztezamo veliko zadnjično m., dolgo glavo dvoglave stegenske m., semimembranozno m., semitendinozno m. Vaja se izvaja iz stoje na eni nogi, z rokami se držimo za oporo. Z D/L nogo zamahnemo naprej do točke, ko še lahko ohranjamo vzravan trup, nato nogo vrnemo v začetni položaj.
5. Raztezanje iztegovalk kolena		
		Pri vaji raztezamo štiriglavo stegensko m. (premo stegensko m., stransko mogočno m., srednjo mogočno m. in vmesno mogočno m.). Vaja se izvaja iz stoje na D/L nogi, druga noga je pokrčena nazaj, z roko stojne noge se držimo v opori, z drugo roko držimo stopalo. Peto pokrčene noge potisnemo proti zadnjici, pozorni smo, da je koleno pokrčene noge vzporedno s kolenom iztegnjene noge.
6. Raztezanje iztegovalk gležnja		
		Pri vaji raztezamo veliko mečno m. in dvoglavo mečno m. Vaja se izvaja iz stoje na D/L nogi, druga noga je prednožena, stopalo sproščeno, z rokami se držimo v opori. Stopalo povlečemo proti golenici do točke, da so prsti čim bližje golenici, nato stopalo znova sprostimo.
7. Raztezanje upogibalk gležnja		
		Pri vaji raztezamo sprednjo golensko m., dolgo ekstenzorno m. palca in dolgo ekstenzorno m. prstov. Vaja se izvaja iz stoje na D/L nogi, druga noga je prednožena, stopalo sproščeno, z rokami se držimo v opori. Stopalo potisnemo proti tlom do točke, da so prsti čim bližje tlom, nato stopalo znova sprostimo.

spremenljivke gibanja PSRP smo izračunali koeficient Cronbach alfa. Za ugotavljanje razlik v izbranih spremenljivkah je bila uporabljena analiza variance za ponavljajoče se meritve z dvema faktorjema (čas x ogrevanje). V primeru značilne medsebojne interakcije smo uporabili Tukeyjev post-hoc test. Za vse uporabljene statistične teste je bila dvostranska meja statistične značilnosti sprejeta pri 5-odstotni napaki alfa. Za obdelavo podatkov smo uporabili statistični program Statistica 6.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, ZDA).

Rezultati

Ponovljivost gibanja PSRP med tandemsko stojo po statičnem in dinamičnem ogrevanju

V Tabeli 3 je predstavljena ponovljivost za posamezne spremenljivke, ki opisujejo gibanje PSRP na podlagi med tandemsko stojo. Vrednosti so predstavljene pred statičnim oz. dinamičnim ogrevanjem in po njem.

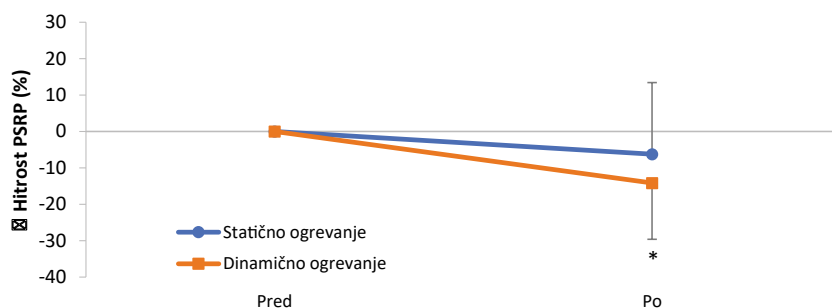
Ferligoj, Leskošek in Kogovšek (1995) definirajo naslednje kriterije vrednosti koeficienta alfa, in sicer $\alpha > 0,8$ pomeni zgledno ponovljivost, $0,7 < \alpha < 0,8$ pomeni zelo dobro ponovljivost, $0,6 < \alpha < 0,7$ pomeni zmerno in $\alpha < 0,60$ pomeni komaj sprejemljivo ponovljivost.

Pri vseh spremenljivkah hitrosti gibanja PSRP med tandemsko stojo smo pred statičnim in dinamičnim ogrevanjem izmerili zgledno ponovljivost ($0,812 < \alpha < 0,911$) (Tabela 1). Po obeh vrstah ogrevanja je ponovljivost izbranih spremenljivk ostala zmerna; po dinamičnem ogrevanju so vse spremenljivke hitrosti gibanja PSRP med tandemsko stojo dosegale višje vrednosti Cronbach alfa ($0,892 < \alpha < 0,919$), enako velja za statično ogrevanje, z izjemo manjše ponovljivosti pri skupni hitrosti gibanja PSRP v smeri AP ($0,821 < \alpha < 0,867$).

Tabela 3
Koeficient Cronbach alfa za posamezne spremenljivke

SPREMENLJIVKA	STATIČNO OGREVANJE		DINAMIČNO OGREVANJE	
	PRED	PO	PRED	PO
Skupna hitrost gibanja PSRP na podlagi	0,832	0,825	0,859	0,892
Hitrost gibanja PSRP na podlagi v AP	0,843	0,821	0,812	0,896
Hitrost gibanja PSRP na podlagi v ML	0,846	0,867	0,911	0,919

Opomba. PSRP – prijemališče sile reakcije podlage, AP – anterior-posterior pomeni v smeri naprej-nazaj, ML – medialno-lateralno pomeni v smeri levo-desno.



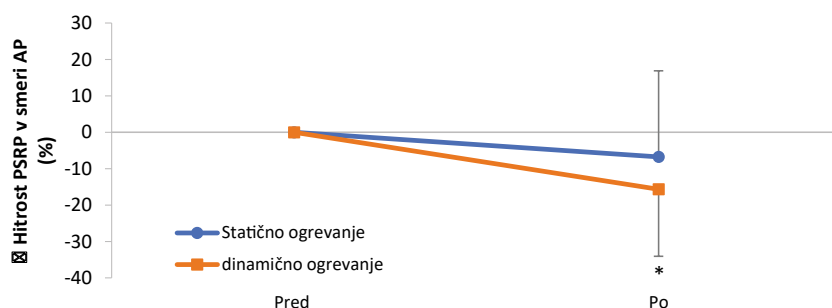
Slika 1. Sprememba skupne hitrosti gibanja PSRP po statičnem in dinamičnem ogrevanju
Opomba. * $P < 0,05$.

Primerjava gibanja PSRP po izvedbi statičnega in dinamičnega ogrevanja

Skupna hitrost gibanja PSRP na podlagi med tandemsko stojo je bila pred izvedbo statičnega ogrevanja 67,15 mm/s, pred izvedbo dinamičnega pa 66,72 mm/s. Med njima ni bilo značilnih razlik ($P > 0,05$). Po statičnem ogrevanju je bila skupna hitrost gibanja PSRP 60,92 mm/s, po dinamičnem pa je ta vrednost znašala 55,84 mm/s. Medtem ko statično ogrevanje ni povzročilo značilnega znižanja hitrosti gibanja PSRP, je dinamično ogrevanje značilno znižalo njegovo hitrost ($P < 0,05$; Slika 1). Kljub temu pa ANOVA za ponavljajoče se meritve ni

pokazala značilne interakcije časa in vrste ogrevanja na spremembo hitrosti PSRP ($F_{1,15} = 1,21$; $P > 0,05$), kar pomeni, da spremembe hitrosti PSRP niso bile različne.

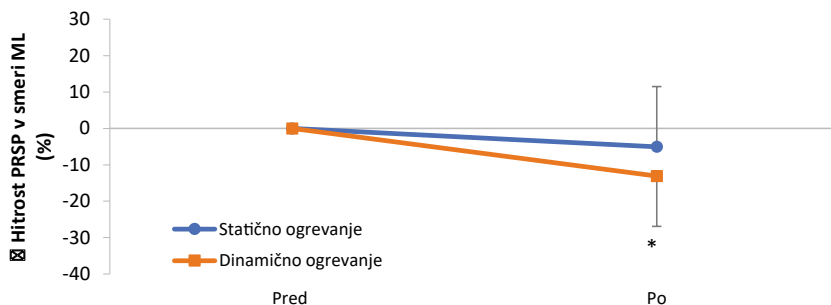
Hitrost gibanja PSRP v smeri AP (naprej-nazaj) med tandemsko stojo je bila pred izvedbo statičnega ogrevanja 38,73 mm/s, pred izvedbo dinamičnega pa 37,57 mm/s. Med njima ni bilo značilnih razlik ($P > 0,05$). Po statičnem ogrevanju je bila skupna hitrost gibanja PSRP v smeri AP 33,80 mm/s, po dinamičnem pa je ta vrednost znašala 30,67 mm/s. Medtem ko statično ogrevanje ni povzročilo značilnega znižanja hitrosti gibanja PSRP, je dinamično ogrevanje značilno znižalo njegovo hitrost v smeri



Slika 2. Sprememba hitrosti gibanja PSRP na podlagi v smeri AP po izvedbi statičnega in dinamičnega ogrevanja
Opomba. * $P < 0,05$.

AP ($P < 0,05$; Slika 2). Vendar ni bilo značilne interakcije časa in vrste ogrevanja na spremembo gibanja PSRP v smeri AP ($F_{1,15} = 0,4$; $P > 0,05$), kar pomeni, da spremembe v hitrosti gibanja PSRP v AP smeri niso bile različne.

Hitrost gibanja PSRP v smeri levo-desno (ML) med tandemsko stojo je bila pred izvedbo statičnega ogrevanja 46,69 mm/s, pred izvedbo dinamičnega pa 47,41 mm/s. Med njima ni bilo značilnih razlik ($P > 0,05$).



Slika 3. Sprememba hitrosti gibanja PSRP v smeri ML po izvedbi statičnega in dinamičnega ogrevanja

Opomba. * $P < 0,05$.

Po statičnem ogrevanju je bila skupna hitrost gibanja PSRP v smeri ML 43,75 mm/s, kar ne predstavlja statistično značilne spremembe glede na začetno stanje. Po dinamičnem ogrevanju pa se je hitrost gibanja PSRP v smeri ML zmanjšala na 40,36 mm/s ($p < 0,05$) (Slika 3). Vendar ANOVA za ponavljajoče se meritve ni pokazala interakcije časa in vrste ogrevanja na spremembo hitrosti gibanja PSRP v smeri ML ($F_{1,15} = 2,58$; $P > 0,05$), kar pomeni, da spremembe gibanja PSRP v smeri ML niso bile različne.

Povzetek sprememb PSRP je prikazan v Tabeli 4. Dinamično ogrevanje je znižalo hitrost gibanja PSRP ter zmanjšalo njegovo povprečno amplitudo, medtem ko statično ogrevanje ni povzročilo sprememb.

statičnim in dinamičnim ogrevanjem kažejo zgledno ponovljivost ($\alpha > 0,812$). Ponovljivost ostane zgledna tudi po obeh vrstah ogrevanja ($\alpha > 0,821$).

Rezultati so pokazali, da se skupna hitrost PSRP, hitrost PSRP v smeri AP in hitrost PSRP v smeri ML med tandemsko stojo po statičnem ogrevanju ni značilno spremenila, medtem ko so se vsi spremljani parametri hitrosti PSRP po dinamičnem ogrevanju značilno znižali. Kljub temu, da je dinamično ogrevanje značilno izboljšalo rezultate ravnotežja pri tandemski stoji, pa ANOVA za ponavljajoče se meritve ni pokazala značilne interakcije med faktorjema čas in ogrevanje, kar pomeni, da spremembe hitrosti gibanja PSRP med tandemsko sto-

pomembno tudi pri vzpostavljanju ravnotežja, saj zahteva hitre prilagoditve in velik prirastek sile.

Dinamično ogrevanje ob zadostni dolžini in intenzivnosti ima boljše učinke na poznejšo izvedbo gibanja zaradi višje telesne in mišične temperature ter boljšega delovanja živčno-mišičnega sistema (Fletcher in Jones, 2014). Višja temperatura vpliva na delovanje encimov, s čimer se hitrost kemijskih reakcij poveča. Posledično se zviša postaktivacijska potenciacija in poveča vzdraženost alfa motoričnih nevronov, kar omogoča večji prirastek sile. Postaktivacijska potenciacija omogoča večjo silo posameznega prečnega mostička, poveča pa se tudi koncentracija Ca^{2+} v sarkomeri, kar omogoča razvoj večje sile.

Čeprav so nekatere raziskave pokazale negativne učinke statičnega raztezanja na izvedbo gibanja (Behm in Chaouachi, 2011), pa takšnega vpliva na ravnotežje nismo zaznali, saj je bila izvedba ravnotežne naloge pred ogrevanjem enaka kot po njem.

Behm in Chaouachi (2011) navajata, da bi moralo biti optimalno ogrevanje sestavljeno iz uvodne submaksimalne aerobne aktivnosti, ki ji sledi dinamično raztezanje z velikimi amplitudami gibov. Vsako ogrevanje naj bi se zaključilo s specifično dinamično aktivnostjo (prilagojeno vrsti gibanja, ki sledi v glavnem delu), pri čemer se vključujejo mišične skupine, ki jih bo športnik med svojim gibanjem najbolj obremenjeval. Avtorja ločita izraza dinamično raztezanje in dinamična aktivnost. Prvo vključuje raztezne gimnastične vaje, s katerimi mišico raztegnemo, druga pa je sestavljena iz različnih gibalnih nalog, prilagojenih specifični športni aktivnosti.

Statično ogrevanje povzroči inhibicijo skoka, največje moči in eksplozivne moči (Behm in Chaouachi, 2011), torej lahko negativno vpliva na izvedbo gibanja, za katero je značilna velika hitrost in visoka eksplozivnost. Eksplozivne kontrakcije (tj. hiter prirastek sile) so pomembne tudi z vidika ohranjanja ravnotežja. Negativen vpliv na izvedbo gibanja pa je odvisen tudi od trajanja statičnega ogrevanja. Behm in Chaouachi (2011) navajata, da ima daljše vztrajanje pri statičnem ogrevanju (več kot 90 sekund na isti mišični segment) za posledico slabšo poznejšo izvedbo gibanja, medtem ko krajše (manj kot 90 sekund na isti mišični segment) vztrajanje pri statičnem ogrevanju nima vpliva na končno izvedbo gibanja. Pomembna je tudi intenzivnost statičnega

Tabela 4

Spremembe posameznih spremenljivk gibanja PSRP

SPREMENLJIVKA	STATIČNO OGREVANJE	DINAMIČNO OGREVANJE	čas × ogrevanje
Skupna hitrost gibanja PSRP	N. S.	-14 %*	N. S.
Hitrost gibanja PSRP v AP	N. S.	-16 %*	N. S.
Hitrost gibanja PSRP v ML	N. S.	-13 %*	N. S.

Opomba. PSRP – prijemališče sile reakcije podlage, AP – gibanje v smeri naprej-nazaj, ML – gibanje v smeri levo-desno (N. S. – sprememba ni statistično značilna, * $P < 0,05$).

Razprava

Namen raziskave je bil ugotoviti, kakšne so razlike med statično in dinamično vrsto ogrevanja pri vplivu na hitrost gibanja prijemališča sile reakcije podlage (PSRP) med ravnotežno nalogo tandemska stoja z zaprtimi očmi. Proučevali smo tudi ponovljivost izbranih spremenljivk pred ogrevanjem in po njem.

Opažamo, da vse spremenljivke hitrosti gibanja PSRP med tandemsko stojo pred

jo po statičnem in dinamičnem ogrevanju niso bile statistično značilne.

O različnih učinkih statičnega in dinamičnega ogrevanja na izvedbo gibalnih nalog poročata tudi Behm in Chaouachi (2011). Avtorja na podlagi pregleda raziskav ugotavljata, da je neposredno pred aktivnostjo dinamično raztezanje bolj učinkovito kot statično raztezanje. Razloge za to lahko pripišemo prirastku sile oz. hitri moči, na katera dinamika vpliva pozitivno. To pa je

raztega, pri kateri avtorja navajata, da maksimalno raztezanje (do točke neugodja in čez) povzroči večje neugodne vplive na izvedbo gibanja.

Kljub navedenim negativnim učinkom pa s statičnim ogrevanjem vplivamo na razvoj večje gibljivosti posameznika, zato ta vrsta raztezanja iz športa ni izključena (Behm in Chaouachi, 2011). Poleg povsem zdravstvenih učinkov večje gibljivosti sklepov je ta pri nekaterih športih ključni dejavnik uspešne izvedbe. Avtorja sta mnenja, da bi morali zato statično raztezanje v svojo vadbo vključiti vsi športniki, vendar ne kot del ogrevanja pred izvajanjem glavne aktivnosti, temveč kot samostojno vadbeno enoto.

Nekateri trenirani športniki so manj dovzetni za učinke raztezanja (Behm in Chaouachi, 2011), to velja predvsem za tiste bolj gibljive, ki se hitreje prilagodijo na spremembe, ki jih povzroča raztezanje. V naši raziskavi so sodelovali športniki, kar pomeni, da bi pri nešportni populaciji lahko dobili drugačne rezultate, saj bi bili odzivi na razteg večji. Na rezultate bi lahko vplivala težavnost ravnotežne naloge. Prav tako se težavnost občutno poveča z odvzemom vida, zato so imeli nekateri merjenci težave ravnotežje ohranjanje celotnih 30 sekund, kolikor je trajala meritve. Med meritvami se je pokazalo, da bi lahko bil odmor med posamezno meritvijo daljši od 2,5 minute, kakor je predvidel protokol meritev. Vpliv odmora bi lahko pripeljal do drugačnih rezultatov, saj bi se v daljšem času center za ravnotežje sprostil in tako z naslednjo meritvijo lažje ohranjal središče pritiska. Z daljšanjem odmora pa bi se podaljšala celotna meritev, ki je sicer trajala 60 min. Za merjenje je že to zahtevalo veliko koncentracije, kar je tudi vplivalo predvsem na meritve po ogrevanju.

■ Zaključek

Vadba ravnotežja ima ključno vlogo v športu in rehabilitaciji. Pred vsako vadbo se je treba primerno ogreti, zato smo želeli v raziskavi ugotoviti, ali ogrevanje vpliva na vadbo ravnotežja. Cilj je bil ugotoviti, kakšne so razlike v izvedbi ravnotežne naloge po dveh vrstah ogrevanja, statičnem in dinamičnem. Oba tipa ogrevanja sta vključevala dinamično aerobno aktivnost ter statične ali dinamične raztezne vaje za enake mišične skupine, ki so bile obremenjene med ravnotežno nalogo. Statično ogrevanje ni povzročilo značilnega znižanja skupne hitrosti gibanja PSRP med tandemske stoji,

medtem ko je dinamično ogrevanje skupno hitrost gibanja PSRP značilno znižalo. Vendar razlike v spremembah ravnotežja po različnih ogrevanjih niso bile tako velike, da bi jih zaznali tudi z ANOVO za ponavljajoče se meritve (ni bilo značilne interakcije med faktorjema čas in vrsta ogrevanja). Podobne rezultate smo dobili tudi za hitrost gibanja PSRP v smeri AP in ML. Na podlagi rezultatov lahko sklenemo, da dinamično ogrevanje izboljša izvedbo tandemske stoji, medtem ko statično ogrevanje na njeno izvedbo ne vpliva.

■ Literatura

1. Avela, J., Kyröläinen, H. in Komi, P. V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of applied Physiology*, 86(4), 1283–1291. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10194214#>
2. Bacurau, R. F., Monteiro, G. A., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, L. F. in Aoki, M. S. (2009). Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 23(1), 304–308. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19057408>
3. Bandy, W. D., Irion, J. M. in Briggler, M. (1997). The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Physical therapy*, 77(10), 1090–1096. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9327823>
4. Behm, D. G. in Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European journal of applied Physiology*, 111(11), 2633–2651. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21373870>
5. Coburn, W. J. in Malek, H. M. (2012). *NSCA's essentials of personal training*. US: National Strength and Conditioning Association.
6. Cramer, J. T., Housh, T. J., Johnson, G. O., Miller, J. M., Coburn, J. W. in Beck, T. W. (2004). Acute effects of static stretching on peak torque in women. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 18(2), 236–241. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15142021>
7. Ferligoj, A., Leskovšek, K. in Kogovšek, T. (1995). *Zanesljivost in veljavnost merjenja*. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede.
8. Fletcher, I. M. in Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *Journal of strength and conditioning research*, 18(4), 885–888. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15574098>
9. Gruber, M. in Gollhofer, A. (2004). Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *European journal of applied physiology*, 92(1–2), 98–105. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15024669>
10. Gruber, M., Taube, W., Gollhofer, A., Beck, S., Amtage, F. in Schubert, M. (2007). Training-specific adaptations of H- and stretch reflexes in human soleus muscle. *Journal of motor behavior*, 39(1), 68–78. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17251172>
11. Heitkamp, H. C., Horstmann, T., Mayer, F., Weller, J. in Dickhuth, H. H. (2001). Gain in strength and muscular balance after balance training. *International journal of sports medicine*, 22(4), 285–290. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11414672#>
12. High, D. M., Howley, E. T. in Franks, B. D. (1989). The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. *Research quarterly for exercise and sport*, 60(4), 357–361. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2489863>
13. Hirsch, M. A., Toole, T., Maitland, C. G. in Rider, R. A. (2003). The effects of balance training and high-intensity resistance training on persons with idiopathic Parkinson's disease. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 84(8), 1109–1117. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12917847>
14. Hoffman, M. A. in Kocceja, D. M. (1995). The effects of vision and task complexity on Hoffmann reflex gain. *Brain research*, 700(1–2), 303–307. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8624727>
15. Kawaishi, Y. in Domen, K. (2015). The relationship between dynamic balancing ability and posture-related modulation of the soleus H-reflex. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 26, 120–124. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=H-reflex+2016+domen+k>
16. Kean, C. O., Behm, D. G. in Young, W. B. (2006). Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women. *Journal of sports science & medicine*, 5(1), 138–148. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24198691>
17. Rugelj, D. (2014). *Uravnavanje drž, ravnotežja in hotenega gibanja*. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta.
18. Safran, M., Seaber, A. in Garrett, W. (1989). Warm-up and muscular injury prevention: an update. *Sports medicine*, 8(4), 239–249. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2692118>
19. Schubert, M., Curt, A., Colombo, G., Berger, W. in Dietz, V. (1999). Voluntary control of human gait: conditioning of magnetically evoked motor responses in a precision stepping task. *Experimental brain research*,

- 126(4), 583–588. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10422722>
20. Sekir, U., Arabaci, R., Akova, B. in Kadagan, S. M. (2010). Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(2), 268–281. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19486475/>
21. Soto, O., Valls-Sole, J., Shanahan, P. in Rothwell, J. (2006). Reduction of intracortical inhibition in soleus muscle during postural activity. *Journal of neurophysiology*, 96(4), 1711–1717. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16790603>
22. Taube, W., Gruber, M. in Gollhofer, A. (2008). Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. *Acta physiologica*, 193(2), 101–116. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18346210>
23. Young, W. in Behm, D. (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? *Strength and Conditioning Journal*, 24(6), 33–37. https://www.researchgate.net/publication/229071265_Should_Static_Stretching_Be_Used_During_a_Warm-Up_for_Strength_and_Power_Activities

Katja Čop, mag. prof. šp. vzg.
Waldorfska šola Ljubljana
Streliška 12, 1000 Ljubljana
katja.cop@waldorf.si