

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Kineziologija

**VPLIV SAMOMASAŽE S PENASTIM VALJEM IN STATIČNEGA
RAZTEZANJA NA AKTIVNI OBSEG GIBA V SKOČNEM SKLEPU**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

doc. dr. Igor Štirn, prof. šp. vzg.

RECENZENTKA:

doc. dr. Katja Tomažin, prof. šp. vzg.

AVTOR DELA

Jakob Škarabot

Ljubljana, 2014

Iskreno se zahvaljujem mentorju, dr. Igorju Štirnu, ter recenzentki, dr. Katji Tomažin, za strokovno pomoč pri izdelavi diplome.

Največje zahvale gredo družini, staršema Mojci in Dragu ter bratu Maticu za podporo v celotnem času študija.

Hvala Nadi Pajntar za pravopisni pregled diplomskega dela.

Hvala Marjani Sitar za pravopisni pregled izvlečka v angleščini.

Hvala Chrisu Beardsleyju za pomoč pri pridobivanju literature.

Hvala vsem sošolcem za prijetna tri leta študija.

Hvala tudi najbližjim prijateljem za vso podporo in razumevanje.

Ključne besede: penasti valj, samomasaža, statično raztezanje, gibljivost, skočni sklep

VPLIV SAMOMASAŽE S PENASTIM VALJEM IN STATIČNEGA RAZTEZANJA NA AKTIVNI OBSEG GIBA V SKOČNEM SKLEPU

Jakob Škarabot

IZVLEČEK

Penasti valj je pripomoček, ki omogoča cenovno ugodno obliko masaže. S povečano popularnostjo so potrebe po raziskovanju učinkov tega pripomočka vse večje. Anekdotični dokazi obljublajo izboljšanje gibljivosti, sploh z uporabo penastega valja v kombinaciji s statičnim raztezanjem.

Namen naše raziskave je bil primerjati kombinacijo samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja z metodama, izvedenima ločeno na aktivni obseg giba v skočnem sklepu. Prav tako je bil namen preveriti trajnost akutnih učinkov omenjenih metod na izboljšanje aktivnega obsega giba v skočnem sklepu.

V raziskavi je sodelovalo 11 mladih plavalcev (5 žensk, 6 moških). Vsi so imeli minimalno 6 mesecev izkušenj z uporabo penastega valja. Izvedli smo ponovljene meritve z naključno določenim vrstnim redom metod, izvedenih v treh seansah, z minimalno 24-urnim razmikom. Meritve aktivnega obsega giba v skočnem sklepu smo izvajali s pomočjo izpadnega koraka s prenosom teže. Meritve smo izvajali pred določeno metodo, takoj po opravljeni metodi ter še 10, 15 in 20 minut po izvedeni metodi.

Rezultati so pokazali izboljšanje obsega giba v skočnem sklepu po intervenciji statičnega raztezanja in kombinaciji samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja takoj po opravljeni metodi. Obseg giba ni bil več povečan pri 10. minuti, ne glede na metodo. Kombinacija samomasaže s penastim valjem je bila tudi uspešnejša pri izboljšanju aktivnega obsega giba v skočnem sklepu v primerjavi z zgolj samomasažo s penastim valjem.

Rezultati te raziskave kažejo, da lahko statično raztezanje ter kombinacija samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja enako izboljšajo aktivni obseg giba v skočnem sklepu pri izkušenih merjencih. Kombinacija samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja pa je lahko učinkovitejša pri izboljšanju aktivnega obsega giba v skočnem sklepu v primerjavi z zgolj samomasažo s penastim valjem.

Keywords: foam roller, self – myofascial release, static stretching, flexibility, ankle joint

EFFECT OF SELF – MYOFASCIAL RELEASE WITH FOAM ROLLER AND STATIC STRETCHING ON ACTIVE RANGE – OF – MOTION OF THE ANKLE JOINT

Jakob Škarabot

ABSTRACT

Foam roller is a tool that enables one with a cost – effective massage therapy. With increasing popularity of this particular tool, there is a growing need for scientific research of its effectiveness. Anecdotal evidence suggests improvements in flexibility, especially when foam rollers are used in combination with static stretching.

The purpose of our research was to compare the effects of combined foam rolling and static stretching with foam rolling only and static stretching only, respectively, on active range of motion of the ankle joint. We also wanted to investigate the duration of the acute changes in active range of motion of the ankle joint.

11 young swimmers (5 females, 6 males) participated in the study. All subjects had a minimum of 6 months experience with self–myofascial release using a foam roller. We did a repeated measures design study with randomized order of interventions, which were carried out in three separate sessions, with a minimal of 24 hours between each session. Active ankle range of motion was assessed by weight – bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. Measurements were taken before the intervention, immediately after the intervention and 10, 15 and 20 minutes after the intervention, respectively.

Results showed that active ankle range of motion increased immediately after static stretching and combined foam rolling and static stretching. Changes in range of motion were not noted 10 minutes after the intervention, irrespective of the method. Combining foam rolling with static stretching was superior in increasing active ankle range of motion than foam rolling only.

The results of this study show that static stretching and combination of foam rolling and static stretching can similarly increase active ankle range of motion in experienced subjects. Also, combining foam rolling and static stretching may be a more effective way of increasing active ankle range of motion than foam rolling only.

Kazalo vsebine

1 Uvod.....	7
1.1 Fascija.....	7
1.2 Sprostitev mišične fascije.....	10
1.3 Gibljivost.....	13
1.3.1 Mehanizmi gibljivosti.....	16
1.3.2 Akutni učinki vadbe za gibljivost.....	16
1.3.3 Metode za povečanje gibljivosti.....	17
1.3.4 Trajanje, frekvenca in intenzivnost raztezanja.....	19
1.4 Samomasaža s penastim valjem.....	20
1.5 Namen.....	27
1.6 Cilji.....	28
1.7 Hipoteze.....	28
2 Metode dela.....	30
2.1 Preizkušanci.....	30
2.2 Pripomočki.....	30
2.3 Eksperimentalni postopek.....	31
2.4 Način zbiranja podatkov.....	34
2.5 Statistična analiza podatkov.....	35
3 Rezultati in razprava.....	36
3.1 Rezultati.....	36
3.1.1 Razlike v posamezni metodi.....	36
3.1.2 Razlike med metodami.....	40
3.2 Razprava.....	40
3.2.1 Preverjanje hipotez.....	46
3.2.2 Pomanjkljivosti raziskave.....	47
4 Sklep.....	49
5 Viri.....	52

Kazalo slik

Slika 1. Fascija	7
Slika 2. Različno vezivno tkivo, ki je sestavni del fascije	9
Slika 3. Primerjava fascije mladih in fascije neaktivnih ljudi.....	10
Slika 4. Sprostitev miofascialnih prožilnih točk.....	12
Slika 5. Penasti valj – pena iz polistirena v obliki polnega valja	20
Slika 6. Prazni valj iz polivinil klorida	21
Slika 7. Ročni masažni valj.....	22
Slika 8. Način statičnega raztezanja plantarnih fleksorjev.....	31
Slika 9. Samomasaža s penastim valjem. Začetni položaj pri ahilovi tetivi.....	32
Slika 10. Samomasaža s penastim valjem. Približevanje končnemu položaju pri poplitealni jami.....	32
Slika 11. Grafični prikaz merilnega postopka.....	33
Slika 12. Meritve aktivnega obsega giba v skočnem sklepu	34
Slika 13. Spremembe obsega giba v skočnem sklepu po statičnem raztezanju.	37
Slika 14. Spremembe obsega giba v skočnem sklepu po samomasaži s penastim valjem.	38
Slika 15. Spremembe obsega giba v skočnem sklepu po kombinaciji samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja..	39

Kazalo tabel

Tabela 1. Indikacije, previdnosti in kontraindikacije ročne sprostitve mišične fascije	12
Tabela 2. Osnovni podatki o preizkušancih	30
Tabela 3. Povprečne vrednosti (s standardnim odklonom) za vse tri metode ob različnih časovnih intervalih.....	36

1 Uvod

Penasti valj je eden izmed pripomočkov, ki omogočajo cenovno ugodno obliko masaže. Uporaba tega pripomočka se je v zadnjih nekaj letih precej popularizirala. Zasledimo ga lahko praktično v vsakem fitness centru in fizioterapevtski ordinaciji. Vendar pa je večina obljubljenih učinkov zgolj anekdotičnih, medtem ko se raziskovalno področje šele razvija.

Kot delavci v športu se bomo s tem pripomočkom prej ali slej vsi srečali in pomembno je, da znamo svoje delo podpreti tudi z znanstvenimi dokazi.

1.1 Fascija

Pred pričetkom govora o penastem valju je potrebno poznati nekaj ozadja povezanega s fascijo. Področje raziskovanja fascije je relativno mlado. Veliko je še neodkritega, predvsem zaradi kompleksnosti in težavnosti tematike. Kot pravijo Schleip, Jäger in Klinger (2012) je bila fascija v veliki meri prezrta v medicini v zadnjih desetletjih, prav tako pa je bil njen pomen v biomehaniki in fiziologiji podcenjen. Zato imajo raziskovalci težave z določanjem besedišča, povezanega s fascijo, kot tudi natančnega definiranja njenega pomena in določenih delov fascije. To povzroča težave v komunikaciji tako med raziskovalci kot ljudmi, ki delajo v praksi (Schleip idr., 2012).

Kumka in Bonar (2012) sta pregledala literaturo s področja fascije in zaključila, da je fascija oživčen, kontinuiran, funkcionalen organ odgovoren za stabilnost in gibanje, ki je sestavljen iz tridimenzionalne kolagenske matrike.

Schleip in Müller (2012) sta opisala fascijo kot celo telesno napetostno omrežje, ki ga sestavljajo fibrozna kolagenska mehka vezivna tkiva, katerih fibrozna arhitektura je prej večinsko oblikovana s strani napetostnih obremenitev kot kompresije. Elementi tega fibroznega omrežja vključujejo mišične ovoje, sklepne kapsule, znotraj mišično vezivno tkivo, vezivni trak, aponevroze ter tudi ligamente in vezi (Schleip in Müller, 2012).



Slika 1. Fascija (Fascia Background, 2014).

Po Barnesu (1997) je fascija močno vezivno tkivo, ki obdaja telo v tridimenzionalni mreži od glave do pet. Prisotna je povsod, saj obdaja vse mišice, kosti, živce, žile in organe vse do

celičnega nivoja (Barnes, 1997). Vezivno tkivo je tako sorodno s fascijo, saj gre za eno in isto stvar (Barnes, 1997).

Verjetno najboljšo in najbolj obsežno definicijo pa predlaga LeMoon (2008) v članku 'Terminology used in fascia research': »Fascija je mehko-tkivna komponenta sistema vezivnega tkiva. Obdaja mišice, kosti, organe, živce, krvne žile in druge strukture ter se prebija med njimi. Fascija je neprekinjeno, tridimenzionalno mrežno tkivo, ki se razteza od glave do pet, od spredaj do zadaj, od znotraj navzven«.

Približno dve tretjini volumna fascije je sestavljeno iz vode (Schleip in Müller, 2012). Lahko jo označimo tudi za enega izmed najbolj bogatih senzornih organov, saj vsebuje senzorne nevrone, med katerimi so proprioceptorji, multimodalni receptorji ¹in živčni končiči nociceptorjev (Schleip in Müller, 2012).

Fascija je iz anatomskega vidika sestavljena iz več slojev:

- Površinska fascija – je sestavljena iz ohlapnega podkožnega vezivnega tkiva iz mreže kolagena in posameznih vlaken elastina (Findley, Chaudhry, Stecco in Roman, 2012). Ni pa prisotna na podplatih, dlaneh in obrazu (Findley idr., 2012).
- Globoka fascija – se nahaja tik pod površinsko fascijo in je običajno močnejša, tesnejša in bolj kompaktna od površinske fascije (Alter, 1998). Pokriva in zliva se z mišicami, kostmi, živci, žilami in organi (Alter, 1998).
- Mišična fascija – sestavljena je iz epimizija², ki pokriva vsako posamezno mišico in je združena s perimizijem³ in endomizijem⁴ (Findley idr., 2012).
- Visceralna fascija

Na določenih mestih je težko razlikovati posamezne sloje fascije, saj se ti večkrat prekrivajo (Schleip in Müller, 2012).

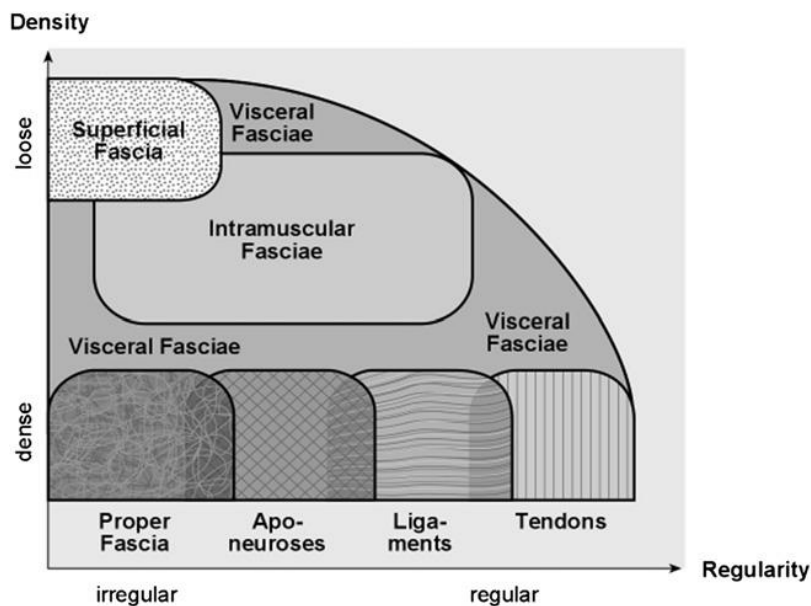
Posamezna tkiva, ki sestavljajo fascijo, se razlikujejo v gostoti in smeri postavitve kolagenskih vlaken (Schleip in Müller, 2012). Npr. površinska fascija je ohlapnejša in ima večsmerno postavitve kolagenskih vlaken, medtem ko so ti postavljeni bolj enosmerno v vezeh in ligamentih, kjer je fascija tudi bolj gosta (Schleip in Müller, 2012).

¹ Multisenzorna integracija je generalna sposobnost živčnega sistema sesalcev in pomeni vključevanje informacij iz fiziološko različnih senzornih modalnosti (Small in Prescott, 2005). Njena vloga je povečanje zaznave ali identifikacije dražljaja, še posebej v primerih ko senzorni sistem zagotavlja mešane, nepopolne ali nizko zaznavne informacije (Small in Prescott, 2005). Integracija preko senzornih modalnosti se izraža preko multimodalnih nevronov, ki sprejmejo stekajoče se senzorne informacije (Small in Prescott, 2005).

² Vezivna ovojnica okrog celotne mišice.

³ Vezivna ovojnica okrog snopa mišičnih vlaken.

⁴ Vezivna ovojnica okrog posameznega mišičnega vlakna.



Slika 2. Različno vezivno tkivo, ki je sestavni del fascije. Dense = gosto, loose = ohlapno, regularity = simetričnost arhitekture vlaken, irregular = nesimetrično, regular = simetrično, Superficial Fascia = površinska fascija, Visceral Fasciae = visceralne fascije, Intramuscular Fasciae = mišične fascije, Proper Fascia = gosti sloji vezivnega tkiva z mrežasto strukturo ali navidezno nesimetrično arhitekturo vlaken (povzeto po: Schleip in Müller, 2012).

Popolna vloga in vpliv fascije na delovanje človeškega telesa še nista popolnoma znani, a LeMoon (2008) trdi naslednje:

- ohranjanje strukturalne integritete
- podpora in zaščita
- deluje kot amortizer
- esencialna vloga v hemodinamičnih in biokemičnih procesih
- zagotavlja matrico za znotrajcelično komunikacijo
- primarna telesna obramba pred patogeni in okužbami
- ustvarja okolje za celjenje tkiva po poškodbi

Fascija ima tudi tiksotropične⁵ lastnosti – z gibanjem postane bolj tekoča in mehka, v nasprotnem primeru pa bolj trda (Sefton, 2004). Gibanje, telesna toplota, raztezanje in masaža zmehčajo fascijo, kar jo naredi bolj prožno in prilagodljivo, medtem ko pomanjkanje gibanja zaradi poškodbe ali neaktivnosti povzroči trdo in neprilagodljivo strukturo (Juhan, 1987, v Sefton, 2004).

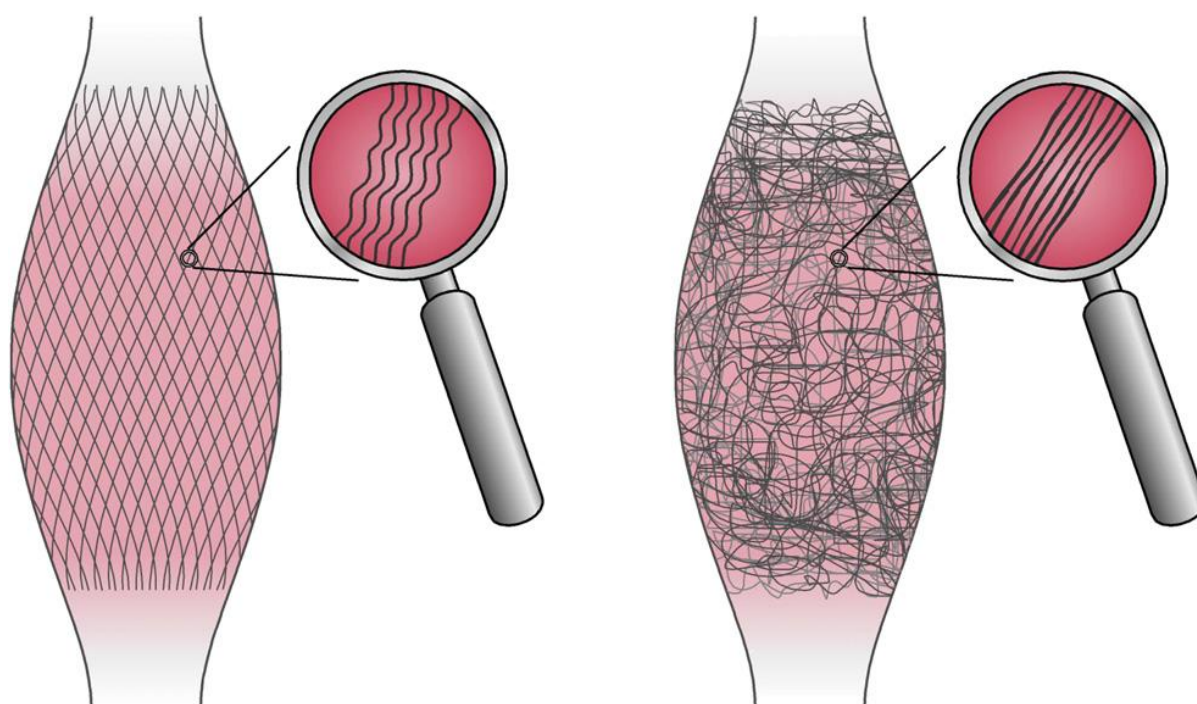
Zakrčenost sistema fascije je histološki, fiziološki in biomehanski zaščitni mehanizem, ki nastane kot posledica mikro-travme skozi čas ali akutne poškodbe, kot je udarnina ali strganina vezi (Barnes, 1997). Fascija takrat izgubi prožnost, njeno gibanje postane omejeno in je tako vir napetosti za celotno telo (Barnes, 1997). Fascija se lahko zakrči tudi zaradi akutnega vnetja ter napačne posturalne pozicije. Slednje ob raztegu fascije povzroči, da

⁵ Tiksotropičnost – lastnost tkiva, da lahko spreminja svojo pasivno togost kot odziv na prejšnjo obremenitev (Knudson, 2007).

posameznik čuti bolečino v oddaljenih občutljivih območjih, kot so živci in krvne žile (Findley idr., 2012).

Zakrčenost fascije lahko vodi v slabo mišično biomehaniko, spremeni se strukturalna poravnava in zmanjšajo se moč, vzdržljivost ter koordinacija (Barnes, 1997). Posledično je posameznik v bolečini in tako izgubi svojo funkcionalno kapaciteto (Barnes, 1997).

Schleip in Müller (2012) opisujeta tudi razlike v fasciji med ljudmi. Kolagenska vlakna mladih ljudi so postavljena v dvosmerni mrežasti strukturi. Poleg tega je njihova nagubanost bolj močna, kar je posledica pravilne vadbe, ki lahko povzroči spremenjeno arhitekturo fascije z močnejšo nagubanostjo (Schleip in Müller, 2012). Na drugi strani lahko neaktivnost povzroči večsmerno vlaknasto mrežo, z zmanjšano nagubano formacijo (Schleip in Müller, 2012).



Slika 3. Primerjava fascije mladih (levo) in fascije neaktivnih ljudi (desno) (Schleip in Müller, 2012).

1.2 Sprostitev mišične fascije

Sprostitev mišične fascije (angl. myofascial release) je manualna tehnika, ki omogoča razteg omejene fascije (Barnes, 1997). Gre za masažno tehniko, ki se osredotoča na mehko tkivo, ki je zakrčeno ali v spazmu (Paolini, 2009). Slednje je lahko posledica mišičnega spazma, vozlov v mehkem tkivu, zabrazgotinjenega tkiva in/ali prekomernega sproščanja acetilholina (Paolini, 2009).

Korenine tehnike sprostitve mišične fascije najdemo že v 40. letih prejšnjega stoletja, vendar pa so izraz prvič uporabili Chila, Peckham in Manheim na univerzi Michigan State leta 1981 (Manheim, 2008 v McKenney, Sinclair Elder, Elder in Hutchins, 2013).

Danes gre za širok pojem, saj pod isto ime spadajo številne tehnike, ki se uporabljajo za zdravljenje živčno-mišično-skeletnih disfunkcij (Threlkeld, 1992). Te tehnike so naslednje (Simmonds, Miller in Gemmell, 2012):

- osteopatske tehnike mehkega tkiva
- strukturalna integracija (Rofling)
- masaža (npr. masaža vezivnega tkiva – CTM)
- sprostitvev fascije s pomočjo instrumentov (npr. Grastonova™ tehnika)
- sprostitvev miofascialnih prožilnih točk
- obremenitev – protiobremenitev
- tehnika mišične energije (npr. PIR)

Te tehnike se osredotočajo na zmanjševanje mišičnih spazmov, zabrazgotinjenega tkiva in vozlov, blažitev bolečine ter povečanje raztegljivosti mehkega tkiva (Paolini, 2009). Tehnike, ki se specifično uporabljajo za vpliv na vezivna tkiva (npr. ligamente, sklepne kapsule, fascijo), se lahko generalno označijo za raztezanje ali kompresijo in vključujejo masažo, raztezanje mišične fascije ali vezi ter trakcijo in artikulacijo sklepov ⁶ (Threlkeld, 1992).

Konstanten pritisk, dolg 90 do 120 sekund, ki se uporablja pri manualni sprostitvi mišične fascije, naj bi po Barnesu (2007) povzročil histološke spremembe v dolžini fascije in tako omogočil njeno sprostitvev. Obnova dolžine in zdravja mišične fascije naj bi odstranil pritisk iz občutljivih struktur, kot so živci in žile, prav tako pa naj bi obnovil poravnavo in mobilnost sklepov (Barnes, 1997). Pri tem naj bi počasen in temeljit pritisk prispeval k raztegljivosti mehkega tkiva, direkten pritisk pa naj bi razbijal mišične vozle in spazme (Paolini, 2009). Slednja različica se pogosto imenuje sprostitvev miofascialnih prožilnih točk (Paolini, 2009).

Miofascialne prožilne točke so občutljive točke v obliki ločenih napetih trakov v utrjenih mišicah, ki, poleg drugih simptomov, povzročajo lokalno in oddaljeno bolečino (Bron in Dommerholt, 2012). Sestavljene so iz številnih t. i. 'točk napetosti', ki se posamezno pojavljajo kot segment mišičnega vlakna, z ekstremno skrčenimi sarkomerami in povečanim premerom (Bron in Dommerholt, 2012). Povzročajo skupek senzoričnih, motoričnih in avtonomnih sindromov, imenovanih bolečinski sindrom mišične fascije (Bron in Dommerholt, 2012). Miofascialne prožilne točke nastanejo kot posledica preobremenitve mišic ali direktne mišične travme (Bron in Dommerholt, 2012). Pri tem igrajo vlogo številni mehanizmi, kot so ekscentrična preobremenitev, submaksimalne in maksimalne koncentrične kontrakcije ter lokalna ishemija, ki zniža pH in tako vodi v sprostitvev številnih vnetnih mediatorjev v mišičnem tkivu (Bron in Dommerholt, 2012).

⁶ Premiki sklepov z majhno amplitudo (Therkeld, 1992).



Slika 4. Sprostitev miofascialnih prožilnih točk (Paolini, 2009).

Sprostitev mišične fascije ima, tako kot vsaka terapija, določene indikacije in kontraindikacije. Pomembno je vedeti, na kaj moramo biti pozorni pri tej terapiji, še preden se lotimo njenega izvajanja. Vse to je prikazano v tabeli 1.

Tabela 1

Indikacije, previdnosti in kontraindikacije ročne sprostitve mišične fascije (Povzeto po: Paolini, 2009; Sefton, 2004).

Indikacije	Previdnosti	Kontraindikacije
Strukturalno neravnovesje	Srčni zastoj	Malignost
Akutna in kronična bolečina	Okvara notranjih organov	Okužbe
Mišični spazmi	Motnja krvavitvev	Osteoporoz
Zaščitna mišična zabitost	Krhkost kože	Akutni revmatoidni artritis
Pomanjkanje mobilnosti (mehkega tkiva)	Edem	Akutni zlomi
	Določene vrste raka	Napredne degenerativne bolezni sklepov
		Krvni strdek/tromboza globokih ven
		Obstruktivni edem
		Kožne lezije
		Odprte rane
		Akutne poškodbe ali operacije na območju masaže
		Hipertenzija
		Napredni diabetes
		Golša
Terapija s kortizonom ali redčili krvi		

Veliko je še neznanega na področju sprostitve mišične fascije, predvsem z vidika mehanizmov. Avtorji so si nejasni ali gre dejansko za sprostitve mišične fascije ali zgolj mišice. Simmonds idr. (2012) predlagajo dva možna mehanizma:

- Mehanski mehanizem – Terapije, ki bazirajo na mehanskem mehanizmu, se zanašajo na direkten učinek stresa ali raztega preko pritiska ter morda celo toplote in trenja (Simmonds idr., 2012). Cilj teh terapij je razbijanje vozlov in pospeševanje vrnitve v normalno stanje.
Problem mehanske razlage je v tem, da ne more razložiti otipljivih sprememb v tkivu na kratki rok (Simmonds idr., 2012).
- Nevrofiziološki mehanizem – Tridimenzionalni matematični model deformacije fascije Chaudhryja idr. (2008) je pokazal, da gosta tkiva plantarne in lateralne fascije stegna potrebujejo za deformacijo velike sile, preko fizioloških zmožnosti človeka, za dosego zgolj 1 odstotka kompresije in 1 odstotka strižnih sil. Chaudhry idr. (2008) tako menijo, da so spremembe, ki jih čutijo terapevti ob dotiku, prej posledica refleksnih sprememb v tkivu. Schleip (2003) tudi trdi, da se takojšnja plastičnost fascije ne da pojasniti zgolj z mehanskimi lastnosti, saj je fascija polna mehanoreceptorjev. Ročna stimulacija teh senzoričnih končičev verjetno vodi v spremembo tonusa v motoričnih enotah, ki so mehansko povezane s tkivom pod roko terapevta (Schleip, 2003).

Schleip in Müller (2012) predlagata številne metode za izboljšanje stanja in obnovitev mreže fascije. Med njimi je tudi sprostitvev mišične fascije, natančneje metoda z uporabo penastega valja. Kot cenejšo obliko sprostitve mišične fascije masažo s penastim valjem predlaga tudi Paolini (2009). Schleip in Müller (2012) trdita, da lahko uporaba penastih valjev omogoči stimulacijo s podobnimi silami in potencialno podobnimi učinki, kot je ročna sprostitvev mišične fascije. Namen je ustvariti začasno lokalno dehidracijo tkiva, ki se kasneje odrazi v obnovljeni hidraciji. Schleip in Müller (2012) za dosego takega učinka priporočata počasne gibe in majhne spremembe v silah in vektorjih, ki jih ustvarja posameznik s pritiski na penasti valj.

Pomembno je tudi razumeti, da je proces obnove fascije počasen in dolgotrajen proces, vendar pa so učinki dolgoročnejši (Schleip in Müller, 2012). Schleip in Müller (2012) predlagata, da mora biti trening za obnovo fascije konstanten in da je že nekaj minut pravilne vadbe enkrat do dvakrat tedensko dovolj za preoblikovanje kolagena.

1.3 Gibljivost

Gibljivost je bistvena lastnost tkiv telesa in določa obseg giba brez poškodbe v sklepu ali v skupini sklepov (Gremion, 2005). Krajše lahko gibljivost označimo kot sposobnost izvedbe gibov z veliko amplitudo (Ušaj, 2003). Gibljivost ima statično in dinamično komponento: statična gibljivost ne zahteva zavestne mišične aktivnosti, pač pa silo za razteg omogoča zunanja sila, kot je gravitacija ali partner, medtem ko dinamična gibljivost zahteva zavestno mišično aktivnost in omogoča večji obseg giba kot statična gibljivost (Jeffreys, 2008).

Merjenje obsega giba imenujemo goniometrija. Lahko ga izvajamo v linearnih enotah (centimetri) ali kotnih enotah (stopinje) (Alter, 1998). Merimo jo z napravami, kot so goniometer (meritve kotov v sklepu), fleksometer (meritve stopnje upogiba) in artrometer (meritve sklepov) (Thacker, Gilchrist, Stroup in Kimsey, 2004).

Splošno je znano, da naj bi povečana gibljivost preprečila poškodbe. Vendar pa pregledni članek Thackerja idr. (2004) kaže drugačno sliko, saj za to trditev niso uspeli najti dokazov. Thacker idr. (2004) dodajajo še pomembno dejstvo, da se večina poškodb zgodi ob ekscentričnem mišičnem krčenju, ko se mišica giblje v normalnem obsegu giba. Pokazali so celo, da lahko povečana gibljivost negativno vpliva na poškodbe, in sicer zaradi zmanjšane stabilnosti sklepa. Thacker idr. (2004) so zaključili, da lahko oba ekstrema gibljivosti (tako hiper- kot hipogibljivost) vplivata na nastanek poškodb.

Gibljivost je pomembna pri vseh športnih aktivnostih, še posebej veliko vlogo pa ima pri športnih panogah, kot so gimnastika, skoki v vodo, umetnostno drsanje in ples (Gremion, 2005). Povečana gibljivost lahko potencialno izboljša športni rezultat v posebnih pogojih v nekaterih športnih panogah (Thacker idr., 2004). Eden izmed takšnih primerov je pozicija vratarja pri hokeju na ledu. Thacker idr. (2004) po pregledu literature še dodajajo, da naj bi bil športni rezultat slabši ob obeh ekstremih gibljivosti in da morda obstaja optimalna gibljivost določenih sklepov ali mišičnih skupin, ki bi lahko izboljšala rezultat.

Na gibljivost vplivajo tako notranji (telesni) kot zunanji dejavniki (okolje) (Norris, 1999).

Kosti so pomemben notranji dejavnik. V primerih zloma se lahko količina kosti v bližini sklepa poveča in posledično zmanjša obseg giba (Norris, 1999).

Mehka tkiva, kot so vezi, ligamenti, sklepna kapsula in koža, lahko vplivajo na omejenost giba (Norris, 1999). Kljub nezmožnosti krčenja pa imajo ta tkiva visko – elastične lastnosti, zato se lahko raztezajo (Norris, 1999).

Mišica je prav tako pomemben dejavnik. Ima sposobnost krčenja kar uravnavajo številni refleksi (Norris, 1999). Refleks na raztezanje (miotatični refleks) se zanaša na informacije iz mišičnega vretena, ki se nahaja vzdolž mišičnih vlaken. Občutljiv je tako na mišični razteg kot napetost in reagira na spremembo v dolžini in hitrosti mišice (Norris, 1999). Ob mišičnem raztegu se raztegne tudi mišično vreteno in posledica je refleks, ki povzroči mišično krčenje in s tem krajšanje mišičnega vretena (Norris, 1999). Pomen tega krčenja je v zaščiti mišice pred prevelikim ali prehitrim naprežanjem (Ušaj, 2003).

Avtogena inhibicija (oz. refleks Golgijevega tetivnega organa) je posledica delovanja Golgijevega tetivnega organa (GTO). Ta se nahaja v tetivah in meri njihovo napetost. GTO zazna povečano napetost v tetivah in povzroči refleksno sprostitev mišice. Refleks na raztezanje in refleks Golgijevega tetivnega organa se ne zgodita naenkrat, saj je prag GTO precej višji od praga mišičnega vretena (Norris, 1999).

Recipročna inhibicija je sprostitev (inhibicija) antagonist ob sočasni aktivaciji agonista. Sprostitev antagonist tako omogoča agonistu, da lažje ustvari gib (Norris, 1999). Ta refleks se lahko uporabi v raztezanju, da se omogoči dodatna sprostitev mišice, ki jo želimo raztegniti (Norris, 1999).

Alfa in gama aktivacija predstavlja soodvisnost delovanja alfa in gama motoričnega nevrona, kar se kaže v spremembi občutljivosti mišičnega vretena (Tomažin in Čoh, 2007). S pomočjo mišičnega vretena lahko centralni živčni sistem uravnava stopnjo vzdraženosti alfa motoričnega nevrona⁷ (Tomažin in Čoh, 2007). Gama motorični nevron⁸ lahko spreminja dolžino intrafuzalnih vlaken⁹ mišičnega vretena in s tem vpliva na vzdraženost alfa motoričnega nevrona (Tomažin in Čoh, 2007).

Mišično vreteno tudi v mirovanju proži določeno frekvenco živčnih impulzov. Ko akcijski potencial pripotuje po gama motoričnem nevronu, vzdraži polarne dele intrafuzalnih vlaken mišičnega vretena. Ta se skrčijo, osrednji del se raztegne in frekvenca proženja senzornih vlaken se poveča (Tomažin in Čoh, 2007). S tem povečamo občutljivost mišičnega vretena, kar povzroči večjo vzdraženost alfa motoričnega nevrona (Tomažin in Čoh, 2007). V primeru, da gama motorični nevron ne pošilja impulzov v mišico, se polarni del mišičnega vretena sprosti, senzorni del mišičnega vretena je tako ohlapnejši, kar se kaže v nižji frekvenci proženja senzornih nevronov in manjši občutljivosti mišičnega vretena, kar posledično povzroči manjšo vzdraženost alfa motoričnega nevrona (Tomažin in Čoh, 2007).

Zadnji pomemben refleks je rekurentna inhibicija, ki temelji na refleksni zanki s povratno zvezo, ki lahko modificira refleksni odziv prek vmesnega nevrona, ki se imenuje Renshawjeva celica (Windhorst, 1988 v Tomažin in Čoh, 2007). Slednja ob zavestnem vzdraženju prek alfa motoričnih nevronov hkrati deluje inhibicijsko na antagonist (Ušaj, 2003).

Pomemben zunanji dejavnik gibljivosti je temperatura, saj so ob povečani temperaturi telesna tkiva bolj prožna (Norris, 1999). Na gibljivost pomembno vpliva tudi spol. Pri tem so ženske načeloma bolj gibljive od moških (Norris, 1999; Ušaj, 2003).

Na gibljivost vplivajo tudi številne individualne razlike, med drugim tudi somatotip (Norris, 1999). Prav tako imajo vpliv na gibljivost starost, dominantnost roke oz. noge (lateralnost), tip treninga in cirkadiani ritem (Alter, 1998).

Na gibljivost vplivata tudi utrujenost ter stres (Ušaj, 2003). Utrujenost zmanjšuje raztegljivost mišice zaradi njene zmanjšane sposobnosti sprostitve (Ušaj, 2003). Stres vpliva dvosmerno: primerno nizek stres pospeši presnovo v mišicah in dvigne njeno temperaturo, ter s tem poveča elastičnost in gibljivost, medtem ko lahko prevelik stres povzroči preveliko vzdraženost mišic ter s tem večjo togost in manjšo raztegljivost (Ušaj, 2003).

⁷ Največji eferentni motorični nevroni, ki oživčujejo ektrafuzalna vlakna – mišična vlakna, ki se nahajajo zunaj mišičnega vretena (Enoka, 1994).

⁸ Najmanjši eferentni motorični nevroni, ki oživčujejo izključno intrafuzalna vlakna (Enoka, 1994).

⁹ Miniaturna skeletna mišična vlakna, ki se nahajajo znotraj mišičnega vretena (Enoka, 1994).

Pomemben vpliv na gibljivost ima tudi fascija. Med strukturami mehkega tkiva gre za drugi najpomembnejši dejavnik, takoj za sklepno kapsulo (Alter, 1998). Program raztezanja naj bi bil tako usmerjen k podaljševanju fascije (Alter, 1998). Na drugi strani naj ne bi ciljalo na ligamente, saj raztezanje teh struktur lahko povzroči destabilizacijo sklepa (Alter, 1998).

1.3.1 Mehanizmi gibljivosti

Do sedaj opravljene raziskave so predlagale več mehanizmov povečanja raztegljivosti mišice. Večina teorij bazira na mehanskem povečanju raztegljivosti, vendar se v zadnjem času pojavlja tudi senzorična teorija (Weppler in Magnusson, 2010).

Povečana raztegljivost mišice je lahko posledica zmanjšane togosti ali povečanja dolžine mišice (Weppler in Magnusson, 2010). Večina literature pojasnjuje povečano raztegljivost s povečanjem mehanske dolžine. Ta teorija vključuje številne mehanizme, kot so viskoelastična deformacija mišičnega tkiva, plastična deformacija vezivnega tkiva, povečanje sarkomer v seriji in živčno-mišični relaksaciji (Weppler in Magnusson, 2010). Vendar pa so si raziskave, ki so preverjale omenjene teorije, precej kontradiktorne.

Raziskovalci zato v zadnjem času predlagajo senzorično teorijo kot glavni mehanizem povečanja raztegljivosti mišice (Weppler in Magnusson, 2010).

Halbertsma in Göeken (1994) sta z rezultati svoje raziskave nakazala, da je v primeru učinka statičnega raztezanja na raztegljivost mišice pri skrajšanih mišicah zadnje lože učinek majhen in ni povezan s spremembo v elastičnosti mišice, pač pa s povečanjem tolerance na razteg.

Magnusson, Simonsen, Aagaard, Sorensen in Kjaer (1996) so želeli preveriti potencialno spremembo v lastnosti tkiva in toleranci raztega po 3-tedenskem intenzivnem programu raztezanja. Opazili niso nobene trajne spremembe v lastnosti tkiva. So pa opazili spremembo v maksimalnem obsegu giba v sklepu in pripadajoče povečanje pasivnega navora. Ti rezultati nakazujejo na povečano toleranco na razteg kot glavni mehanizem raztegljivosti in ne spremembo v viskoelastičnih lastnostih mišice (Magnusson idr., 1996).

Weppler in Magnusson (2010) sta v svojem preglednem članku nakazala, da je, pri asimptomatičnih preizkušancih povečanje dolžine mišice po enkratni ali srednje dolgi (3 do 8 tednov) intervenciji statičnega raztezanja večinoma posledica sprememb v občutku raztega. V kolikšni meri je to posledica perifernih ali centralnih dejavnikov (oz. kombinacije obeh), pa do danes še ni znano.

1.3.2 Akutni učinki vadbe za gibljivost

Takoj po raztezanju se mišica odziva na različne načine. Nekateri biomehanski parametri se izboljšajo (obseg giba v sklepu), medtem ko se nekateri zmanjšajo (moč) ali pa raztezanje nanje nima vpliva (togost) (Knudson, 2006).

Pomemben dejavnik pri akutnih učinkih raztezanja je odvisnost pasivne napetosti v mišici od stopnje (časa) raztega oz. od visko-elastičnosti mišice (Knudson, 2006). Visko-elastični odziv mišic, tetiv in ligamentov pomeni, da bo počasen razteg izzval manj pasivne napetosti kot hitrejši razteg do iste dolžine (Knudson, 2006).

Po besedah Knudsonove (2006) je trenutno izboljšanje gibljivosti po statičnem raztezanju posledica analgetičnega efekta, ki omogoča osebi toleriranje večje pasivne napetosti, potrebne za večji razteg mišice kot prej.

Še en pomemben dejavnik je, da raztezanje zmanjša pasivno napetost¹⁰ mišice v dani dolžini (Knudson, 2006). Slednje je posledica zmanjšanja stresne relaksacije¹¹. Vendar je pomembno, da te zmanjšane napetosti v zgodnjem delu obsega giba v sklepu ne zamenjujemo s togostjo in elastičnostjo mišice (Knudson, 2006). Trenutno namreč ni čistih dokazov, da raztezanje akutno zmanjša mišično togosti (Knudson, 2006).

Zadnji pomemben dejavnik akutnih učinkov vadbe za gibljivost je zmanjšanje mišične sile po raztezanju (Knudson, 2006). Ker pa raztezanje lahko še vedno izboljša obseg giba v sklepu, igra pomembno vlogo pri z zdravjem povezanimi učinki gibljivosti in športnih aktivnostih, ki zahtevajo večjo stopnjo gibljivosti (Behm in Chaouachi, 2011). Vendar se je raztezanju načeloma potrebno izogibati pred aktivnostmi moči, visoke hitrosti, eksplozivnosti in reaktivnih sposobnosti (Behm in Chaouachi, 2011).

1.3.3 Metode za povečanje gibljivosti

Ne glede na metodo, ki je bila uporabljena za meritev gibljivosti, je 27 raziskav od leta 1962 dalje pokazalo, da je raztezanje izboljšalo obseg giba v kolenu, kolku, trupu ter ramenskem in skočnem sklepu (Thacker idr., 2004).

V literaturi se najpogosteje pojavljajo štiri metode gibljivosti:

1. Balistično raztezanje

Balistično raztezanje vključuje ponovljiva majhna odbijanja v končnih delih obsega giba v sklepu (Norris, 1999). Največja prednost te metode je razvoj dinamične gibljivosti, kar je

¹⁰ Pasivna napetost izhaja iz mišičnih komponent vezivnega tkiva, ko se raztegnejo preko dolžine v mirovanju; na drugi strani aktivna napetost predstavlja silo, proizvedeno kot posledico interakcije med aktinskimi in miozinskimi nitkami (Knudson, 2006).

¹¹ Zmanjšanje stresa (sile na enoto območja) v raztegnjenem materialu ob konstantni dolžini (Knudson, 2006).

izrednega pomena, saj je večina gibov v naravi dinamičnih in tako takšen tip raztezanja omogoča specifičnost v treningu in ogrevanju (Alter, 1998). Negativna stran te metode pa vključuje neprimerno prilagodljivost tkiv in živčevja, sprožitev refleksa na razteg, lahko pa celo povzroči bolečine in poškodbe (Alter, 1998). Zato je priporočljivo, da se hitrost in amplituda gibanja pri tej metodi raztezanja povečujeta postopno v dani vadbeni enoti.

2. Dinamično raztezanje

Dinamično raztezanje je na prvi pogled podobno balističnemu raztezanju, vendar pa je glavna razlika ta, da se pri dinamičnem raztezanju izogibamo odbijanju in gibanje izvajamo pod večjo kontrolo (Jeffreys, 2008). Rezultat je bolj kontroliran obseg giba, ki pa je običajno manjši kot tisti, ki ga lahko dosežemo z balističnim raztezanjem (Jeffreys, 2008). Prednost dinamičnega raztezanja so predvsem zmožnost izboljšanja dinamične gibljivosti in repliciranje gibalnih vzorcev in obsega gibov, potrebnih za izvajanje športne aktivnosti (Jeffreys, 2008). Posledično je dinamično raztezanje prva izbira za ogrevanje, saj se v idealnih razmerah sklada s potrebami specifičnega ogrevanja (Jeffreys, 2008). Dinamično raztezanje v ogrevanju tudi pomaga zvišati telesno temperaturo telesa, prav tako pa lahko vključi več sklepov v posamezen razteg (Jeffreys, 2008).

3. Statično raztezanje

Statično raztezanje vključuje zadrževanje določene pozicije, ki se lahko ponovi ali pa tudi ne (Alter, 1998). Glavne kvalitete te metode so maksimalna kontrola, minimalno gibanje in minimalna hitrost giba (Alter, 1998). Literatura si je večinoma enotna v tem, da je statično raztezanje primernejše od balističnega. Poleg tega, da znanstveno dokazano lahko poveča obseg giba v sklepu, pa so prednosti te metode še v tem, da ne zahteva veliko prostora in časa, ter da ga lahko izvaja prav vsak posameznik (Alter, 1998).

Statično raztezanje lahko nadaljnje klasificiramo v 4 kategorije: pasivno raztezanje (npr. s pomočjo partnerja ali naprave), pasivno-aktivno raztezanje (prvi del raztega omogoči zunanja sila, nato pa se razteg nadaljuje aktivno z uporabo mišic), aktivno raztezanje s pomočjo partnerja (prvi del raztega izvede posameznik sam, nato pa mu pomaga partner) ter aktivno raztezanje (uporaba mišic, brez zunanje pomoči, za dosego raztega) (Alter, 1998).

4. Propriocepcijska živčno-mišična facilitacija (PNF)

PNF metoda vključuje kombinacijo gibov z uporabo primitivnih mišičnih refleksov (Norris, 1999). PNF je konec 40. let prejšnjega stoletja razvil Herman Kabat (Alter, 1998).

Kombinacije gibov vključujejo izometrična, koncentrična in ekscentrična mišična krčenja skupaj s pasivnimi gibi (Alter, 1998). Sharman, Cresswell in Riek (2006) so po pregledu literature zaključili, da gre za najučinkovitejšo metodo raztezanja za povečanje obsega giba v sklepu, predvsem z vidika kratkoročnih učinkov.

Positivni učinki so sicer odvisni od posamezne metode, vendar literatura trdi, da lahko PNF raztezanje vpliva na povečanje moči ter njenega ravnovesja, povečano stabilnost sklepov,

povečanje vzdržljivosti in krvnega obtoka ter povečanje relaksacije mišic (Alter, 1998). Obstajajo pa tudi skrbi za poškodbo z uporabo te metode zaradi povečanja tolerance na razteg (Thacker idr., 2004).

Tri najpogostejše metode PNF raztezanja so naslednje:

- drži in sprosti (angl. hold-relax)
- napni in sprosti (angl. contract-relax)
- drži, napni in sprosti (angl. slow reversal-hold (Alter, 1998) oz. hold-relax with agonist contraction (Jeffreys, 2008))

1.3.4 Trajanje, frekvenca in intenzivnost raztezanja

V naši raziskavi smo uporabili statično raztezanje, zato se bomo v tem poglavju osredotočili zgolj na literaturo iz te metode za povečanje gibljivosti.

Literatura si ni popolnoma enotna v trajanju statičnega raztezanja, ki je potrebno za povečanje obsega giba v sklepu. Madding, Wong, Hallum in Medeiros (1987) so pokazali, da je že 15 sekund pasivnega raztezanja dovolj za povečanje odmika kolka. Prav tako so pokazali, da je 15 sekund enako učinkovito kot 45 sekund ali 2 minuti statičnega raztezanja.

Roberts in Wilson (1999) sta primerjala 3-tedenski program statičnega raztezanja 5-krat na teden po 5 ali 15 sekund na pasivni in aktivni obseg giba v sklepu. Rezultati so pokazali, da je tako 5- kot 15 sekund učinkovito za izboljšanje pasivnega in aktivnega giba v sklepu v primerjavi s kontrolno skupino, ki se ni raztezala. Pri tem ni bilo razlik med skupinama, ki sta se raztezali, na pasivni obseg giba, je bilo pa 15 sekund učinkovitejše pri povečanju aktivnega obsega giba.

Tudi Reiwald (2004) trdi, da je že od 15 do 30 sekund statičnega raztezanja dovolj za povečanje obsega giba v sklepu.

Nasprotno sta ugotovila Bandy in Irion (1994). Primerjala sta razliko v 6-tedenskem programu gibljivosti statičnega raztezanja 5-krat na teden med tremi eksperimentalnimi skupinami, ki so raztezale mišice zadnje lože različno dolgo: 15 sekund, 30 sekund ali 90 sekund. Kontrolna skupina ni opravljala raztezanja. Le 30 in 90 sekund statičnega raztezanja je doseglo statistično značilnost, vendar pa so bile razlike med tema dvema skupinama minimalne. 30 sekund statičnega raztezanja je bila celo najefektivnejša dolžina raztezanja.

Rezultate zgoraj omenjene raziskave potrjujejo tudi rezultati Bandyja, Irionove in Briglerjeve (1997). Ti so primerjali različno frekvenco in trajanje statičnega raztezanja v 6-tedenskem programu raztezanja, ki se je izvajal 5-krat tedensko in preizkušance razdelili v pet skupin: 3-krat 1 minuta raztezanja, 3-krat 30 sekund raztezanja, 1-krat 1 minuta raztezanja, 1-krat 30 sekund raztezanja in nič raztezanja (kontrola skupina). Statistična

analiza ni pokazala nobenih razlik med skupinami, ki so izvajale raztezanje. Avtorji so zaključili, da je tako 30 sekund efektivna dolžina raztega za povečanje obsega giba v sklepu.

Roberts in Wilson (1999) opozarjata na pomen celotne količine raztezanja v enem dnevu, kar bi lahko razložilo neskladje z rezultati drugih raziskav, ki so pokazale, da je potrebno več kot 15 sekund raztezanja za opazne učinke na gibljivost.

Med statičnem raztezanjem naj bi posameznik zadrževal položaj, ki mu je rahlo nelagodno, pri čemer integriteta sklepa ne bi smela biti nikoli ogrožena (Jeffreys, 2008). Posameznik naj bi bil med raztezanjem tudi pod nadzorom druge osebe, saj se med vajami za gibljivost raztezajo tudi živčne in žilne strukture, kar lahko vodi v izgubo občutka in žarečo bolečino (Jeffreys, 2008).

1. 4 Samomasaža s penastim valjem

Penasti valj je eden izmed pripomočkov, ki omogočajo cenovno ugodno obliko samomasaže. Predstavljen je kot metoda za odpravo omejitev v fasciji, ki je lahko posledica poškodbe mehkega tkiva (Curran, Fiore in Crisco, 2008). Kot smo omenili že zgoraj, je to metodo predlagalo že več avtorjev (Schleip in Müller, 2012; Paolini, 2009).

Na trgu se pojavlja paleta oblik tega pripomočka, ki se med seboj razlikujejo v obliki, gostoti in velikosti. Penasti valj ima lahko obliko polnega ali praznega valja. Razlikujejo se tudi v gostoti, ki nam pove, kako trd oz. mehek je posamezni penasti valj. Najpogostejši obliki sta dve: prvega sestavlja pena iz polistirena v obliki polnega valja, drugega pa polivinil klorid v obliki praznega valja, obdan s tankim oblazinjenim slojem (Curran idr., 2008).



Slika 5. Penasti valj – pena iz polistirena v obliki polnega valja (Novak, 2011).

Prva oblika je mehkejša in bolj udobna za uporabo, zato je primerna predvsem za začetnike. Vendar po podatkih Currana idr. (2008) prazni valj iz polivinil klorida omogoča večje pritiske na mehko tkivo v primerjavi s polnim valjem iz pene, saj ohranja svojo obliko in se ne

deformira pod težo posameznika. Poleg tega lahko trši valji boljše izolirajo kontaktno območje s telesnim segmentom (Curran idr., 2008).



Slika 6. Prazni valj iz polivinil klorida (Trigger Point Performance The Grid Foam Roller, 2014).

Masaža s penastim valjem deluje na principih ročne sprostitve mišične fascije. Razlika je le v tem, da v primeru penastega valja posameznik uporablja lastno težo za pritiske na mehko tkivo. Posameznik se nato valja po dolžini mišice oz. fascije, ki jo želi sprostiti, lahko pa se tudi ustavi za 30–90 sekund na mestu, kjer čuti mišični krč ali vozal (Paolini, 2009).

Ljudje, ki delajo v praksi, trdijo, da lahko masaža s pripomočkom, kot je penasti valj, izboljša gibljivost (Robertson, 2010). Prav tako naj bi bili rigidni penasti valji uporabni pri zdravljenju akutnih poškodb mehkega tkiva pri športnikih (Curran idr., 2008). Raziskav na temo samomasaže s penastim valjem in vplivom na raztegljivost mišic sicer še ni bilo narejenih veliko, vendar zadosti, da lahko naredimo določene zaključke.

MacDonald idr. (2013) so raziskovali akutni vpliv samomasaže s penastim valjem štiriglave stegenske mišice na obseg giba v kolenskem sklepu, maksimalno zavestno silo, mišično aktivacijo, silo skrčka in polovični relaksacijski čas ter stopnjo razvoja sile. 2 seriji po 1 minuto samomasaže s penastim valjem z 1 –minutnim odmorom ni povzročilo nobenih statistično pomembnih razlik v maksimalni zavestni sili, mišični aktivaciji, sili tetanusa, sili skrčka in polovičnem relaksacijskem času ter stopnji razvoja sile, v primerjavi s kontrolno skupino. Vendar pa so avtorji izmerili statistično značilno povečanje obsega giba v kolenskem sklepu pri skupini, ki je izvajala samomasažo, v primerjavi s kontrolno, v povprečju za 10 stopinj. Povečanje so zasledili tako 2 minuti (12,7 %) kot tudi 10 minut (10,3 %) po intervenciji s penastim valjem. Avtorji so zaključili, da dve seriji 1-minutne masaže s penastim valjem lahko značilno vplivata na povečanje obsega giba v sklepu, brez sočasnega zmanjšanja mišične aktivacije in sile. Opozorili so tudi na omejitve raziskave, ki je bila predvsem izbran test za meritve obsega giba v kolenskem sklepu. Sklepajo namreč, da so bili obsegi giba v kolenu po intervenciji dejansko večji, kot so jih prikazali rezultati. Navajajo, da bi bilo v bodoče dobro poiskati preizkušance, ki imajo slabšo gibljivost, v primeru uporabe tega testa.

Sullivan, Silvey, Button in Behm (2013) so raziskovali vpliv ročnega masažnega valja s konstantnim pritiskom na gibljivost (predklon sede), mišično aktivacijo (EMG), maksimalno zavestno silo, silo skrčka in elektro-mehansko zakasnitev mišic zadnje lože. Izmerili so vpliv

štirih različnih intervencij, ki so se razlikovale v času (5 ali 10 s) in številu serij (1 ali 2 seriji). Masaža je bila izvedena s pomočjo naprave, v katero je bil nameščen ročni masažni valj, saj so na ta način lahko omogočili konstanten pritisk (13 kg) in konstantno frekvenco (120 udarcev na minuto). Rezultati so pokazali statistično značilno povečanje gibljivosti po intervenciji z ročnim masažnim valjem za 4,3 %. Prav tako so opazili trend povečanja v odvisnosti od časa, saj je 10-sekunda masaža povzročila 2,3-odstotno večje povečanje gibljivosti v primerjavi s 5-sekundno, ne glede na število serij. Rezultati so še pokazali, da je bila sila skrčka manjša za 7,1 % pri dveh serijah v primerjavi z eno serijo masaže. Sila skrčka se je prav tako zmanjšala za 10,5 % po intervenciji z masažnim valjem. Prav tako so opazili pomembno interakcijo med serijami in dolžino masaže, ki je pokazala zmanjšano silo skrčka za 1 serijo po 10 s masaže v primerjavi z 1 serijo po 5 sekund in povečano silo skrčka za 2 seriji po 10 sekund v primerjavi z dvema serijama po 5 sekund. Na drugi strani niso opazili nobene statistično pomembne razlike za maksimalno zavestno silo, mišično aktivacijo in elektro-mehansko zakasnitev med eksperimentalno in kontrolno skupino. Avtorji so zaključili, da lahko že 5 do 10 sekund masaže z masažnim valjem s konstantnim pritiskom 13 kg povzroči izboljšanje rezultata testa predklona sede, brez sočasnega zmanjšanja zavestne sile.



Slika 7. Ročni masažni valj (Sullivan idr., 2013).

Halperin, Aboodarda, Button, Andersen in Behm (2014) so primerjali vpliv samomasaže zadnjih mišic goleni z ročnim masažnim valjem s statičnim raztezanjem na obseg giba v gležnju, maksimalno zavestno kontrakcijo, silo v prvih 100 ms maksimalne zavestne kontrakcije, EMG mišice soleus in mišice tibialis anterior ter test ravnotežja na eni nogi. Raziskava je potekala s ponovljenimi meritvami, tako da so preizkušanci opravili oba pogoja v 3–6 dnevnem razmiku. Pred pričetkom so opravili ogrevanje z desetimi iztegi gležnja na stopnici. Po ogrevanju je sledila prva meritev odvisnih spremenljivk, po 10-minutnem počitku pa še ena meritev, ki je služila kot kontrola. Sledila je intervencija, ki je zajemala bodisi statično raztezanje ali samomasažo z ročnim masažnim valjem v treh serijah po 30 sekund z 10 sekundnimi odmori. Meritve so nato opravili še 1 in 10 minut po intervenciji. Rezultati so pokazali, da lahko tako statično raztezanje kot samomasaža podobno izboljšata obseg giba v gležnju 1 in 10 minut po intervenciji. Na drugi strani nobena od metod ni imela vpliva na silo v prvih 100 ms, ravnotežje in EMG vrednosti. Zanimiva pa je bila ugotovitev, da po podatkih raziskave lahko samomasaža statistično značilno poveča produkcijo sile v primerjavi s statičnim raztezanjem 10 minut po intervenciji (8,2 %). Avtorji so sklepali, da gre

verjetno za posledico povečanja mišične temperature, sprostitve restrikcij v mišični fasciji (miofascialne prožilne točke) in/ali fosforilacijo lahkih miozinskih regulacijskih verig.

Roylance idr. (2013) so raziskovali akutni vpliv masaže s penastim valjem, statičnega raztezanja in vaj za boljšo telesno držo na test predklona sede. V raziskavi je sodelovalo 27 študentov z rezultatom 34,3 cm predklona sede ali manj. Vsak preizkušanec je dvakrat obiskal meritve, pri čimer je ob enem obisku opravil masažo s penastim valjem, ki so ji sledile vaje za telesno držo ali statično raztezanje; ob drugem obisku pa je začel s statičnim raztezanjem ali vajami za telesno držo, ki jim je sledila masaža s penastim valjem. Meritve predklona sede so bile opravljene ob vsakem obisku pred intervencijo, po uporabi prve metode in še po uporabi druge metode. Vsaka metoda je trajala 10 minut in je zajemala več mišičnih skupin, ki imajo vpliv na test predklona sede (mečne mišice, mišice zadnje lože, mišice zadnjice in spodnjega dela hrbta). Posamezna metoda ni prinesla statistično značilnega izboljšanja, se je pa to zgodilo pri kombinaciji metod. Opazili so izboljšanje za 1,71 inčev¹², ko so vaje za telesno držo sledile masaži s penastim valjem; 1,76 inčev¹³, ko je masaža s penastim valjem sledila statičnemu raztezanju; 1,49 inčev¹⁴, ko je statično raztezanje sledilo masaži s penastim valjem; in 1,18 inčev¹⁵, ko je masaža s penastim valjem sledila vajam za telesno držo. Avtorji so zaključili, da pri študentih s podpovprečno gibljivostjo zadnje lože, lahko vplivamo na njeno izboljšanje s kombinacijo masaže s penastim valjem in statičnega raztezanja ali vajami za telesno držo.

Mohr (2011) je primerjal vpliv kombinacije statičnega raztezanja in masaže s penastim valjem s posamezno metodo. V raziskavi je sodelovalo 40 mladih rekreacijsko aktivnih preizkušancev, brez kronično zakrčenih mišic zadnje lože. Naključno so bili razdeljeni v štiri skupine: statično raztezanje, kombinacija masaže s penastim valjem in statičnega raztezanja, masaža s penastim valjem in kontrola. Vsaka metoda se je izvajala v treh serijah po 1 minuto s 30–sekundnim odmorom. Pred in po določeni metodi so izmerili pasivni obseg giba kolka. Preizkušanci so nato ponovili meritve še petkrat v obdobju šestih tednov.

Pri vseh metodah so opazili povečanje pasivnega obsega giba v kolku. Mohr (2011) je tudi opazil, da je bila gibljivost kolka pred intervencijo manjša pri skupini, ki je opravljala zgolj statično raztezanje. Skupina kombinacije statičnega raztezanja in masaže s penastim valjem je imela boljši rezultat pri izboljšanju obsega giba v kolku v primerjavi z ostalimi skupinami.

D'Amico in Morin (b.d.) sta izvajala ponovljene meritve, v katerih je 13 preizkušancev z minimalno 6-mesečnimi izkušnjami s treningom z utežmi izvedlo 3 serije po 30 sekund statičnega raztezanja ali 90 sekund masaže s penastim valjem na mišicah zadnje lože, na dveh ločenih obiskih v dveh tednih. Pred in po določenimi metodi sta izmerila gibljivost zadnje lože, izometrično moč upogibalk kolena pri 90 stopinjah v leži prsno in skok v daljino z eno nogo.

¹² 4,34 cm

¹³ 4,47 cm

¹⁴ 3,78 cm

¹⁵ 3,00 cm

Našla nista nobene razlike med metodama pri gibljivosti zadnje lože. Je pa statično raztezanje povzročilo zmanjšanje izometrične moči in dolžine skoka z eno nogo v primerjavi z masažo s penastim valjem.

Kronične vplive masaže s penastim valjem na gibljivost sta do danes raziskovala le Miller in Rockey (2006). 23 študentov z zakrčenimi mišicami zadnje lože je bilo razdeljenih v dve skupini: ena skupina je izvajala samomasažo s penastim valjem, druga pa ni izvajala nobenega protokola in je tako služila za kontrolo. Pred pričetkom raziskave so izmerili aktivni obseg giba v kolenu, in sicer tako, da je preizkušanec v leži hrbtno s prednoženjem (kot v kolku 90 stopinj) skušal iztegniti koleno. Sledilo je 8 tednov masaže s penastim valjem 3-krat na teden v treh serijah po 1 minuto z 1 minuto odmora. Kontrolni skupini je bilo naročeno, naj izvaja normalno aktivnost, vendar naj se izogiba dodatnemu raztezanju. Avtorji so opazili statistično značilno povečanje obsega giba pri obeh skupinah, vendar razlik med skupinama niso zaznali. Trend povečanja so opaziti pri eksperimentalni skupini, vendar rezultati niso bili statistično značilni.

Avtorji so zaključili, da masaža s penastim valjem ni učinkovita pri izboljšanju gibljivosti zadnje lože v 8 tednih.

Sharp (2012) je primerjala učinkovitost dveh tehnik masaže: samomasaže s penastim valjem in Emmettovo tehniko. 15 igralcev tretje linije rugbyja je bilo razdeljenih v tri skupine: masaža s penastim valjem, masaža z Emmettovo tehniko¹⁶ in kontrolna. Pred in po intervenciji so izmerili gibljivost (aktivni obseg primikalk kolka) in skok z nasprotnim gibanjem. Rezultati so pokazali, da je masaža z Emmettovo tehniko pozitivno vplivala na izboljšanje gibljivosti, medtem ko masaža s penastim valjem ni imela učinka. Nobena izmed intervencij tudi ni imela vpliva na skok z nasprotnim gibanjem.

Še vedno niso znani mehanizmi, odgovorni za spremembe, ki jih povzroči intervencija s penastim valjem. Literatura se velikokrat zanaša na manualno sprostitvev mišične fascije oz. masaže, vendar, kot smo že omenili zgoraj, si tudi tam avtorji niso enotni o mehanizmih. Precej nestrinjanja je tudi v tem, ali gre za spremembe na fasciji ali mišici.

Če se ravnamo po Barnesu (1997), naj bi dovolj velik in dolg pritisk povzročil histološke spremembe v mišični fasciji in njeno posledično sprostitvev. Vendar pa je tridimenzionalni matematični model deformacije fascije Chaudhryja idr. (2008) pokazal, da so pritiski, potrebni za spremembo v fasciji, izven meja sposobnosti človeka. V tem primeru tudi pritisk telesne teže na penasti valj ne bi zadostil dovolj velikim silam, potrebnim za te spremembe.

Pogosta razlaga sprememb v obsegu giba v povezavi s sprostitvijo mišične fascije se zanaša na tiksotropične lastnosti fascije (Sefton, 2004), saj naj bi le-ta postala z gibanjem, telesno toploto ter masažo bolj tekoča in prilagodljiva (Juhan, 1987 v Sefton, 2004).

¹⁶ Emmetovo tehniko je razvil Ross Emmett. Gre za zdravilno terapijo, ki deluje skladno s senzornimi in mišičnimi receptorji, z uporabo nežnega pritiska sredinca dlani na tkivo na področju miofascialnih prožilnih točk (Sharp, 2012).

Tudi MacDonald idr. (2013) se opirajo na ta mehanizem. Predlagali so, da so fiziološki mehanizmi povečanja obsega giba v sklepu po uporabi masažnega valja precej drugačni kot pri statičnem raztezanju. Namesto pritiska na izvor in narastišče mišice, ki vodi v povečanje sarkomer v vrsti, lahko masaža s penastim valjem vpliva na tiksotropične lastnosti fascije, ki obdaja mišico (MacDonald idr., 2013). Samomasaža s penastim valjem potencialno tudi ne povzroča poškodb prečnih mostičev in sarkomer v mišici, in tako, v primerjavi s statičnim raztezanjem, ne vpliva na spremembe v produkciji sile (MacDonald, idr., 2013). Enako so Sullivan idr. (2013) pripisali rezultate svoje raziskave mehanizmu masaže in/ali sprostitve mišične fascije in ne mehanizmu statičnega raztezanja.

Raziskave, ki so preverjale učinek masaže na obseg giba v sklepu, so skladne z rezultati raziskav vpliva samomasaže s penastim valjem. McKechnie, Young in Behm (2007) so preverjali učinke dveh tipov masaž, dolgih 3 minute, na obseg giba v gležnju ter hitro moč (skoki). Rezultati so pokazali 3,7- oz. 3,2-odstotno izboljšanje v obsegu giba v gležnju v primerjavi z 1,3-odstotnim izboljšanjem pri kontrolni skupini. Pri tem niso zaznali nobenega statistično pomembnega vpliva na skoke. Avtorji so sklepali tudi o potencialnem mehanizmu. Obe metodi masaže vključujeta dotik kože in dolgotrajno drgnjenje ter udarjanje po koži bi tako lahko preobremenilo kožne receptorje ter s tem zmanjšalo zaznavanje raztega in posledično povzročilo večji obseg giba v sklepu.

Rezultate McKenchieja idr. (2007) potrjuje tudi raziskava Huanga idr. (2010). Ti so, za razliko od prejšnjih masaž, ki so bile izvedene predvsem na trebuhu mišice, masažo izvajali na mišično-tetivnem kompleksu. Prečna frikcija, dolga 10 oz. 30 sekund, je povzročila 5,9 % oz. 7,2 % izboljšanje v obsegu giba v kolku v primerjavi s kontrolo skupino. Opazili niso tudi nobenega povečanja v pasivni napetosti noge kljub povečanju obsega giba v kolku, kar so pripisali večji mišični prilagodljivosti ali zmanjšani mišični togosti zaradi masaže.

Drugačno sliko pa so prikazali Wiktorsson-Möller, Oberg, Ekstranad in Gillguist (1983), saj je masaža povzročila zmanjšanje moči sprednje in zadnje strani stegna. Vendar pa je potrebno dodati, da se je tu masaža izvajala 6–15 minut. Ta podatek nakazuje, da ima masaža lahko pozitiven vpliv na izboljšanje obsega giba v sklepu brez sočasnega zmanjšanja sposobnosti produkcije sile le, če se jo izvaja manj kot 6 minut. Nadaljnje raziskave, ki bi uporabljale daljšo samomasažo s penastim valjem, so potrebne za raziskovanje potencialnih negativnih učinkov penastega valja na sposobnost produkcije sile. Dodatno je bilo statično raztezanje s predhodnim ogrevanjem na kolesu bolj učinkovito pri izboljšanju obsega giba v kolku, kolenu in gležnju kot masaža oz. ogrevanje oz. kombinacija masaže in ogrevanja, v raziskavi Wiktorsson-Möllerja idr. (1983).

Tudi Arroyo-Morales idr. (2011) so opazili zmanjšanje mišične zmogljivosti v obliki zmanjšanja izokinetičnega navora pri visokih hitrostih. Vendar je tudi tu šlo za daljšo obliko masaže (20 minut oz. 6 minut na eni mišični skupini), s čimer je možno razložiti neskladni rezultat z raziskavami, ki so uporabljale penasti valj. Arroyo-Morales idr. (2011) so zmanjšanje mišične zmogljivosti po masaži pripisali povečani aktivnosti parasimpatičnega

živčnega sistema in zmanjšanjem dotoku aferentnih signalov s posledično zmanjšano aktivacijo motoričnih nevronov.

Mehanizme pa bi morda lahko razkrile raziskave, ki so preverjale akuten vpliv masaže na vzdraženost živčnega sistema.

Kratka (3 minute dolga) enoročna masaža že lahko povzroči zmanjšanje amplitude H-refleksa med samo masažo, kar priča o zmanjšanju aktivnosti motoričnih nevronov (Morelli, Seabone in Sullivan, 1990). Tudi enoročna 4-minutna masaža mišic zadnje lože in zadnje strani goleni lahko povzroči zmanjšanje stopnje vzdraženosti motoričnih nevronov in posledično mišične refleksne aktivnosti (Sullivan, Williams, Seaborne in Morelli, 1991). Sullivan idr. (1991) še dodajajo, da se to zgodi na specifičnem mestu, ki se ga masira in je neodvisno od spola, kar priča o tem, da so učinki fiziološki in ne psihološki.

Goldberg, Sullivan in Derek (1992) so primerjali vpliv dveh intenzivnosti masaž (lahke in globoke) na amplitudo H-refleksa. Po pričakovanjih se je vzdraženost motonevronov v mišici triceps surae zmanjšala, pri tem pa je globoka masaža povzročila večje zmanjšanje (49 %) kot lahka masaža (39 %). Po besedah avtorjev naj bi te ugotovitve kazale na regulacijo inhibicije s strani receptorjev, občutljivih na pritisk.

Kombinacija masaže in statičnega raztezanja tudi lahko zmanjša refleksno vzdraženost živčevja brez pomembnega vpliva na kontraktilne lastnosti mišice (Behm idr., 2013). Pri tem lahko statično raztezanje poveča elektromehansko zakasnitev, medtem ko sama masaža na to komponento nima vpliva (Behm idr., 2013). Behm idr. (2013) tako navajajo, da naj bi bilo povečanje obsega giba po masaži mogoče prej pripisati refleksni inhibiciji.

Na podlagi literature so Goldberg idr. (1992) zaključili, da gre verjetno za kombinacijo vpliva tako kožnih kot mišičnih mehanoreceptorjev. Vpliv kožnih aferentnih nevronov na ekscitacijo oz. inhibicijo živčnega sistema so raziskovali Sayenko idr. (2009) in pokazali, da se H-refleks zmanjša ob električni stimulaciji podplata na območju metatarzalnih kosti.

Weerapong, Hume in Kolt (2005) so po pregledu literature povzeli, da so učinki masaže lahko posledica biomehanskih, fizioloških, nevroloških in psiholoških mehanizmov. Pri tem naj bi bili biomehanski mehanizmi povezani s povečano prilagodljivostjo mišice (Weerapong idr., 2005). Fiziološki mehanizmi pa naj bi bili posledica sprememb v krvnem obtoku, količini hormonov in psihofizioloških parametrov (npr. krvni tlak in frekvenca srčnega utripa), vendar so dokazi za to nezadostni (Weerapong idr., 2005).

Podobno kot pri ročni sprostitvi mišične fascije si je tako tudi pri penastem valju literatura nejasna o mehanizmih, ki bi lahko razložili učinke te metode. Tudi tu so si avtorji namreč neenotni ali gre za spremembe na mišici in/ali fasciji ter ali gre za mehanske ali nevrofiziološke mehanizme. Pomembno pa je dodati tudi dejstvo, da dejanskih mehanizmov ni raziskoval prav nihče do danes in da gre zgolj za špekulacije na podlagi literature o masaži in fasciji.

1.5 Namen

Ljudje, ki delajo v praksi kot kondicijski trenerji, uporabljajo samomasažo s penastim valjem večinoma pred pričetkom vadbe (Boyle, 2010; Robertson, 2008). Prav tako uporabljajo samomasažo s penastim valjem v kombinaciji s statičnim raztezanjem pred vadbo (Boyle, 2010). Kljub temu, da se je praksa Boylea (2010) precej razširila po svetu, pa za to ni veliko obstoječih znanstvenih dokazov.

Mohr (2011) je sicer že raziskoval vplive kombinacije statičnega raztezanja in samomasaže s penastim valjem na pasivni obseg giba v kolku. Tudi del raziskave Roylanceja idr. (2013) je vseboval intervencijo samomasaže s penastim valjem s statičnim raztezanjem, vendar so tudi tu raziskovali učinke na gibljivost kolčnih mišic, natančneje na izboljšanje testa predklona sede. Vendar pa nihče ni preverjal kombinacije samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja mišic zadnje strani goleni na aktivni obseg giba v skočnem sklepu.

Prav tako do sedaj še nihče ni preverjal učinka zgolj samomasaže s penastim valjem na obseg giba v skočnem sklepu oz. gležnju. Halperin idr. (2014) so sicer že preverjali vpliv samomasaže na obseg giba v skočnem sklepu, vendar so uporabljali ročni masažni valj in ne klasični penasti valj.

Obolenja gležnja so eden izmed velikih problemov javnega zdravja, ki se bo, zaradi vedno bolj starega prebivalstva, v prihodnosti verjetno še povečal (Rao, Riskowski in Hannan, 2012). Še posebej velik problem predstavlja t. i. 'konjski gleženj', ki se zgodi ob zmanjšanju obsega giba dorzalne fleksije v skočnem sklepu (Young, Nix, Wholohan, Bradhurst in Reed, 2013). Young idr. (2013) v svojem pregledu literature tudi navajajo, da lahko to obolenje vodi do kompenzacij v vzorcu hoje in posledično do metatarzalgije, medialnega vnetja pokostnice, ahilarne tendinopatije, plantarnega fasciitisa in nategnitve mišice gastrocnemius pri aktivni populaciji. Zato je iskanje učinkovitih strategij za povečanje obsega giba v skočnem sklepu še toliko pomembnejše.

Do danes še prav nobena raziskava ni uporabila preizkušancev, ki bi imeli izkušnje z redno uporabo penastega valja kot pripomočka za samomasažo. Curran idr. (2008) namreč trdijo, da pritisk na penasti valj ni povezan s telesno težo posameznika ali obsegi telesnih segmentov, pač pa je odvisen predvsem od tehnike samomasaže. Ta podatek je izjemnega pomena, saj tako lahko ljudje, ki imajo izkušnje s penastim valjem kot samomasažnim orodjem, ustvarijo večje pritiske na mehko tkivo in tako potencialno dosejajo večje učinke.

Dodatno še vedno obstaja nejasno vprašanje o trajnosti sprememb v obsegu giba v sklepu po intervenciji z masažo s penastim valjem. Iz obstoječe literature je možno zaključiti, da se učinki ohranijo vsaj 10 minut po intervenciji s penastim valjem (MacDonald idr., 2013; Halperin idr., 2014). Glede na to, da je uporaba kombinacije samomasaže s penastim valjem

v preteklosti že prinesla večje učinke kot posamezni metodi, izvedeni ločeno (Mohr, 2011), pa bi lahko sklepali, da akutne spremembe v obsegu giba trajajo vsaj toliko dolgo kot zgolj s samomasažo s penastim valjem.

Trajnost akutnih sprememb v obsegu giba kot posledice statičnega raztezanja prav tako lahko trajajo 10 minut (Halperin idr., 2014). Vendar pa so nasprotno pokazali Ryan idr. (2008), saj se je povečan obseg giba po pasivnem raztezanju po desetih minutah vrnil v prvotno stanje, ne glede na dolžino predhodnega raztezanja (2, 4 ali 8 minut). Zato so potrebne nadaljnje raziskave, ki bi pomagale razjasniti vprašanja o trajnosti akutnih sprememb obsega giba po statičnem raztezanju.

Naš namen je torej ugotoviti efektivnost kombinacije samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja na obseg giba v skočnem sklepu ter primerjati kombinacijo metod z metodama izvedenima ločeno. Zanima nas tudi trajnost učinkov na povečanje obsega giba pri posamezni metodi.

1.6 Cilji

Naš cilj je v skladu z nameni dela ugotoviti, ali bo samomasaža s penastim valjem vplivala na spremembo aktivnega obsega giba v skočnem sklepu.

Cilj je tudi ugotoviti, ali se bo aktivni obseg giba v skočnem sklepu spremenil po kombinaciji samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja.

Ugotoviti želimo tudi, ali je kombinacija samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja uspešnejša, v primerjavi z metodama izvedenima ločeno, pri morebitnem izboljšanju aktivnega obsega giba v skočnem sklepu.

Dodatno je cilj ugotoviti, kdaj se povečan obseg giba vrne v prvotno stanje po takšni intervenciji oz. če ima le-ta vpliv daljši od 15 oz. 20 minut.

1.7 Hipoteze

Glede na cilje smo določili naslednje hipoteze:

H₀1: Kombinacija samomasaže in statičnega raztezanja bo izboljšala aktivni obseg giba v skočnem sklepu.

H₀2: Samomasaža s penastim valjem bo izboljšala aktivni obseg giba v skočnem sklepu.

H₀3: Statično raztezanje bo izboljšalo aktivni obseg giba v skočnem sklepu.

H₀4: Kombinacija samomasaže in statičnega raztezanja bo povzročila večje povečanje obsega giba v skočnem sklepu v primerjavi z zgolj statičnim raztezanjem ali samomasažo z masažnim valjem.

H₀5: Obseg giba v skočnem sklepu bo ostal povišan tudi 10 minut po intervenciji s penastim valjem in statičnim raztezanjem.

H₀6: Obseg giba v skočnem sklepu bo ostal povišan tudi 10 minut po intervenciji s penastim valjem.

H₀7: Obseg giba v skočnem sklepu bo ostal povišan tudi 10 minut po intervenciji s statičnim raztezanjem.

H₀8: Obseg giba v skočnem sklepu bo ostal povišan tudi 15 minut po intervenciji s penastim valjem in statičnim raztezanjem.

H₀9: Obseg giba v skočnem sklepu bo ostal povišan tudi 15 minut po intervenciji s penastim valjem.

H₀10: Obseg giba v skočnem sklepu ne bo ostal povišan 15 minut po intervenciji s statičnim raztezanjem.

H₀11: Obseg giba v skočnem sklepu ne bo ostal povišan 20 minut po intervenciji s penastim valjem in statičnim raztezanjem.

H₀12: Obseg giba v skočnem sklepu ne bo ostal povišan 20 minut po intervenciji s penastim valjem.

H₀13: Obseg giba v skočnem sklepu ne bo ostal povišan 20 minut po intervenciji s statičnim raztezanjem.

2 Metode dela

2.1 Preizkušanci

V raziskavi je sodelovalo 5 mladih žensk (starost = $14,4 \pm 0,5$ let, telesna višina = $164,6 \pm 4,2$ cm, telesna masa = $55,6 \pm 5,7$ kg) in 6 mladih moških (starost = $16,0 \pm 0,6$ let, telesna višina = $178,7 \pm 4,9$ cm, telesna masa = $71,8 \pm 6,6$ kg). Vsi preizkušanci so člani Plavalnega kluba Triglav Kranj. Njihova tedenska aktivnost zajema 16 ur plavalnega treninga ter 3 ure suhe vadbe (vadbe za moč) na teden. Vsi preizkušanci so imeli minimalno 6 mesecev izkušenj z uporabo masažnega valja pred pričetkom raziskave. Nihče izmed merjencev ni imel trenutnih poškodb gležnja ali mišic goleni, ki bi lahko vplivale na gibljivost skočnega sklepa.

Tabela 2. Osnovni podatki o preizkušancih (spol, starost, telesna višina in masa, zaporedje opravljenih metod ter povprečja in standardni odkloni za starost, telesno višino in maso).

Št. preizkušanca	Spol	Starost	Višina (cm)	Masa (kg)	Zaporedje
1	Ž	15	162	51	2, 1, 3
2	M	16	187	82	3, 2, 1
3	M	16	180	75	1, 2, 3
4	Ž	14	164	56	3, 2, 1
5	M	17	177	71	1, 2, 3
6	M	16	180	70	1, 2, 3
7	Ž	15	163	65	3, 2, 1
8	M	15	173	62	2, 1, 3
9	Ž	14	162	51	2, 1, 3
10	Ž	14	172	55	3, 2, 1
11	M	16	175	71	2, 1, 3
Povprečje ± SO		$15,3 \pm 1,0$	$172,3 \pm 8,6$	$64,5 \pm 10,3$	

Zaporedje: 1 = statično raztezanje, 2 = penasti valj, 3 = statično raztezanje + penasti valj

2.2 Pripomočki

Masažni valj, imenovan The Grid Foam Roller (Triger Point Technologies; 5321 Industrial Oaks Blvd., Austin, Texas 78735, USA), je bil uporabljen v raziskavi (Slika 6). Gre za prazni valj narejen iz polivinil klorida, ki ga obdaja tanka oblazinjena plast.

Za potrebe meritev aktivnega obsega giba v skočnem sklepu je bil uporabljen merilni trak, ki je meril razdaljo med stopalom merjenca in steno. Za kontrolo dviga pete je bila pod peto

preizkušanca nameščena Theraband elastika (Thera-Band, Hygienic Corporation, Akron, OH, USA).

2.3 Eksperimentalni postopek

Raziskava je potekala s ponovljenimi meritvami z naključno izbranim vrstnim redom, v treh ločenih dnevih, z minimalno 24-urnim razmikom. Meritve so potekale v enajstih dneh zaradi potrebne uskladitve prostega časa preizkušancev. Meritve so bile izvedene v podobnih urah v dnevu (med 4. in 5. uro popoldne), s čimer smo se izognili dnevnim variacijam v gibljivosti. Preizkušanci so prišli na meritve oblečeni v športno opremo (kratke hlače in kratka majica), meritve pa so izvajali brez obutve.

Na posamezen dan je preizkušanec izvedel eno izmed treh metod: statično raztezanje, masažo s penastim valjem ali kombinacijo obeh metod, pri čemer je bila masaža s penastim valjem izvedena pred statičnim raztezanjem.

Statično raztezanje je zajemalo 3 serije po 30 sekund statičnega raztezanja mišic zadnje strani goleni (plantarnih fleksorjev) s 15–sekundnimi odmori. Raztezanje je potekalo tako, da je posameznik stopil z dominantno nogo na rob klopi in iztegnil koleno, pri čemer je bila peta usmerjena proti tlom. Nedominantna noga je ostala na klopi, posameznik pa se je lahko opiral z rokami na steno za boljše ravnotežje in posledično sprostitvev. Preizkušancem je bilo naročeno, naj dosežejo največji možen razteg mišic zadnje strani goleni do največjega občutka nelagodja, vendar ne bolečine.



Slika 8. Način statičnega raztezanja plantarnih fleksorjev.

Masaža s penastim valjem je bila izvedena v sedečem položaju z golenjo dominantne noge na valju. Noge so bile iztegnjene, pri čemer so imeli gležnje v sproščenem položaju.

Nedominantna noga je bila prekrižana preko dominantne noge, kar je omogočalo večje pritiske na penasti valj. Preizkušancem je bilo naročeno, naj izvajajo masažo s tekočimi gibi preko celotne zadnje strani goleni od ahilove tetive do podkolenske (poplitealne) jame, pri čemer si pomagajo z rokami v zaročenju. Prav tako jim je bilo naročeno, naj skušajo izvesti največji možni pritisk na penasti valj. Masaža je potekala v treh serijah po 30 sekund s 15 sekund odmora, v katerem so si preizkušanci lahko rahlo spočili roke.



Slika 9. Samomasaža s penastim valjem. Začetni položaj pri Ahilovi tetivi.



Slika 10. Samomasaža s penastim valjem. Približevanje končnem položaju pri poplitealni jami.

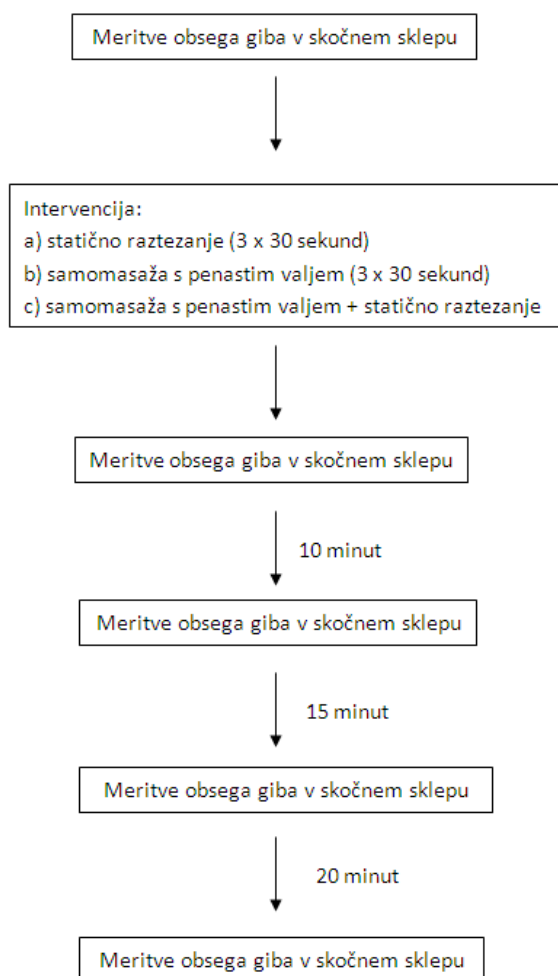
Kombinacija masaže s penastim valjem in statičnega raztezanja je potekala v 3 serijah po 30 sekund s 15–sekundnimi odmori pri masaži s penastim valjem, ki ji je takoj sledilo statično raztezanje v 3 serijah po 30 sekund s 15–sekundnimi odmori.

Pred pričetkom raziskave so preizkušanci izžrebali zaporedje metod in bili na ta način razporejeni v tri skupine. Prva skupina (3 preizkušanci) je ob prvem obisku izvedla statično

raztezanje, ob drugem masažo s penastim valjem in ob tretjem kombinacijo obeh metod. Druga skupina (4 preizkušanci) je ob prvem obisku izvedla kombinacijo masaže s penastim valjem in statičnega raztezanja, ob drugem masažo s penastim valjem in ob tretjem statično raztezanje. Tretja skupina (4 preizkušanci) je ob prvem obisku izvedla masažo s penastim valjem, ob drugem statično raztezanje in ob tretjem kombinacijo obeh metod. Zaporedje vsakega posameznika je razvidno v Tabeli 2.

Pred pričetkom raziskave so morali preizkušanci določiti tudi dominantno nogo, na kateri so bile kasneje opravljene meritve obsega giba. Naročeno jim je bilo, naj izberejo nogo, s katero bi brcnili žogo, kar je pogosti način za določanja dominantnosti noge (Mohr, 2008; Halperin idr., 2014).

Ob vsakem obisku smo merjencem najprej izmerili aktivni obseg giba v skočnem sklepu, ki je služil kot kontrola. Sledila je intervencija (ena izmed dveh metod oz. kombinacija obeh), po koncu katere je sledila ponovna meritev aktivnega obsega giba. Meritev smo nato ponovili še 10, 15 in 20 minut po intervenciji. Za lažje razumevanje postopek prikazujemo tudi spodaj, v grafični obliki.



Slika 11. Grafični prikaz merilnega postopka.

2.4 Način zbiranja podatkov

Meritve časa pri vseh treh metodah so potekale s strani merilca, ki je preizkušancem dal tudi povratno informacijo o izvedbi določene metode, če je bilo to potrebno.

Meritve aktivnega obsega giba v skočnem sklepu smo opravljali s pomočjo izpadnega koraka s prenosom teže. Bennell, Talbot, Wajswelner, Techovanich in Kelly (1998) so pokazali, da ima ta test zelo visoko zanesljivost tako med merilci ($r = 0,99$) kot tudi v posameznem merilcu ($r = 0,98$). Pri tem testu preizkušanci postavijo stopalo pravokotno na steno in prenesejo težo naprej, tako da se s kolenom dotaknejo stene. Stopalo se postopno premika stran od stene, dokler ni dosežen največji obseg giba dorzalne fleksije gležnja, ne da bi peta zapustila tla (Bennell idr., 1998). Prednost tega testa je predvsem v prenosu težišča na sprednjo nogo, saj je zaradi povečanega navora meritev boljši odraz obsega giba, ki je na voljo za funkcionalne aktivnosti (Bennell idr., 1998).



Slika 12. Meritve aktivnega obsega giba v skočnem sklepu. Pod peto je nameščena elastika, ki je služila za kontrolo dviga pete.

Pred pričetkom testa smo postavili na tla merilni trak, ki je bil nameščen pravokotno na steno. Po vzoru raziskave Bennella idr. (1998) so preizkušanci stopili z dominantno nogo na merilni trak tako, da sta bila palec na stopalu in linija pete poravnani s trakom. Prav tako jim je bila dovoljena opora na steni za boljše ravnotežje, pri čemer je zadnja noga lahko počivala v udobni poziciji po izbiri preizkušanca. Tudi v našem primeru nismo kontrolirali morebitne pronacije oz. supinacije stopala. Stopalo so preizkušanci postopno premikali naprej oz. nazaj po traku, glede na uspeh iz prejšnje ponovitve, kar je mogoče zaslediti že v raziskavi

Halperina idr. (2014). Preizkušanci so izvedli toliko poskusov, kolikor je bilo potrebnih, da smo dobili čim bolj natančen rezultat. Slednji je predstavljal razdaljo med palcem na nogi in steno. Rezultat smo zaokrožili na 0,5 cm. Za nadzor nad potencialnim dvigom pete smo preizkušancem pred vsakim poskusom pod peto namestili Theraband elastiko. Idejo za ta dodatek k testu smo dobili iz raziskave Halperina idr. (2014). Elastiko smo nato med poskusom vlekli v smeri stran od stene. Na ta način je ob morebitnem dvigu pete napetost v elastiki popustila.

2.5 Statistična analiza podatkov

Statistična analiza podatkov je bila izvedena s pomočjo programa SPSS (SPSS 17.0 za Windows Inc., Chicago, IL, USA).

Za iskanje razlik med metodami ter v posamezni metodi smo uporabili 3 x 5 ANOVO za ponovljene meritve. Pri tem je bila odvisna spremenljivka obseg giba v skočnem sklepu, neodvisni spremenljivki pa metoda (3; 1 – statično raztezanje, 2 – samomasaža s penastim valjem, 3 – kombinacija omenjenih metod) ter čas (5; 1 – pred intervencijo, 2 – po intervenciji ter 3 – 10, 4 – 15 in 5 – 20 minut po intervenciji). F vrednost je bila spoznana kot statistično značilna, če je bila alfa vrednost manjša od 0,05.

Mauchlyjev test sferičnosti in Shapiro-Wilkov test sta bila uporabljena za testiranje predpostavk sferičnosti oz. normalne porazdelitve. V primeru kršitve sferičnosti smo uporabili Greenhouse-Geisserjev popravek (pod dodatnim pogojem, da je bil $\epsilon < 0,75$). Homogenost varianc smo testirali z metodo, imenovano »studentized residuals«.

V primeru, da je 3 x 5 ANOVA za ponovljene meritve pokazala interakcijo med metodo in časom smo testiranje nadaljevali z enosmerno ANOVO.

Za iskanje statistično značilnih razlik med časovnimi intervali v posamezni metodi ter razlik med metodami ob istih časovnih intervalih smo uporabili Bonferronijev post hoc test. Rezultati so bili spoznani kot statistično značilni, če je bila alfa vrednost manjša od 0,05.

Vrednosti smo prikazovali kot povprečje \pm standardni odklon.

3 Rezultati in razprava

3.1 Rezultati

Tabela 3

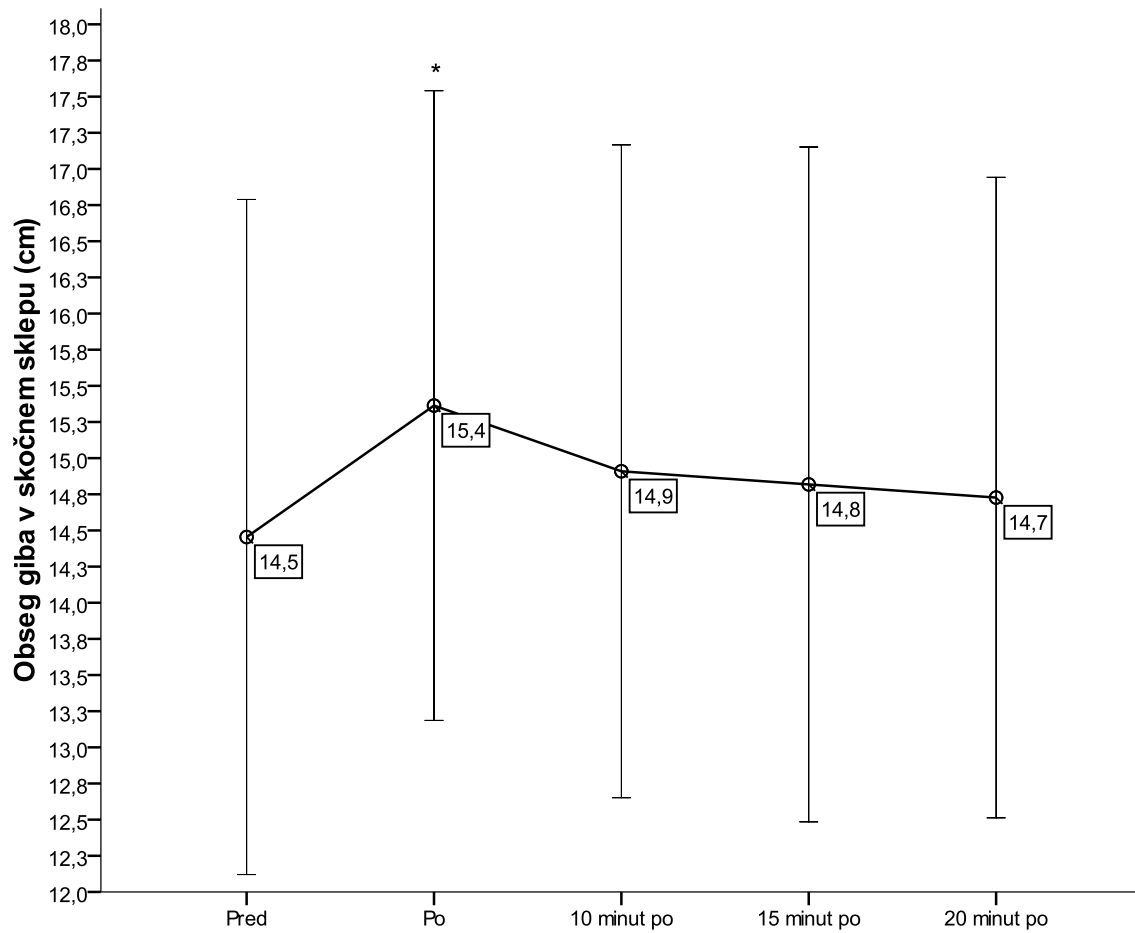
Povprečne vrednosti (s standardnim odklonom) za vse tri metode ob različnih časovnih intervalih.

Metoda	Pred metodo	Po metodi	10 min po metodi	15 min po metodi	20 min po metodi
<i>Statično raztezanje</i>	14,5 cm ± 3,5 cm	15,4 cm ± 3,2 cm	14,9 cm ± 3,4 cm	14,8 cm ± 3,5 cm	14,7 cm ± 3,3 cm
<i>Samomasaža s penastim valjem</i>	14,5 cm ± 3,2 cm	14,9 cm ± 3,4 cm	14,7 cm ± 3,4 cm	14,8 cm ± 3,2 cm	14,9 cm ± 3,1 cm
<i>Samomasaža s penastim valjem + statično raztezanje</i>	14,3 cm ± 3,2 cm	15,6 cm ± 3,2 cm	15,0 cm ± 3,3 cm	14,9 cm ± 3,2 cm	14,7 cm ± 3,0 cm

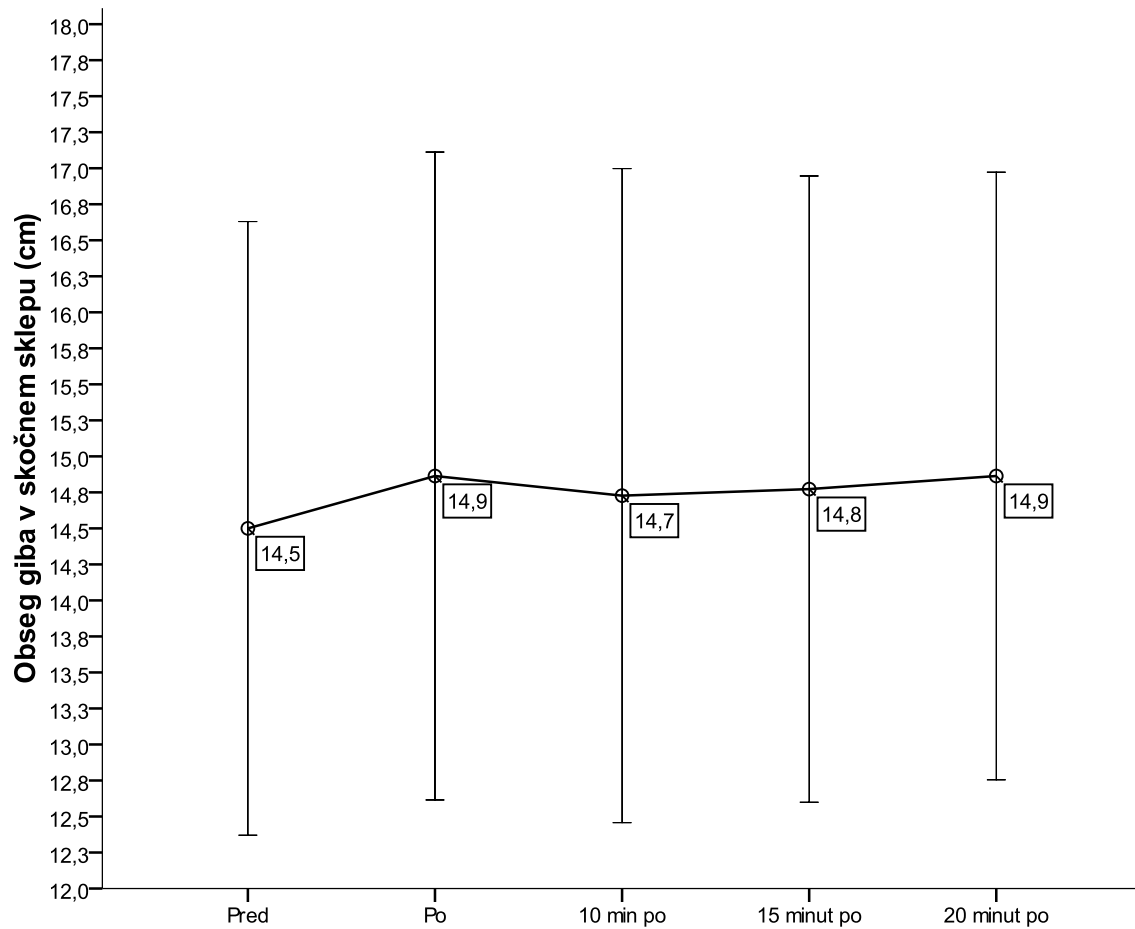
Za iskanje interakcij med posameznimi spremenljivkami smo uporabili ANOVO za ponovljene meritve. Tako sferičnost kot normalna porazdelitev nista bili kršeni, kar so pokazali rezultati Mauchlyjevega testa sferičnosti in Shapiro-Wilkovega testa (pri obeh $p < 0,05$).

ANOVA za ponovljene meritve je pokazala, da obstaja statistično pomembna skupna interakcija metode in časa ($F(8,80) = 2,412$, $P = 0,022$, delni $\eta^2 = 0,194$).

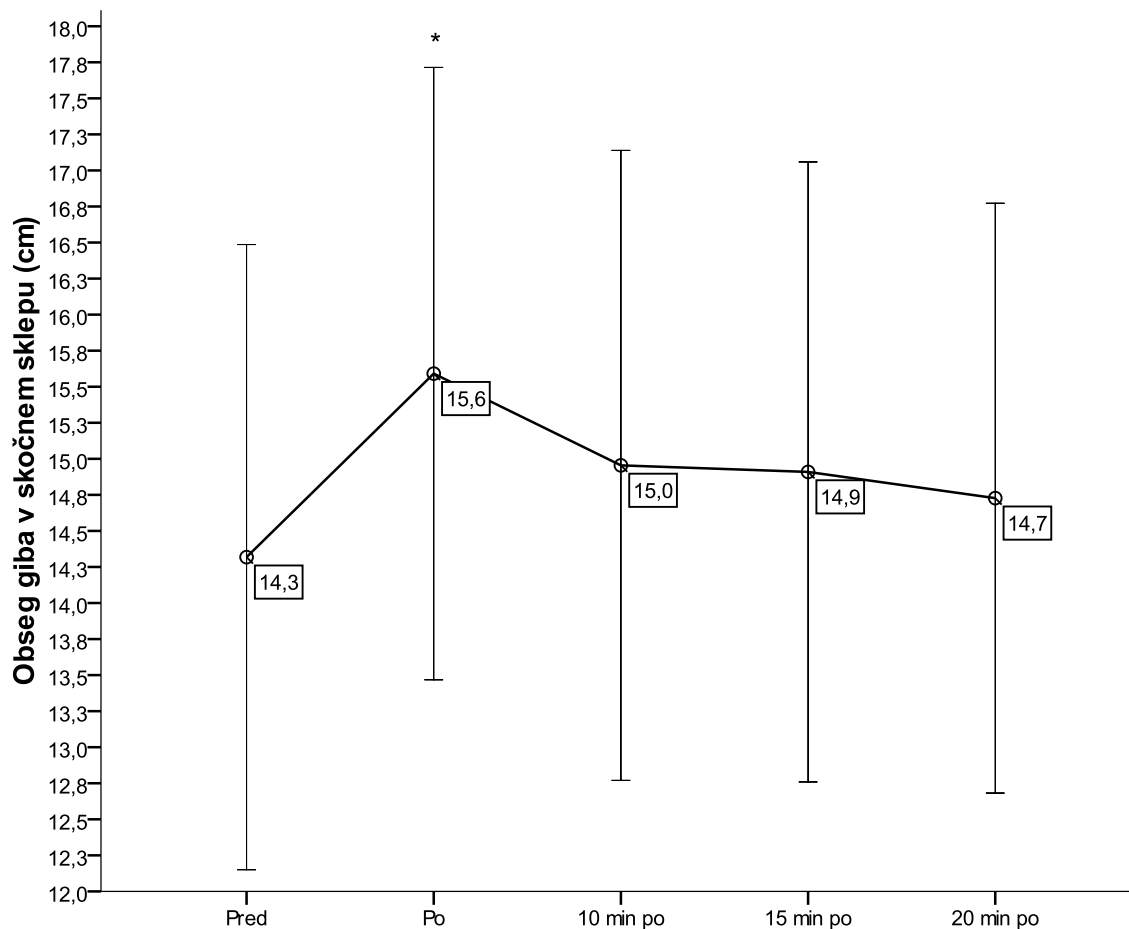
3.1.1 Razlike v posamezni metodi



Slika 13. Spremembe obsega giba v skočnem sklepu po statičnem raztezanju. * = statistično značilno povečanje v primerjavi z začetno vrednostjo.



Slika 14. Spremembe obsega giba v skočnem sklepu po samomasazi s penastim valjem.



Slika 15. Spremembe obsega giba v skočnem sklepu po kombinaciji samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja. * = statistično značilno povečanje v primerjavi z začetno vrednostjo.

Obseg giba v skočnem sklepu je bil statistično značilno povečan po intervenciji s statičnim raztezanjem ($F(4, 40) = 8,852$, $p < 0,0005$, delni $\eta^2 = 0,239$). Bonferronijev post hoc test je pokazal izboljšanje takoj po uporabljeni metodi ($15,4 \text{ cm} \pm 3,2 \text{ cm}$), v primerjavi z obsegom giba pred metodo ($14,5 \text{ cm} \pm 3,5 \text{ cm}$), s povprečno razliko $0,9 \text{ cm}$ (95 % interval zaupanja, $0,3 \text{ cm}$ do $1,5 \text{ cm}$), kar v relativnih merilih znaša $6,2 \%$. Kot je prikazano na Sliki 13 je obseg giba v skočnem sklepu ostal večji kot pred pričetkom statičnega raztezanja pri vseh časovnih intervalih, vendar pri 10 minutah dalje ni več dosegal statistične pomembnosti.

Obseg giba v skočnem sklepu se je izboljšal tudi po intervenciji s penastim valjem ($F(4,40) = 3,149$, $p = 0,024$, delni $\eta^2 = 0,239$), vendar pa Bonferronijev post hoc test ni našel nobene statistično pomembne razlike med posameznimi časovnimi intervali. Tudi sicer že Tabela 3 priča o zgolj minimalnih razlikah.

Obseg giba v skočnem sklepu se je prav tako povečal po kombinaciji samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja ($F(1,731, 17,306) = 9,277$, $p = 0,003$, delni $\eta^2 = 0,481$). Bonferronijev post hoc test je pokazal, da je bil obseg giba statistično značilno povečan takoj po uporabljeni metodi ($15,6 \text{ cm} \pm 3,2 \text{ cm}$) v primerjavi z začetno vrednostjo ($14,3 \text{ cm} \pm 3,2 \text{ cm}$). Kombinacija samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja je v povprečju

prinesla 1,3 cm izboljšanje obsega giba (95 % interval zaupanja, 0,03 cm do 2,5 cm) oz. 9,1 %. Tudi pri uporabi te metode je obseg giba ostal povečan do 20 min po intervenciji (Slika 15), vendar od 10. minute dalje ni več dosegal statistične pomembnosti.

3.1.2 Razlike med metodami

Enosmerna ANOVA je zaznala razliko med metodami. Post hoc testiranje je pokazalo, da je bila takoj po intervenciji le kombinacija samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja učinkovitejša kot zgolj samomasaža ($p = 0,04$), v povprečju za 0,7 cm (95% interval zaupanja od 0,3 cm do 1,2 cm).

Ob pogledu na Tabelo 1 lahko opazimo trend večje učinkovitosti statičnega raztezanja v primerjavi s samomasažo s penastim valjem, medtem ko so bile razlike med statičnim raztezanjem in kombinacijo metod manjše.

Pri ostalih časovnih intervalih (pred intervencijo ter 10, 15 oz. 20 minut po intervenciji) ni bilo statistično značilnih razlik med metodami.

3.2 Razprava

Glavne ugotovitve opravljene raziskave so, da se je obseg giba v skočnem sklepu izboljšal po statičnem raztezanju in kombinaciji samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja. Statično raztezanje je povzročilo 6,2odstotno izboljšanje v obsegu giba, kombinacija metod pa 9,1odstotno izboljšanje, pri obeh takoj po opravljeni intervenciji. Med metodami smo opazili samo statistično pomembno razliko med samomasažo s penastim valjem v primerjavi s kombinacijo samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja. Pri tem je bila slednja metoda učinkovitejša pri izboljšanju obsega giba v skočnem sklepu.

Izboljšanje obsega giba v skočnem sklepu po intervenciji s statičnim raztezanjem je v skladu z že opravljenimi raziskavami vpliva statičnega raztezanja na akutno izboljšanje obsega giba v skočnem sklepu (Halperin, idr., 2014; Ryan idr., 2008; McNair in Stanley, 1996; Draper, Anderson, Schulthies in Ricard, 1998; Wessling, DeVane in Hylton, 1987).

Izboljšanje v obsegu giba v skočnem sklepu po intervenciji statičnega raztezanja je zelo podobno rezultatom Halperina idr. (2014) (5% oz. 5,4% izboljšanje v primerjavi s 6,2% izboljšanjem pri nas). Tudi tam so preizkušanci opravljali 3 serije po 30 sekund statičnega raztezanja, vendar so imeli krajši odmor med posameznimi serijami (10 sekund v primerjavi s 15 sekundami pri nas), kar pa očitno ni vplivalo na rezultat. Halperin idr. (2014) so prav tako opazili, da je izboljšanje obsega giba trajalo 10 minut (vendar tako kot pri nas, tudi pri

njih ni doseglo statistične pomembnosti). V naši raziskavi pa smo celo opazili statistično neznačilno povečanje obsega giba v skočnem sklepu tudi 20 min po statičnem raztezanju (čeprav zgolj minimalno – v povprečju za 0,3 cm).

Nasprotno so ugotovili Ryan idr. (2008), saj se je obseg giba v skočnem sklepu vrnil v prvotno stanje po 10 minutah statičnega raztezanja. Statistično neznačilno je sicer ostal povišan tudi do 30 minut po raztezanju, vendar zgolj pri raztezanju, dolgem 4 oz. 8 minut. Naši rezultati torej potrjujejo rezultate Halperina idr. (2008), ki kažejo, da lahko obseg giba v skočnem sklepu ostane povišan tudi 10 minut po minuti in pol statičnega raztezanja pri določenih ljudeh.

Ostale raziskave so pokazale večje povečanje obsega giba v skočnem sklepu v primerjavi z našimi rezultati. Ryan idr. (2008) so prikazali 8-, 14- oz. 13-odstotno izboljšanje po dveh, štirih oz. osmih minutah statičnega raztezanja. Tudi McNair in Stanley (1996) sta po 3 serijah 30-sekundnega statičnega raztezanja (s 30–sekundnimi odmori) izboljšala obseg giba za 8 %. Draper idr. (1998) so pokazali v povprečju 3,2–10 % izboljšanje obsega giba. Wessling idr. (1987) pa so prikazali kar 27% izboljšanje obsega giba.

Razlike med rezultati raziskav je mogoče upravičiti z različnim tipom raztezanja, trajanja ter intenzivnosti raztezanja in/ali merilnim postopkom, kot so omenili že Halperin idr. (2014). Raztezanje v drugih raziskavah je potekalo s pomočjo izokinetičnega dinamometra (Ryan idr., 2008) ter z obremenitvijo 51 funtov, ki je pomagala pri raztegu (Wessling idr., 1987). McNair in Stanley (1996) sta uporabljala razteg s pokrčenim kolenom, ki primarno razteguje mišico soleus, v primerjavi z našim raztezanjem z iztegnjenim kolenom, ki primarno razteguje mišico gastrocnemius. Draper idr. (1998) pa so uporabili oba načina raztezanja (tako z iztegnjenim kot pokrčenim kolenom za 15 stopinj) izmenično.

Trajanje raztezanja je bilo različno. Ryan idr. (2008) so uporabili 30 sekund raztezanja z 20–sekundnimi odmori, vendar je skupaj raztezanje trajalo dve, štiri oz. osem minut (v primerjavi s skupno 1 minuto in pol pri nas). McNair in Stanley (1996) sta uporabila 5 serij 30 sekund raztezanja s 30-sekundno pavzo (2,5 minute skupnega raztezanja). Draper idr. (1998) so uporabljali izmenično raztezanje gastrocnemiusa in soleusa, oboje po 20 sekund z 10 sekund odmora, kar so preizkušanci ponavljali v obdobju štirih minut. Wessling idr. (1987) pa so mečne mišice konstantno raztezali kar 7 minut. Kot smo omenili že v uvodu, sta Robertson in Wilson (1999) opozorila na pomen celotne količine raztezanja pri vplivu na izboljšanje obsega giba v sklepu.

Tudi intenzivnost raztezanja je bila različno definirana. Najpogosteje je bila definirana kot pri nas, tj. do nelagodja, vendar ne bolečine (Ryan idr., 2008; McNair in Stanley, 1996; Draper idr., 1998). Na drugi strani Wessling idr. (1987) niso definirali lastne zaznave intenzivnosti raztega, pač pa je bila tam določena z obremenitvijo 51 funtov¹⁷. Halperin idr. (2014) so določili intenzivnost s sedmo stopnjo na bolečinski lestvici od 1 do 10. Njihovo manjše

¹⁷ 23 kg

izboljšanje obsega giba v skočnem sklepu v primerjavi z nami bi lahko tako pojasnili z nižjo intenzivnostjo raztega (pri nas do največjega občutka nelagodja).

Merilni postopki so se med raziskavami precej razlikovali. Halperin idr. (2014) so tako kot mi, izvedli meritve obsega giba v skočnem sklepu s pomočjo izpadnega koraka s prenosom teže. Tudi Draper idr. (1998) so meritve izvedli podobno, vendar je bilo pri njih koleno iztegnjeno, merili pa so s pomočjo kotomera. McNair in Stanley (1996) sta v nasprotju z nami merila pasivni (mi aktivni) obseg giba v skočnem sklepu. Meritve sta opravljala s pomočjo škripca in dodajanja uteži, ki so pasivno spravile skočni sklep v končni položaj. Pri tem sta spremljala EMG aktivnost tako prednjih kot zadnjih mečnih mišic in zapisala rezultat pred morebitno mišično aktivnostjo. Stopinje je v njihovih meritvah meril električni goniometer. Ryan idr. (2008) so merili pasivni obseg giba v skočnem sklepu s pomočjo izokinetičnega dinamometra, ki je spravljal skočni sklep do praga maksimalnega navora. Wessling idr. (1987) so uporabljali goniometer. Preizkušanci so v leži prsno na merilni mizi skušali aktivno upogniti skočni sklep do svojih največjih zmožnosti. Šlo je za testiranje obsega giba v odprti verigi, brez prenosa težišča. Bennell idr. (1998) pa ravno trdijo, da na tak način dosegamo manjše napore na skočni sklep v primerjavi z meritvami prenosa težišča ter so tako rezultati slednjega boljši odraz funkcionalnega obsega giba. Wesslinga idr. (1987) bi lahko potencialno z uporabo načina prenosa težišča dosegli celo boljše rezultate. Vendar je velika verjetnost, da je veliko izboljšanje obsega giba v skočnem sklepu v njihovi raziskavi posledica 7-minutnega raztezanja.

Večina omenjenih raziskav je uporabljala mlade preizkušance, tako moške kot ženske, med 20. in 25. letom starosti, ki so bili rekreacijsko aktivni (Halperin idr. 2014; Ryan idr., 2008; McNair in Stanley, 1996; Draper idr., 1998). Wessling idr. (1987) so meritve izvajali samo na ženski populaciji. Mi smo uporabili še mlajše preizkušance (povprečna starost $15,3 \pm 1,0$ let), kot raziskovalci pred nami. Zato je primerjave s to raziskavo potrebno delati s previdnostjo. Prav tako nobeden izmed zgoraj omenjenih avtorjev ni izvajal meritev na treniranih preizkušancih, ki bi redno izvajali program raztezanja (kot je bilo to pri nas). Gre za podatke, ki jih je pomembno upoštevati pri interpretaciji primerjave med omenjenimi raziskavami.

Zaradi številnih razlik med posameznimi raziskavami je tako nemogoče natančno pojasniti vzroke in mehanizme, ki so pripeljale do variabilnosti v rezultatih. Še najbolj podoben način so uporabili Halperin idr. (2014), zato so tudi naši rezultati najbolj skladni z njihovimi.

Naši rezultati vpliva samomasaže s penastim valjem na obseg giba v skočnem sklepu pa niso v skladu z večino do sedaj opravljenih raziskav, ki so preverjale učinke sprostitve mišične fascije s penastim valjem (MacDonald idr., 2013; Mohr, 2011) in ročnim masažnim valjem (Sullivan, idr., 2013; Halperin idr., 2014).

Edina raziskava, ki je preverjala učinke lastne sprostitve mišične fascije na obseg giba v skočnem sklepu, je delo Halperina idr. (2014). Ugotovili so 3,6 % povečanje obsega giba 1 minuto po intervenciji z ročnim masažnim valjem in 4,4 % povečanje 10 minut po

intervenciji. Pri tem niso podali točnih števil povprečij pred in po intervenciji s pripadajočimi standardnimi odkloni, pač pa so povečanje prikazali zgolj v obliki grafa. Po podatkih D. G. Behma (osebna komunikacija, 31. maj 2014) je bilo izboljšanje 0,46 cm 1 minuto po intervenciji (v primerjavi z začetno vrednostjo po ogrevanju) oz. 0,39 cm (v primerjavi z začetno vrednostjo 10 minut po ogrevanju). Pogled na naše podatke razkrije, da se je obseg giba v skočnem sklepu, kljub pomanjkanju statistično značilnih interakcij med posameznimi časovnimi intervali, povečal v povprečju za 0,4 cm (95% interval zaupanja, od 0,1 cm do 0,8 cm). Ta razlika v relativnih merilih znaša 2,8 %. To nam pove, da rezultati niti niso tako različni, kot bi si mislili ob prvem pogledu na relativne spremembe. Dodati je potrebno še, da smo tako pri nas kot pri Halperinu idr. (2014) opazili veliko stopnjo variabilnosti med posameznimi preizkušanci (kar je razvidno iz okvirja z ročaji na grafu v raziskavi Halperina idr. (2014)). Halperin idr. (2014) so uporabili tudi večje število merjencev (skupaj 14) kot mi (skupaj 11). To jim je morda omogočilo tudi dovolj veliko statistično moč, da so bili rezultati statistično pomembni. Zanimivo je bilo, da so pri Halperinu idr. (2014) opazili večjo razliko v obsegu giba v skočnem sklepu 10 minut po intervenciji z ročnim masažnim valjem v primerjavi z 1 minuto po intervenciji. Halperin idr. (2014) so za razliko od nas opravljali tudi ogrevanje, ki je bilo sestavljeno iz desetih enonožnih dvigov pete med stanjem na stopnici. Po opravljenem ogrevanju so izvedli prve meritve obsega giba, nato pa po desetih minutah še ene, ki naj bi služile kot kontrola. Kljub temu da ni bilo statistično značilnih razlik med obema meritvama po ogrevanju, pa bi lahko povečan obseg giba v skočnem sklepu pripisali tudi kumulativnemu učinku ogrevanja in samomasaže. Wiktorsson-Möller idr. (1983) so pokazali, da je kombinacija ogrevanja na kolesu in masaže prinesla večje izboljšanje obsega giba v gležnju (14% izboljšanje ob iztegnjenem kolenu in 15% izboljšanjem ob pokrčenem kolenu) kot zgolj masaža (10% oz. 12% izboljšanje). Na koncu je potrebno opozoriti, da je potrebno obe raziskavi primerjati s previdnostjo. Šlo je namreč za uporabo drugega orodja, saj so Halperin idr. (2014) uporabljali zgolj ročni masažni valj. Slednji vsekakor ne omogoča enako velikih pritiskov kot aplikacija lastne telesne teže na penasti valj. Rezultati Halperina idr. (2014) bi tako lahko bili potencialno še večji.

Naši rezultati prav tako niso skladni z rezultati raziskave vpliva masaže na gibljivost skočnega sklepa (McKechnie idr., 2007; Wiktorsson-Möller idr., 1983). Vendar je bila pri McKechnie idr. (2007) masaža aplicirana skupaj 3 minute na posamezno nogo, neodvisno od tehnike, pri Wiktorsson-Möller idr. (1983) pa 6–15 minut (pri nas celotno trajanje samomasaže zgolj minuto in pol). Prav tako so v raziskavi McKechnieja idr. (2007) merili pasivni obseg giba v skočnem sklepu s pomočjo naprave, medtem ko smo mi izvajali meritve aktivnega obsega giba s prenosom težišča.

MacDonald idr. (2013) ter Mohr (2011) so samomasažo s penastim valjem aplicirali na sprednje oz. zadnje stegenske mišice. Tehnika samomasaže s penastim valjem na teh dveh mišičnih skupinah omogoča večje pritiske na mehko tkivo kot pri aplikaciji penastega valja na mišice goleni. Prav tako so imeli preizkušanci v omenjenih dveh raziskavah v povprečju večjo telesno težo kot pri nas. Ta je bila $73,4 \text{ kg} \pm 13,4 \text{ kg}$ v raziskavi Mohra (2011) ter kar

86,3 kg \pm 7,4 kg v primerjavi s precej manjšo povprečno telesno maso pri naših preizkušancih (64,5 kg \pm 10,3 kg, Tabela 2). Že samo povečan pritisk bi tako lahko pojasnil precej večje izboljšanje obsega giba v sklepu v omenjenih raziskavah (12,7-odstotno oz. 10,3-odstotno povečanje pri MacDonald idr. (2013) ter 5,6-odstotno povečanju pri Mohru (2011)). MacDonald idr. (2013) so pred pričetkom samomasaže opravili tudi 5-minutno splošno ogrevanje na kolesu. Obe raziskavi sta tudi opravljali meritve pasivnega obsega giba v sklepu, kar je nasprotno od nas, saj smo mi merili aktivni obseg giba. Pomembna razlika med omenjenima raziskavama in našo je tudi v trajanju aplikacije samomasaže s penastim valjem. Ta je trajala skupno 2 minuti (MacDonald idr., 2013) oz. 3 minute (Mohr, 2011), medtem ko smo pri nas izvajali samomasažo zgolj eno minuto in pol. Naši rezultati torej nakazujejo, da je minuta in pol samomasaže morda nezadostna za povečanje obsega giba v skočnem sklepu.

Vendar pa Sullivan idr. (2013) trdijo drugače, saj je bilo že 5 sekund masaže z ročnim masažnim valjem dovolj za povečanje obsega giba v skočnem sklepu. Vendar pa je šlo v tej raziskavi za masažo s konstantnim pritiskom 13 kg, kar je omogočala posebej za to narejena naprava. To pomanjkljivost so omenili že avtorji v razpravi članka. Zavedati se je potrebno, da v praktičnih pogojih pritisk verjetno ni konstanten. Tehnika samomasaže s penastim valjem namreč zahteva od posameznika spreminjanje pozicije svojega telesa, s čimer je valjanje sploh mogoče, s tem pa se spreminja tudi stopnja pritiska na penasti valj.

V bodočih raziskavah bi bilo primerno narediti primerjavo med različnim trajanjem samomasaže s penastim valjem, ki bi potencialno lahko razkrile minimalno učinkovito trajanje za izboljšanje obsega giba v sklepu.

Naše rezultate samomasaže s penastim valjem pa lahko razložimo še drugače. Vsi preizkušanci so imeli minimalno 6 mesecev izkušenj z uporabo penastega valja. Raziskave, ki bi preverjale učinke samomasaže s penastim valjem na obseg giba v sklepu pri izkušenih merjencih, do sedaj še ni bilo narejene. Prav tako dotični merjenci v naši raziskavi običajno izvajajo samomasažo na drugačnem penastem valju kot tem, ki smo ga uporabili v raziskavi. Uporabljali smo masažni valj, sestavljen iz polivinil klorida, s tanko oblazinjeno plastjo. Preizkušanci pa redno uporabljajo penasti valj, ki je prazne oblike, a zgolj iz polivinil klorida (brez dodatne oblazinjenosti). Takšen valj je neprimerno trši kot tisti, ki je bil uporabljen v raziskavi. Njihova toleranca na pritiske je bila torej zelo visoka. Možno je, da je penasti valj, uporabljen v raziskavi, onemogočal doseganje pritiska, ki bi posameznikom izzvale zmanjšano toleranco na razteg, saj je bila njihova toleranca na pritiske penastega valja relativno visoka. Kot smo omenili že v uvodu, je povečana toleranca na razteg mišice eden izmed predlaganih mehanizmov za povečanje obsega giba v sklepu po masaži (McKenchnie idr., 2007; Huang idr., 2010).

Prav tako nismo kontrolirali stopnjo aktivnosti pri preizkušancih. Ti imajo načeloma 16 ur plavalnega treninga in 3 ure suhe vadbe tedensko. Na dan meritev so tako lahko že zjutraj opravili prvi plavalni trening v dnevno, kar bi lahko vplivalo na obseg giba v skočnem sklepu

tisti dan. Tudi vadba za moč (suhi trening), izvedena dan ali dva prej, je lahko povzročila zakasnjeno mišično bolečino (kar so nekateri preizkušanci tudi sporočili na meritvah), ki vključuje simptome zmanjšanja obsega giba v sklepu, gibljivosti in mobilnosti (Cheung, Hume in Maxwell, 2003). Tako je bila, zaradi prilagajanja meritev prostem času preizkušancev, variabilnost v stopnji aktivnosti preizkušancev na dan meritev velika.

Kombinacija samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja je prinesla 1,27 cm oz. 9,1 odstotno izboljšanje obsega giba v skočnem sklepu, kar je v skladu z do sedaj opravljenimi raziskavami (Mohr, 2011; Roylance idr., 2013). Mohr (2011) je sicer pokazal 11,5 odstotno izboljšanje (oz. 8,97 cm), vendar je šlo za meritve obsega giba v kolčnem sklepu. Zaradi večje naravne gibljivosti kolčnega sklepa bi bile lahko spremembe v gibljivosti po intervenciji tudi večje. Prav tako je šlo za meritve pasivnega, in ne aktivnega giba kot pri nas, kar je lahko razlog za boljše rezultate. V raziskavi Mohra (2011) je intervencija trajala skupaj tudi 6 minut (3 skupne minute samomasaže s penastim valjem in 3 skupne minute statičnega raztezanja), kar je še enkrat več kot pri nas. Roylance idr. (2013) so pokazali še posebej veliko izboljšanje gibljivosti, saj se je test predklona sede po kombinaciji samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja izboljšal za 18,7 % (oz. 12,5 % pri obratnem zaporedju metod). Vendar pa se je potrebno zavedati dejstva, da je tako protokol raztezanja kot samomasaže trajal skupaj 10 minut in da je vključeval več mišičnih skupin, ki bi lahko vplivale na rezultate testa (mišice ledvenega dela hrbta, mišice zadnje lože, mečne mišice, mišice zadnjice). Primerjavo njihove raziskave z našo je potrebno delati s previdnostjo, saj v raziskavi Roylancea idr. (2013) ni natančno specificirana dolžina samomasaže in statičnega raztezanja posameznih mišičnih skupin. Naši rezultati bi bili morda še boljši, če bi vključili tudi dodatna mesta pri samomasaži s penastim valjem (medialni, lateralni in sprednji del goleni) ter statičnega raztezanja (dodatno raztezanje mišice soleus oz. raztezanje s pokrčenim kolenom). Prav tako so Roylance idr. (2013) v svojo raziskavo vključili zgolj preizkušance s podpovprečno gibljivostjo zadnje lože. Slednjim je morda lahko intervencija prinesla večje učinke, kot bi preizkušancem z normalno gibljivostjo.

Mohr (2011) je še pokazal, da je bila kombinacija metod bolj učinkovita kot posamezni metodi, izvedeni ločeno. To je v nasprotju z našo raziskavo, ki je pokazala zgolj statistično značilno razliko med kombinacijo metod in samomasažo s penastim valjem. Morebitne vzroke za to smo iskali že pri razpravi rezultatov o samomasaži s penastim valjem.

Naši rezultati nakazujejo, da lahko kombinacija samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja enako učinkovito izboljša obseg giba kot zgolj statično raztezanje brez predhodnega ogrevanja.

3. 2. 1 Preverjanje hipotez

Na podlagi rezultatov lahko v celoti sprejmemo H_{01} , H_{03} , H_{010} , H_{011} , H_{012} in H_{013} ; H_{04} pa samo delno. Preostale hipoteze (H_{02} , H_{05} , H_{06} , H_{07} , H_{08} in H_{09}) pa moramo zavrniti, saj rezultati niso pokazali statistično značilnih sprememb.

H_{01} : Kombinacija samomasaže in statičnega raztezanja bo izboljšala aktivni obseg giba v skočnem sklepu.

Hipotezo lahko sprejmemo, saj se je obseg giba v skočnem sklepu statistično pomembno povečal takoj po opravljeni metodi.

H_{02} : Samomasaža s penastim valjem bo izboljšala aktivni obseg giba v skočnem sklepu.

Hipotezo lahko zavrnemo, saj post hoc testiranje ni našlo nobene statistično pomembne interakcije med posameznimi časovnimi intervali.

H_{03} : Statično raztezanje bo izboljšalo aktivni obseg giba v skočnem sklepu.

Hipotezo lahko sprejmemo, saj se je obseg giba v skočnem sklepu statistično pomembno povečal takoj po opravljenem statičnem raztezanju.

H_{04} : Kombinacija samomasaže in statičnega raztezanja bo povzročila večje povečanje obsega giba v skočnem sklepu v primerjavi z zgolj statičnim raztezanjem ali samomasažo z masažnim valjem.

Hipotezo lahko sprejmemo samo delno, saj je bila kombinacija metod statistično pomembno učinkovitejša le od samomasaže s penastim valjem pri izboljšanju obsega giba v skočnem sklepu.

H_{05} : Obseg giba v skočnem sklepu bo ostal povišan tudi 10 minut po intervenciji s penastim valjem in statičnim raztezanjem.

Hipotezo zavrnemo, saj rezultati niso dosegli statistične pomembnosti.

H_{06} : Obseg giba v skočnem sklepu bo ostal povišan tudi 10 minut po intervenciji s penastim valjem.

Hipotezo zavrnemo, saj rezultati niso dosegli statistične pomembnosti.

H_{07} : Obseg giba v skočnem sklepu bo ostal povišan tudi 10 minut po intervenciji s statičnim raztezanjem.

Hipotezo zavrnemo, saj rezultati niso dosegli statistične pomembnosti.

H_{08} : Obseg giba v skočnem sklepu bo ostal povišan tudi 15 minut po intervenciji s penastim valjem in statičnim raztezanjem.

Hipotezo zavrnemo, saj rezultati niso dosegli statistične pomembnosti.

H₀9: Obseg giba v skočnem sklepu bo ostal povišan tudi 15 minut po intervenciji s penastim valjem.

Hipotezo zavrnamo, saj rezultati niso dosegli statistične pomembnosti.

H₀10: Obseg giba v skočnem sklepu ne bo ostal povišan 15 minut po intervenciji s statičnim raztezanjem.

Hipotezo sprejmemo, saj povečanje obsega giba v skočnem sklepu ni doseglo statistične pomembnosti 15 minut po intervenciji s statičnim raztezanjem.

H₀11: Obseg giba v skočnem sklepu ne bo ostal povišan 20 minut po intervenciji s penastim valjem in statičnim raztezanjem.

Hipotezo sprejmemo, saj povečanje obsega giba v skočnem sklepu ni doseglo statistične pomembnosti 20 minut po intervenciji s penastim valjem in statičnim raztezanjem.

H₀12: Obseg giba v skočnem sklepu ne bo ostal povišan 20 minut po intervenciji s penastim valjem.

Hipotezo sprejmemo, saj povečanje obsega giba v skočnem sklepu ni doseglo statistične pomembnosti 20 minut po intervenciji s penastim valjem.

H₀13: Obseg giba v skočnem sklepu ne bo ostal povišan 20 minut po intervenciji s statičnim raztezanjem.

Hipotezo sprejmemo, saj povečanje obsega giba v skočnem sklepu ni doseglo statistične pomembnosti 20 minut po intervenciji s statičnim raztezanjem.

3. 2. 2 Pomanjkljivosti raziskave

Kot vsaka raziskava pa ima tudi naša nekaj pomanjkljivosti. Uporabo mehkejšega penastega valja, kot so ga preizkušanci vajeni, smo omenili že zgoraj. Prav tako smo omenili, da je bila tehnika statičnega raztezanja izvedena z iztegnjenim kolonom, kar primarno razteza mišico gastrocnemius. Same meritve obsega giba pa so bile kasneje izvedene s približevanjem kolena k steni, pri čemer je bilo koleno pokrčeno, kar pomeni, da ima tam mišica soleus večjo vlogo pri obsegu giba v skočnem sklepu.

Prav tako nismo omejili števila poskusov pri pridobivanju rezultatov obsega giba v skočnem sklepu. Tako je lahko prišlo do velike variabilnosti med številom poskusov pri preizkušancih. Tisti, ki so jih izvedli več, bi tako lahko dosegli večjo toleranco na razteg in s tem izboljšali svoj rezultat. Že Atha in Wheathley (1976) sta pokazala, da meritve mobilnosti sklepa lahko povečajo samo mobilnost sklepa brez dodatne intervencije.

Preizkušanci so tudi vedeli za svoj rezultat, kar je lahko izzvalo večji trud za povečanje rezultata, s čimer so bili lahko doseženi obsegi giba v sklepu večji kot v resnici. Pri meritvah

prav tako nismo kontrolirali morebitne pronacije in/ali supinacije stopala, kar lahko vpliva na boljši oz. slabši rezultat meritev.

Sama intervencija s penastim valjem je bila morda tudi prekratka. Pri ročni sprostitvi mišične fascije se namreč uporablja konstanten pritisk, dolg od 90 do 120 sekund, saj naj bi ta čas zadostoval za potrebne adaptacije (Barnes, 1997). Že res, da je bil skupen čas samomasaže s penastim valjem dolg 90 sekund, vendar smo to izvedli v treh serijah, s 15–sekundnimi odmori, s čimer pritisk ni bil konstanten. Vendar smo želeli meritve izvesti v kar se da praktičnih pogojih. Tisti, ki uporabljajo samomasažo s penastim valjem, svoje gibanje večkrat prekinejo, da si malenkost odpočijejo roke, ki omogočajo valjanje po tem pripomočku. Prav tako smo želeli čas raztezanja in samomasaže izenačiti, s čimer smo zmanjšali variabilnost med posameznimi metodami.

Pred pričetkom nobene intervencije tudi nismo izvajali aktivnosti za povečanje telesne temperature. Jeffrey (2008) svetuje, da naj bi se vsaka seansa raztezanja pričela po splošnem ogrevanju z namenom dviga telesne temperature. Ta nasvet so nedvomno upoštevali Halperin idr. (2014). Zakas, Grammatikopoulou, Zakas, Zahariadis in Vamvakoudis (2006) so pokazali, da lahko že zgolj ogrevanje (20 minut teka) izboljša obseg giba v skočnem sklepu, medtem ko takšnega izboljšanja niso opazili pri drugih sklepih (kolčni sklep, koleno). Tudi Wiktorsson-Möller idr. (1983) so zgolj z ogrevanjem uspeli povečati obseg giba v skočnem sklepu. Efekt so pripisali seriji krčenj in sprostitvev mišic zadnje strani goleni, ki se zgodi pri kolesarjenju na ergometru. Vendar v raziskavi Zakasa idr. (2006) statično raztezanje skupaj z ogrevanjem ni prineslo statistično značilnih razlik v obsegu giba v skočnem sklepu v primerjavi z zgolj statičnim raztezanjem (18% oz. 16% izboljšanje). To potrjujejo tudi rezultati Knightove, Rutledgeve, Coxa, Acoste in Hallove (2011), saj tudi ti niso našli nobenih razlik med samim raztezanjem ali kombinacijo statičnega raztezanja in splošnega ogrevanja (dvigi pete) oz. aplikacijo toplote na mišico oz. ultrazvoka. Nasprotno sta pokazala McNair in Stanley (1996), saj ima po njunem ogrevanje lahko vpliv na zmanjšanje togosti mišice, prav tako pa je bila kombinacija teka in statičnega raztezanja bolj učinkovita kot zgolj statično raztezanje pri izboljšanju obsega giba v sklepu (13 % v primerjavi z 8 %). Vendar so bile tudi v tej raziskavi razlike statistično neznačilne. Kot smo omenili že zgoraj, pa ima ogrevanje večji vpliv, če je opravljen pred masažo, saj so Wiktorsson-Möller idr. (1983) s kombinacijo masaže in statičnega raztezanja dosegli večje izboljšanje obsega giba v skočnem sklepu (14 % oz. 15 %) v primerjavi z masažo brez predhodnega ogrevanja (10 % oz. 12 %).

Naš namen je bil tudi preizkusiti protokol, kot ga izvajajo ljudje v praksi, tj. samomasaža s penastim valjem ali v kombinaciji s statičnim raztezanjem pred samim pričetkom vadbe (Robertson, 2008; Boyle, 2010), zato nismo vključili aktivnosti za povečanje telesne temperature pred intervencijo.

Zadnja pomembna pomanjkljivost je verjetno še majhen vzorec, saj smo imeli le 11 preizkušancev. To smo sicer do neke mere rešili s ponovljenimi meritvami, vendar bi verjetno večji vzorec dal bolj realne rezultate.

4 Sklep

Z množičnim pojavom uporabe penastega valja kot samomasažnega pripomočka v fitnes centrih in fizioterapevtskih ordinacijah se je povečala tudi potreba po raziskanju njegovih učinkov. Gre za znanstveno precej nerazvito področje, ki se je začelo razvijati šele v zadnjih nekaj letih.

Avtorji do sedaj opravljenih raziskav s področja penastega valja večkrat vlečejo vzporednice z ročnimi tehnikami sprostitve mišične ovojnice. Vendar gre tudi tam za področje, kjer mehanizmi (kljub daljšemu obdobju raziskovanja) niso popolnoma jasni. Raziskovalci so si nejasni, ali gre za spremembe na mišici ali fasciji. Literatura s področja penastega valja predvideva, da so učinki samomasaže s tem orodjem na povečanje obsega giba v sklepu lahko posledica histoloških sprememb v mišični obojnici ali tiksotropičnih lastnosti fascije. Vpogled v literaturo s področja masaže razkriva, da gre morda za povečano toleranco na razteg, zmanjšanje mišične togosti, zmanjšan donos aferentnih signalov in zmanjšano aktivacijo motoričnih nevronov ter zmanjšano vzdraženost živčnega sistema, ki morda izvira iz kožnih in mišičnih mehanoreceptorjev.

Anekdotični dokazi pričajo o primernosti uporabe kombinacije samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja na izboljšanje obsega giba v sklepu. Čeprav so te parametre že preverjali nekateri raziskovalci, pa še nihče od njih ni preverjal učinkov kombinacije omenjenih metod na spremembo aktivnega obsega giba v skočnem sklepu. Prav tako še nihče do sedaj ni uporabil vzorca ljudi z izkušnjami s penastim valjem, kot samomasažnim orodjem. V literaturi se pojavlja tudi nestrinjanje glede trajanja učinka statičnega raztezanja. Prav tako še nihče ni preverjal učinkov samomasaže s penastim valjem več kot deset minut po intervenciji.

Naš namen je bil primerjati statično raztezanje, samomasažo s penastim valjem in kombinacijo obeh metod. Predvidevali smo, da bo kombinacija metod uspešnejša pri izboljšanju obsega giba v skočnem sklepu. Dodatno je bil naš namen ugotoviti, koliko časa trajajo akutne spremembe v obsegu giba po intervenciji treh različnih metod oz., če so le – ti daljši od desetih minut.

Rezultati so pokazali, da statično raztezanje ter kombinacija samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja lahko izboljšata obseg giba v skočnem sklepu takoj po opravljeni metodi. Na drugi strani pri samomasaži s penastim valjem nismo našli statistično značilnih razlik med posameznimi časovnimi intervali. Tako pri statičnem raztezanju kot kombinaciji samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja je obseg giba v skočnem sklepu ostal povišan 20 minut po intervenciji, vendar se obseg giba 10 minut po intervenciji ni več statistično razlikoval. Med metodami smo opazili statistično značilne razlike samo med kombinacijo samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja ter zgolj samomasažo s penastim valjem.

Naši rezultati, vpliva statičnega raztezanja ter kombinacije samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja, na spremembe aktivnega obsega giba v sklepu takoj po intervenciji, so bili skladni z obstoječo literaturo.

Na drugi strani pa so bili rezultati obsega giba v skočnem sklepu po intervenciji s penastim valjem nasprotni od obstoječe literature. Možnost za to smo pripisali manjšemu vzorcu, pomanjkanju aktivnosti za povečanje telesne temperature pred intervencijo, prekратkem času intervencije, manjšim pritiskom zaradi drugačne tehnike samomasaže s penastim valjem na mišicah zadnje strani goleni, izkušnostjo preizkušancev, prilagojenostjo preizkušancev na trši penasti valj in variabilnost v aktivnosti preizkušancev na dan meritev.

Prav tako se primerjave med metodami niso skladale z literaturo, predvidevali pa smo, da so razlogi za to podobni tistim, povezanim s samomasažo s penastim valjem.

Na podlagi naših ugotovitev bi v praksi lahko penasti valj morda služil kot ogrevanje za kasnejšo intenzivno vadbo gibljivosti. Že Mohr (2011) je v svoji razpravi špekuliral, da lahko samomasaža pred statičnim raztezanjem poveča mišično temperaturo in povečan dotok krvi v mišice in s tem vpliva na visko-elastične lastnosti mišice. Uporaba samomasaže s penastim valjem kot sredstvom za povečanje telesne temperature ima aplikacijo predvsem v rehabilitaciji, kjer morda poškodovani ljudje ne morejo izvajati običajnega gibanja za povečanje telesne temperature (npr. tek, kolo), vendar lahko izvajajo zgolj samomasažo s penastim valjem.

V prihodnosti bo potrebno narediti še veliko raziskav za popolno razumevanje učinkov penastega valja na različne parametre. Predvsem daljši časi aplikacije, kronične raziskave, uporaba izkušenih preizkušancev ter primerjava različnih tehnik in/ali orodij za samomasažo so vsekakor zaželeno teme.

Zanimivo bi bilo primerjati tudi učinke drugih metod raztezanja (balistično, dinamično in/ali PNF raztezanje) v kombinaciji s samomasažo s penastim valjem. Prav tako bi bilo potrebno primerjati dolgoročneje učinke kombinacije samomasaže s penastim valjem in statičnega raztezanja (ali katere druge metode gibljivosti) na obseg giba v sklepu.

Po vzoru Huanga idr. (2010) bi lahko v bodoče raziskovali tudi vpliv samomasaže s penastim valjem (ali drugih pripomočkov, kot je npr. trda žogica), apliciranim na mišično-tetivnem kompleksu. Primerjali bi lahko tudi klasično samomasažo s penastim valjem po trebuhu mišice s samomasažo na mišično-tetivnem kompleksu ter posledični vpliv na obseg giba v sklepu.

Še vedno pa ne poznamo učinkov daljše samomasaže s penastim valjem (> 3 minute) na parametre gibljivosti in mišične aktivacije ter sile. Wiktorsson-Möller idr. (1983) so pokazali zmanjšanje dinamične moči mišic zadnje lože in izometrične moči sprednjih stegenskih mišic, ko je bila masaža aplicirana več kot 6 minut.

Naša raziskava je tudi prva, ki je uporabila preizkušance z izkušnjami s samomasažo s penastim valjem. V bodoče bi lahko primerjali izkušene z neizkušenimi merjenci pod enakimi pogoji (enaka dolžina samomasaže z enakimi meritvami obsega giba v sklepu in/ali drugimi parametri).

Največje vprašanje so še vedno mehanizmi, ki so odgovorni za spremembe, izzvane s samomasažo s penastim valjem. Ne vemo niti, ali gre za fiziološki ali morda celo za psihološki (placebo) učinek. Iz literature je mogoče špekulirati, da gre za enake mehanizme kot pri masaži, vendar bi bilo za potrditev potrebno replicirati raziskave mehanizmov masaže s samomasažo s penastim valjem ter jih po potrebi tudi primerjati z različnimi tipi masaže.

Ljudje, ki redno uporabljajo penasti valj, poročajo o boljšem počutju ter izboljšanju športnih rezultatov. Tako lahko tudi v primeru, da gre zgolj za psihološki učinek ter da učinki niso škodljivi na dolgi rok (oz. da posamezniki nimajo očitnih kontraindikacij), uporabo penastega valja priporočamo prav vsem.

5 Viri

- Alter, M. J. (1998). *Science of Flexibility*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Arroyo-Morales, M., Fernandez-Lao, C., Ariza-Garcia, A., Toro-Velasco, C., Winters, M., Diaz-Rodrigues, L., ... Fernandez-De-Las-Penas, C. (2011). Psychophysiological effects of preperformance massage before isokinetic exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 481-488.
- Atha, J. in Whathley, D. W. (1976). The mobilising effects of repeated measurement on hip flexion. *British Journal of Sports Medicine*, 10(1), 22-25.
- Bandy, W. D. in Irion J. M. (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*, 74(9), 845-850.
- 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.
- Barnes, M. (1997). The basic science of myofascial release. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 1(4), 231-238.
- 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.
- Behm, D. G., Peach, A., Maddigan, M., Aboodarda, S. J., DiSanto, M. C., Button, D. C. in Maffinuletti, N. A. (2013). Massage and stretching reduce spinal reflex excitability without affecting twitch contractile properties. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(5), 1215-1221.
- Bennell, K., Talbot, R., Wajswelner, H., Techovanich, W. in Kelly, D. (1998). Intra-rater and inter-rater reliability of a weight bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *The Australian journal of physiotherapy*, 44(3), 175-180.
- Boyle, M. (2010). *Advances in Functional Training*. Aptos: On Target Publications.
- Bron, C. in Dommerholt, J. D. (2012). Etiology of myofascial trigger points. *Current Pain and Headache Reports*, 16(5), 439-444.
- Chaudhry, H., Schleip, R., Zhiming, J., Bukiet, B., Maney, M., in Findley, T. (2008). Three-dimensional mathematical model for deformation of human fasciae in manual therapy. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 108(8), 379-390.

- Cheung, K, Hume, P. in Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine*, 33(2), 145-164.
- Curran, P. F., Fiore, R. D. in Crosco, J. J. (2008). A comparison of the pressure exerted on soft tissue by 2 myofascial rollers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 17, 432-442.
- D'Amico in Morin (b.d.). Effects of myofascial release on human performance: A review of the literature. Pridobljeno iz:
http://www.fiteval.com/Site_1/Research_Study_files/Pilot%20Study%20addition-pdf.pdf
- Draper, D. O., Anderson, C., Schulthies, S. S. in Ricard, M. D. (1998). Immediate and residual changes in dorsiflexion range of motion using an ultrasound heat and stretch routine. *Journal of Athletic Training*, 33(2), 141-144.
- Enoka, R. M. (1994). *Neuromechanical Basis of Kinesiology* (2. Izd.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fascia Background* (2014). International Fascia Research Congress. Pridobljeno iz
<http://www.fasciacongress.org/about.htm>
- Findley, T., Chaudhry, H., Stecco, A. in Roman, M. (2012). Fascia research – A narrative review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(1), 67-75.
- Goldberg, J., Sullivan, S. J. in Seaborne, D. E. (1992). The effect of two intensities of massage on H-reflex amplitude. *Physical Therapy*, 72(6), 449-457.
- Gremion, G. (2005). The effects of stretching on sports performance and the risk of sports injury: A review of the literature. *Schweizerische Zeitschrift für »Sportsmedizin und Sporttraumatologie«*, 53(1), 6-10.
- Halbertsma, J. P. in Göeken, L. N. (1994). Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 75(9), 976-981.
- Halperin, I., Aboodarda, S. J., Button, D. C., Andersen, L. L., Behm, D. G. (2014). Roller massager improves range of motion of plantar flexor muscles without subsequent decreases in force parameters. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(1), 92-102.
- Huang, S. Y., Di Santo, M., Wadden, K. P., Cappa, D. F., Alkanani, T. in Behm, D. G. (2010). Short-duration massage at the hamstrings musculotendinous junction induces greater range of motion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1917-1924.

- Jeffreys, I. (2008). Warm-Up and Stretching. V Baechle, T. R. in Earl, R. W. (ur.), *Essentials of Strength Training and Conditioning* (3. izd.)(str. 295-324). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Knight, C. A., Rutledge, C. R., Cox, M. E., Acosta, M. in Hall, S. J. (2011). Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. *Physical Therapy*, 81(6), 1206-1214.
- Knudson, D. (2006). The biomechanics of stretching. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 2, 3-12.
- Knudson, D. (2007). *Fundamentals of Biomechanics* (2. Izd.). New York, NY: Springer Science+Buisness Media, LLC.
- Kumka, M. in Bonar, J. (2012). Fascia: a morphological description and classification system based on a literature review. *Journal of Canadian Chiropractic Association*, 56(3), 179-191.
- LeMoon, K. (2008). Terminology used in fascia research. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 12, 204-212
- MacDonald, G., Penney, M., Mullaley, M., Cuconato, A., Drake, C., Behm, D. G. in Button, D. C. (2013). An acute bout of self myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 812-821.
- Madding, S. W., Wong, J. G., Hallum, A. in Medeiros, J. (1987). Effect of duration of passive stretch on hip abduction range of motion. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 8(8), 409-416.
- Magnusson, S. P., Simonsen, E. B., Aagaard, P., Sorensen, H. in Kjaer, M. (1996). A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *The Journal of Physiology*, 497(1), 291-298.
- McKechnie, G. J. B., Young, W. B. in Behm, D. G. (2007). Acute effects of two massage techniques on ankle joint flexibility and power of the plantar flexors. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(4), 498-504.
- McKenney, K., Sinclair Elder, A., Elder, C. in Hutchins, A. (2013). Myofascial release as a treatment of orthopaedic conditions: a systematic review. *Journal of Athletic Training*, 48(4), 522-527.
- McNair, P. J. in Stanley, S. N. (1996). Effects of passive stretching and jogging on the series elastic muscle stiffness and range of motion of the ankle joint. *British Journal of Sports Medicine*, 30(4), 313-318.

- Miller, J. K., Rockey, A. M. (2006). Foam rollers show no increase in the flexibility of the hamstring muscle group. UW-L Journal of Undergraduate Research IX. Pridobljeno iz: <http://www.uwlax.edu/urc/jur-online/PDF/2006/miller.rockey.pdf>
- Mohr, A. R. (2011). *Effectiveness of Foam Rolling in Combination With a Static Stretching Protocol of the Hamstrings* (Magistrsko delo). Oklahoma State University, Stillwater.
- Morelli, M., Seaborne, D. E., Sullivan, S. J. (1990). Changes in H-reflex amplitude during massage of triceps surae in healthy subjects. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 12(2), 55-59.
- Novak, J. (12.2.2011). *Foam roller*. My Performance Rehab. Pridobljeno iz <http://myperformancerehab.com/2011/02/13/foam-roller-to-treat-knee-pain/foam-roller/>
- Norris, C. M. (1999). *The Complete Guide to Stretching*. London: A & C Black Publishers Ltd.
- Paolini, J. (2009). Review of myofascial release as an effective massage therapy technique. *Athletic Therapy Today*, 14(5), 30-34.
- Rao, S., Riskowski, J. L. in Hannan, M. T. (2012). Musculoskeletal conditions of the foot and ankle: Assessment and treatment options. *Best Practice and Research Clinical Rheumatology*, 26(3), 345-368.
- Reiwald, S. (2004). Stretching the limits of our knowledge on... stretching. *Strength and Conditioning Journal*, 26(5), 58-59.
- Roberts, J. M. in Wilson, K. (1999). Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *British Journal of Sports Medicine*, 33(4), 259-263.
- Robertson, M. (2008). *Self-Myofascial Release: Purpose, Methods & Techniques*. Pridobljeno iz <http://www.robertsontrainingsystems.com/downloads/SMR-manual.pdf>
- Roylance, D. S., George, J. D., Hammer, A. M., Rencher, N., Gellingham, G. W., Hager, R. L., Myrer, W. J. (2013). Evaluating acute changes in joint range-of-motion using self-myofascial release, postural alignment exercises, and static stretches. *International Journal of Exercise Science*, 6(4), 310-319.
- Ryan, E. D., Beck, T. W., Herda, T. J., Hull, H. R., Hartman, M. J., Stout, J. R. in Cramer, J. T. (2008). Do practical durations of stretching alter muscle strength? A dose-response study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(8), 1529-1537.
- Sayenko, D. G., Vette, A. H., Obata, H., Alekhina, M. I., Akai, M. in Nakazawa, K. (2009). Differential effects of plantar cutaneous afferent excitation on soleus stretch and H-reflex. *Muscle and Nerve*, 39(6), 761-769.

- Schleip, R. (2003). Fascial plasticity - a new neurobiological explanation: Part 1. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 7(1), 11-19.
- Schleip, R., Jäger, H. in Klinger, W. (2012). What is 'fascia' – a review of different nomenclatures. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*,
- Schleip, R. in Müller, D. G. (2012). Training principles for fascial connective tissues: scientific foundation and suggested practical applications. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17(1), 103-115.
- Sefton, J. (2004). Myofascial release for athletic trainers, part 1: theory and sessions guidelines. *Athletic Therapy Today*, 9(1), 48-49.
- Sharman, M. J., Cresswell, A. G. in Riek, S. (2006). Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching mechanisms and clinical implications. *Sports Medicine*, 36(11), 929-939.
- Sharp, V. (2012). A Comparative Study Between Myofascial Release and Emmet Technique Effectiveness in the Management of Fascial (Iliotibial Band) Tightness (Diplomsko delo, A College of Queen's University Belfast). Pridobljeno iz <http://www.emmett-uk.com/sites/default/files/Research/ITB%20v%20Foam%20Roller%20Research%20paper.pdf>
- Simmonds, N., Miller, P. in Gemmel, H. (2012). A theoretical framework for the role of fascia in manual therapy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(1), 83-93.
- Small, D. M. in Prescott, J. (2005). Odor/taste integration and the perception of flavour. *Experimental Brain Research*, 166(3), 345-357.
- Sullivan, K. M., Dustin, B. J. S., Button, D. C., Behm, D. G. (2013). Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(3), 228-236.
- Sullivan, S. J., Williams, L. R. T., Seaborne, D. E. in Morelli, M. (1991). Effects of massage on alpha motoneuron excitability. *Physical Therapy*, 71(8), 555-560.
- Thacker, S. B., Gilchrist, J., Stroup, D. F. in Kimsey, C. D. Jr. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 36(3), 371-378.
- Threlkeld, A. J. (1992). The effects of manual therapy on connective tissue. *Physical Therapy*, 72(12), 893-902.
- Tomažin, K. in Čoh, M. (2007). *Osnove gibljivosti*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

- Trigger Point Performance The Grid Foam Roller* (2014). Running Repeats. Pridobljeno iz <http://runningrepeats.com/gear/exercise-gear/trigger-point-performance-the-grid-revolutionary-foam-roller/>
- Ušaj, A. (2003). Kratek pregled osnov športnega treniranja. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Weerapong, P., Hume, P. A. in Kolt, G. S. (2005). The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports medicine*, 35(5), 235-256.
- Wepler, C. H. in Magnusson, S. P. (2010). Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modify sensation? *Physical Therapy*, 90(3), 438-449.
- Wessling, K. C., DeVane, D. A. in Hylton, C. R. (1987). Effects of static stretch versus static stretch and ultrasound combined on triceps surae muscle extensibility in healthy women. *Physical Therapy*, 67(5), 674-679.
- Wiktorsson-Möller, M., Oberg, B., Ekstranad, J. in Gillquist, J. (1983). Effects of warming up, massage, and stretching on range of motion and muscle strength in the lower extremity. *The American Journal of Sports Medicine*, 11(4), 249-252.
- Young, R., Nix, S., Wholohan, A., Bradhurst, R. in Reed., L. (2013). Interventions for increasing ankle joint dorsiflexion: A systematic review and meta-analysis. *Journal of foot and ankle research*, 6(1). Pridobljeno iz: <http://www.jfootankleres.com/content/6/1/46>
- Zakas, A., Grammatikopoulou, M. G., Zakas, N., Zahariadis, P. in Vamvakoudis, E. (2006). The effect of active warm-up and stretching on the flexibility of the adolescent soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(1), 57-61.