



## **SAMOOPUŠTANJE MIŠIĆNE FASCIJE PJENASTIM VALJKOM**

### **SELFMYOFASCIAL RELEASE WITH FOAM ROLLER**

Jakov Ivković<sup>1,2</sup>, Andro Matković<sup>3</sup>, Branka R. Matković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

<sup>2</sup>Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju Naftalan

<sup>3</sup>Klinički zavod za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju, KB Merkur, Zagreb

#### **SAŽETAK**

Pjenasti valjak postao je često korišteno sredstvo u pripremi za tjelesnu aktivnost, ali i u oporavku nakon nje. Niska cijena i jednostavna primjena, koja nije vremenski zahtjevnija i ne zahtijeva posebne prostorne uvjete, čini pjenasti valjak pogodnim za široku upotrebu, ne samo u sportu i rekreaciji, nego i u rehabilitaciji. U podlozi korištenja pjenastog valjka je samoopuštanje mišićne fascije koje se postiže prijenosom težine vlastitog tijela na miofascijalni kompleks. Cilj ovog rada bio je prikazati utjecaj miofascijalnog samoopuštanja pjenastim valjkom (*rolinga*) na fleksibilnost, doživljaj boli, mišićne performanse, kao i oporavak nakon tjelesne aktivnosti. Iako postoje velike varijacije u kvaliteti i rezultatima do sada provedenih istraživanja, pregledom literature može se zaključiti da postoje dobre osnove za preporuku korištenja pjenastog valjka kao pomagala za postizanje miofascijalnog samoopuštanja, sa svrhom kratkoročnog povećanja fleksibilnosti bez negativnog utjecaja na mišićne performanse prije tjelesne aktivnosti, kao i za smanjenje simptoma sindroma odgođene mišićne boli nakon intenzivne tjelesne aktivnosti. Potrebna su naravno daljnja istraživanja kako bi se odredio optimalni program kojim bi se postigli opisani željeni učinci *rolinga* u pripremi za tjelesnu aktivnost i na oporavak nakon nje.

**Ključne riječi:** miofascijalno samoopuštanje, pjenasti valjak, fascija, DOMS, fleksibilnost.

#### **ABSTRACT**

Foam roller has lately become a frequently used tool in preparation for physical activity, but also in recovering from it. Low cost and easy application, which is not time consuming and does not need special spatial conditions, makes the foam roller suitable for widespread use, not only in sport and recreation, but also in rehabilitation. In the background of using foam roller is selfmyofascial release which is achieved by using weight of own body to apply pressure on the myofascial complex. The aim of this study was to review different investigations dealing with the influence of selfmyofascial release with foam roller (*rolling*) on flexibility, pain threshold, muscle performance and recovery after physical activity. Although there are wide variations in the quality and the results of the studies done so far, literature review implies enough evidence for recommending the use of foam roller as tool to achieve selfmyofascial release, for the purpose of short-term increase flexibility without a concomitant deficit in muscle performance before physical activity, and to reduce the symptoms of delayed onset muscle soreness after intense physical activity. Further research is needed to determine the optimal program to achieve the desired rolling effects in preparation for physical activity and the recovery afterwards.

**Keywords:** selfmyofascial release, foam roller, fascia, DOMS, flexibility.

## UVOD

Značenje pojma fascija kroz vrijeme se mijenjalo (39), a istraživanje fascije zapravo je još u začetku (8) te ju stoga i nije lako definirati. Često je poistovjećujemo s mišićnim ovojmima (*miofascijama*), listovima gustog veziva koji obavijaju i odjeljuju pojedine mišiće ili mišićne skupine, a mjestimično oblikuju podvostručenja u koje su mišići uloženi (38). No, pojmom fascija obuhvaćena su i druga tkiva, ovisno o nomenklaturi koja se koristi (59). Prema Schleip-u (61) fascija obuhvaća i povezuje svaki mišić i organ u tijelu i opisuje se kao vezivna opna koja obuhvaća i povezuje meka tkiva (20,66). Budući da je fascija uključena u biomehaniku lokomotornog sustava i sudjeluje u prijenosu sila (22,32) novija definicija fascije obuhvaća i njezine biomehaničke osobine, te se opisuje kao fibrozno kolegeno tkivo koje je dio cjelovitog sustava prijenosa sila (59).

Zbog povezanosti cijelog tijela fascijom i sudjelovanja u prijenosu sila i biomehanici, lokomotorni sustav treba sagledati kao cjelinu prilikom dijagnosticanja i liječenja ozljeda. Naime, simptomi se mogu pojaviti udaljeno od izvora tegoba, a provođenjem terapije na jednom dijelu tijela djelujemo i na druge dijelove (18, 23). Mobilnost fascije može biti smanjena zbog brojnih razloga, a najčešće uslijed ozljeđivanja, inaktiviteta ili upale (4).

Opuštanje mišićne fascije je manualna tehnika kojom se mehanički djeluje na miofascijalni kompleks s ciljem postizanja optimalne duljine, smanjenja boli i poboljšanja funkcije (3). Miofascijalno opuštanje, posebice kao dodatak konvencionalnoj terapiji, može biti korisno u liječenju patoloških stanja poput bolova u vratnoj kralješnici, križobolje, tenzijske glavobolje, plantarnog fascitisa, epikondilitisa i fibromialgije (2,44).

Samoopuštanje mišićne fascije podrazumijeva djelovanje na miofascijalni kompleks uz pomoć pomagala, bez terapeuta. Metoda zbog svoje jednostavnosti, unatoč ograničenim znanstvenim dokazima, ima široku primjenu u rehabilitaciji i sportu (5,15,41).

Cilj ovog rada je prikazati utjecaj miofascijalnog samoopuštanja pjenastim valjkom (*rolinga*) na fleksibilnost, doživljaj boli, mišićne performanse i oporavak nakon tjelesne aktivnosti.

## MEHANIZAM DJELOVANJA

Prema Weerapongu i Koltu (73) klasična (švedska) ručna masaža ima biomehaničke, fiziološke, neurološke i psihološke mehanizme djelovanja, a kod samoopuštanja mišićne fascije pomoću pomagala oponaša se manualna masaža (27). Drugi autori djelovanje miofascijalnog opuštanja vezuju uz mehaničke i neurofiziološke mehanizme (61,62,64).

Mehanički mehanizmi miofascijalnog (samo)opuštanja uključuju tikstropiju, piezoelektricitet, fascijalne adhezije, stanični odgovor, protok tekućina, upalu fascije i miofascijalne žarišne točke (5). Tikstropija, svojstvo materijala da mijenja svojstva pod utjecajem topline ili pritiska te ono prelazi iz stanja gela u stanje guste tekućine, jedan je od modela pomoću kojih se objašnjava djelovanje miofascijalnog samoopuštanja

mehaničkim mehanizmima (61). Piezoelektrični model sugerira da fibroblasti i fibroklasti, koji sudjeluju u metabolizmu kolagena, reagiraju na električni naboj koji se stvara pritiskom na fasciju (51,61). Prema modelu fascijalne adhezije onemogućeno je normalno klizanje fascije (29,41), a terapijom ju je moguće osloboditi (29), dok se model staničnog odgovora objašnjava putem mehaničkog podražaja na fasciju koji mijenja biokemijske procese u stanicama (16,33). Miofascijalno (samo)opuštanje prema modelu protoka tekućina djeluje na način da se kompresijom istisne tekućina iz fascije i time poboljša mobilnost (14). Prema modelu upale fascije, koja u akutnoj upali postaje manje elastična (21), miofascijalno samoopuštanje djelovanjem na protok krvi (52), smanjuje upalni proces (5). Slično je objašnjenje i modela miofascijalnih žarišnih točaka, lokaliziranih, palpabilnih, hiperiritabilnih otvrdnuća skeletnog mišića ili mišićne fascije koje među ostalim smptomima, uzrokuju lokalnu i prenesenu bol (5,10,49,70).

Neurofiziološki mehanizmi u manualnoj terapiji postali su aktualni nakon spoznaje da se učinak terapije mijenja kod tretiranja anesteziranih ljudi, te da bez urednog neurološkog odgovora tkivo ne reagira očekivanim fiziološkim odgovorom (60). Neurofiziološki mehanizmi opuštanja mišićne fascije tumače se aktivacijom mehanoreceptora, koja nastaje kada se manipulacijom poveća napetost miofascije. Podražaj se prenosi u središnji živčani sustav, što u konačnici rezultira promjenom tonusa (61,62).

Unatoč tome što su neki od predloženih mehanizama kojima manipulacija miofascije postiže učinke detaljno razrađeni, trenutno nema konsenzusa o njezinom točnom mehanizmu djelovanja (5).

## PJENASTI VALJAK

Danas se za samoopuštanje mišićne fascije koriste različita pomagala, poput *roller massager-a* (1,9,26,35,46,67), ili teniske loptice (23), a u ovom pregledu prikazat će se studije koje su za postizanje miofascijalnog samoopuštanja koristile pjenasti valjak (6,11,19,28,34,36,40,41,42,47,48,50,54,55,56,58,68,71, 72)



Slika 1. Pjenasti valjci za samomasazu  
Figure 1. Foam rollers

Prilikom samoopuštanja mišićne fascije pjenastim valjkom, koristi se težina vlastitog tijela kako bi se aplicirao pritisak na meka tkiva, a promjenom položaja moguće je tretirati različite dijelove tijela (15,20). Na raspolaganju je više različitih vrsta pjenastih valjaka.

Standardni pjenasti valjak promjera je 15,24 cm (6 *inča*), izrađen od polietilenske pjene, no u istraživanjima su ponekad korišteni valjci izrađeni od polivinil kloridne (PVC) cijevi promjera 10,16 cm, okružene neoprenskom pjnom (28,40,41,56), jer se prema istraživanju Currana i suradnika upotrebom takvog pomagala prenosi veća sila na miofascijalni kompleks, djelovanje je dublje, a time se očekuje i bolji učinak tretmana (20).

### UČINAK SAMOOPUŠTANJA MIŠIĆNE FASCIJE PJENASTIM VALJKOM- DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Studije pokazuju da miofascijalno samoopuštanje pjenastim valjkom akutno povećava fleksibilnost (6,11,36,40,41,42,48,54), smanjuje doživljaj umora i ubrzava oporavak kod sindroma odgođene mišićne boli (*delayed onset muscle soreness* - DOMS) (28,40,56), smanjuje krutost arterija i poboljšava vaskularnu endotelnu funkciju (52), smanjuje doživljaj boli (40,56,71), a nema negativnog utjecaja na motoričke sposobnosti (6,28,40,41,50,54,55,56).

Coutre i suradnici (19) ispitivali su utjecaj trajanja rolinga hamstringsa na fleksibilnost provođenjem testa pasivne ekstenzije koljena na 33 ispitanika. Vrijeme intervencije bilo je 2x10 sekundi za „kratko“ trajanje i 4x30 sekundi za „dugo“ trajanje. Prema dobivenim rezultatima nije bilo značajne razlike u testu pasivne ekstenzije koljena između kontrolne i obje eksperimentalne skupine.

Junker i Stöggl (36) ispitivali su učinak četvortjednog rolinga hamstringsa na fleksibilnost, uspoređujući ga s kontrolnom skupinom, ali i sa skupinom koja je provodila proprioceptivnu neuromuskularnu facilitaciju, metodu dokazanog učinka na povećanje opsega pokreta (30). Trajanje rolinga zadano je na 3x30-40 sekundi, a ukupno 40 ispitanika podijeljenih u navedene 3 grupe, testirano je *stand and reach* testom. U obje ispitivane skupine zabilježen je porast opsega pokreta u odnosu na kontrolnu skupinu, dok između ispitivanih skupina nije bilo značajne razlike u fleksibilnosti.

Utjecaj rolinga hamstringsa na fleksibilnost, provođenjem aktivne ekstenzije koljena istraživali su Miller i Rocky (47). Trajanje rolinga bilo je 3x60 sekundi, 3x tjedno kroz 8 tjedana. Zabilježeni porast opsega pokreta bio je značajan u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini, ali bez razlike između njih, te je zaključeno da provedeni program rolinga ne povećava fleksibilnost hamstringsa.

Povezanost rolinga kvadricepsa i ekstenzije kuka mjerene u iskoraku ispitivali su Bushell i suradnici (11). Studija je rađena na 31 ispitaniku, podijeljenima u 2 skupine. U 3 navrata učinjena su po 2 iskoraka. Ispitivana skupina provodila je roling trajanja 3x60 sekundi između dva iskoraka unutar svakog od 3 testiranja, kao i u 5 navrata između prvog i drugog testiranja, koja su bila udaljena tjedan dana. Statistički značajno povećanje opsega pokreta u ispitivanoj skupini, u odnosu na kontrolnu, nalazimo jedino kod drugog iskoraka u drugom testiranju, dok suprotno očekivanju autora, nije bilo povećane ekstenzije kuka prilikom prvog iskoraka u drugom testiranju. Očekivano, prilikom trećeg testiranja

provedenom tjedan dana kasnije, nisu pronađeni dugoročni učinci ranijeg rolinga na opseg pokreta, te su vrijednosti slične početnom mjeranju.

Istraživanjem Mortona i suradnika (50) uspoređivao se učinak statičkog istežanja i statičkog istežanja kojem prethodi roling hamstringsa. Tajanje rolinga od 4x60 sekundi 2x dnevno ispitanici su provodili kroz 4 tjedna. Po kontrolnom mjeranju, autori su zaključili da se opseg pokreta prilikom izvođenja pasivne ekstenzije koljena povećao, ali bez statistički značajne razlike između tretmana, što znači da nije bilo dodatnog učinka rolinga prije statičkog istežanja na fleksibilnost. Maksimalna voljna kontrakcija (MVC) neznajno je porasla, bez razlike između intervencija, te je zaključak autora da nema negativnih utjecaja na jakost.

Još je jedna studija (68) ispitivala utjecaj statičkog istežanja te statičkog istežanja kojem je prethodio roling plantarnih fleksora na fleksibilnost. Također je ispitivan i utjecaj samostalne primjene rolinga. Trajanje rolinga bilo je 3x30 sekundi, a mjerena je pasivna dorzalna fleksija stopala. Statistički značajno povećanje opsega pokreta zabilježeno je u mjeranjima odmah nakon intervencije u skupinama koje su provodile statičko istežanje i roling u kombinaciji sa statičkim istežanjem, dok zabilježeno povećanje opsega pokreta u skupini koja je provodila roling nije bilo statistički značajno. U naknadnim mjeranjima, provedenima 10, 15 i 20 minuta nakon intervencije, nije bilo statistički značajne razlike u odnosu na početne rezultate. S obzirom da je povećanje opsega pokreta kod zajedničke primjene rolinga i statičkog istežanja bilo nešto veće nego kod samostalnog izvođenja rolinga, autori zaključuju da postoji dodatni učinak zajedničke primjene na fleksibilnost.

Mohr i suradnici (48) promatrali su fleksiju kuka na 40 ispitanika podijeljenih u 4 skupine (statičko istežanje, roling, roling koji prethodi statičkom istežanju, te kontrolna skupina). Roling hamstringsa u trajanju 3x60 sekundi provodio se kroz 6 dana. Povećanje opsega pokreta u kuku izvođenjem testa pasivne fleksije u ležećem položaju, utvrđeno je u svim ispitivanim skupinama, no značajno veće u skupini koja je prije statičkog istežanja koristila masažni valjak, dok između ostalih tretmana nije bilo značajne razlike.

Janot i suradnici (34) ispitivali su postojanje utjecaja statičkog istežanja i rolinga na anaerobne sposobnosti utvrđene putem *Wingate testa*. Roling kvadricepsa, hamstringsa, iliotibijalne sveze, gluteusa, aduktora kuka, fleksora kuka i gastroknemijusa provodio se 3x30 sekundi za svaku mišićnu skupinu. Gledajući ukupni uzorak, nije bilo utjecaja provedenih tretmana na ispitivane anaerobne sposobnosti. Međutim, kada su se ispitanici podijelili prema spolu, zamijećen je različiti učinak intervencija. Maksimalna snaga u muškaraca nakon provođenja rolinga i statičkog istežanja bila je povećana, dok je kod žena nakon provođenja rolinga ostala nepromijenjena, a nakon statičkog istežanja smanjena u odnosu na kontrolna mjeranja. Mjera zamora, u odnosu na kontrolna mjeranja, bila je smanjena kod žena nakon obje intervencije, dok je kod muškaraca roling povećao umor. Autori su zaključili kako korištenje rolinga u aktivnostima duljeg trajanja koja dovode do umora, osobito u muškaraca, nije preporučljivo, dok bi mogli postojati korisni učinci kada se primjenjuje u kraćim aktivnostima koje zahtijevaju

veliku snagu. Kod žena nije bilo negativnih učinaka na snagu, dok se zbog učinka na smanjenje umora roling može preporučiti u cilju poboljšanja izdrživosti.

Učinak rolinga kvadricepsa na pasivnu fleksiju koljena u modificiranom klečećem iskoraku ispitali su MacDonald i suradnici (41). Mjerenja su učinjena prije, te 2 i 10 minuta po provođenju tretmana. U odnosu na početne vrijednosti, u oba mjerenja zabilježen je statistički značajan porast opsega pokreta. Ispitivanjem utjecaja rolinga na aktivaciju mišića i maksimalnu voljnu kontrakciju, nije nađena statistički značajna razlika između kontrolnih i pokusnih mjerenja, te su zaključili kako nema negativnog utjecaja rolinga na jakost mišića.

U svom istraživanju Marković (42) je uspoređivao utjecaj miofascijalnog samoopuštanja pjenastim valjkom i mobilizaciju mekih tkiva tehnikom fascijalne abrazije (FAT) na fleksibilnost, provođenjem testova pasivne fleksije koljena i pasivnog podizanja ispružene noge. Roling kvadricepsa i hamstringsa provodio se 2x60 sekundi. Prema dobivenim rezultatima, u odnosu na početna mjerenja, u obje skupine zabilježeno je statistički značajno povećanje opsega pokreta u kuku i koljenu s time da je učinak FAT-a bio veći te je, za razliku od učinka na fleksibilnost postignutog rolingom, bio zabilježen i 24 sata nakon intervencije.

Vigotsky i suradnici (72) proučavali su utjecaj rolinga kvadricepsa na ekstenziju kuka i fleksiju koljena mjerenu u modificiranom Thomasovom testu. Studijom su obuhvaćena 23 ispitanika, uz trajanje rolinga od 2x60 sekundi, a prema rezultatima zaključuje se da roling nema utjecaja na poboljšanje ekstenzije kuka i fleksije koljena.

Grupa autora podvrgnula je 16 ispitanika rolingu duž dviju različitih ravnina tijela, te proučavala učinak na performanse i fleksibilnost (54). Rolingom duž sagitalne ravnine, što je prema autorima obuhvaćalo distalni dio leđa, glutealnu regiju, hamstringse, stražnji dio potkoljenice, pektoralnu muskulaturu i kvadriceps, postignuta je statistički značajno veća fleksibilnost ocijenjena testom *sit and reach*, nego rolingom duž frontalne ravnine, što je obuhvaćalo tretman latisimusa, kosih trbušnih mišića, područje oko kuka, područje iliotibijalne sveze, aduktore natkoljenice i lateralni dio potkoljenice. U ispitivanim motoričkim sposobnostima između dvije skupine nije bilo razlike.

Peacock i suradnici (55), istraživali su hoće li miofascijalno samoopuštanja koje prethodi dinamičkom zagrijavanju poboljšati sportske performanse u odnosu na kontrolnu skupinu koja provodi samo dinamičko zagrijavanje. Ukupno 11 sportaša apliciralo je po 30 sekundi rolinga na više regija tijela (torakolumbalno, glutealno, hamstringsi, stražnji dio potkoljenice, pektoralna muskulatura i kvadricepsi). Nakon mjerenja motoričkih sposobnosti, u ispitivanoj skupini zabilježeni su 4-7% bolji rezultati, osim za fleksibilnost (mjerena testom *sit and reach*) koja se nije razlikovala između ispitivanih skupina.

Roylance i suradnici (58) ispitali su učinak rolinga na fleksibilnost u kombinaciji sa statičkim istezanjem ili posturalnim vježbama. Korištenje pjenastog valjka kroz 10 minuta na području leđa, gluteusa, stražnje lože i potkoljenice, prije ili nakon statičkog istezanja ili posturalnih vježbi, dovodi do akutnog povećanja fleksibilnosti, dok niti jedan od tretmana samostalno,

uključujući roling, nije izazvao poboljšanje fleksibilnosti.

Behara i suradnici (6) proučavali su motoričke sposobnosti ispitanika koji su provodili roling pjenastim valjkom, dinamičko istezanje ili pak nisu provodili nikakvu intervenciju. Trajanje rolinga bilo je 60 sekundi po tretiranoj regiji (kvadricepsi, hamstringsi, gluteusi i gastroknemijusi). Prema rezultatima, pasivna fleksija kuka statistički je bila značajno veća nakon provođenja rolinga ili dinamičkog istezanja u odnosu na kontrolna mjerenja, dok nije bilo statistički značajne promjene u ostalim motoričkim sposobnostima.

Healey i suradnici (28) proveli su istraživanje kako bi se ustanovilo dovodi li miofascijalno samoopuštanje pjenastim valjkom do poboljšanja motoričkih sposobnosti u odnosu na izdržaj (*planking*), te njihov utjecaj na osjećaj umora. Trajanje rolinga bilo je 30 sekundi po regiji (kvadricepsi, hamstringsi, iliotibijalne sveze, gastroknemijusi, latisimusi, romboideusi) i autori nisu utvrdili razlike u ispitivanim motoričkim sposobnostima, međutim razina umora statistički je bila značajno niža u ispitanika kada su provodili roling.

Vaughan i McLaughlin (71) istraživali su učinak miofascijalnog samoopuštanja iliotibijalne sveze pjenastim valjkom na bol. Istraživanje je urađeno na 18 ispitanika, te je zaključeno da nakon 3x60 sekundi rolinga dolazi do akutnog povišenja praga boli, te da se učinak gubi nakon 5 minuta.

Pearcey i suradnici (56) ispitali su utjecaj rolinga na smanjenje DOMS-a i poboljšanje motoričkih sposobnosti. Istraživanje je učinjeno na 8 ispitanika, koji su bili podvrgnuti izvođenju čučnjeva uz opterećenje radi izazivanja DOMS-a. Mjerenja su učinjena prije opterećenja, te 24, 48 i 72 sata nakon opterećenja, dok je roling učinjen neposredno nakon opterećenja, kao i nakon 24 i 48 sati od opterećenja. Provedeni roling bio je trajanja od 2x45 sekundi po segmentu tijela (kvadricepsi, hamstringsi, gluteusi, aduktori, abduktori). Kada su ispitanici provodili roling, u pojedinim ispitivanim vremenskim intervalima, prag potreban za izazivanje boli bio je povišen te je postignut pozitivan učinak na mišićne performanse (sprint, skok u vis, čučnjevi). Rezultati govore u prilog tome da roling može reducirati DOMS i pripadajući negativni utjecaj na motoričke sposobnosti.

MacDonald i suradnici (40) također su ispitali učinak rolinga na oporavak nakon intenzivne tjelesne aktivnosti. Ukupno 20 ispitanika podijeljeno je u dvije skupine i podvrgnuto protokolu izvođenja čučnjeva radi izazivanja DOMS-a, uz provođenje rolinga neposredno nakon opterećenja, kao i nakon 24 i 48 sati od opterećenja. Tretirano je 5 mišićnih skupina, kao i kod Pearcey-a i suradnika (56), uz nešto duže trajanje, 2x60 sekundi. Mjerenja motoričkih sposobnosti su izvršena prije opterećenja, neposredno nakon, te nakon 24, 48 i 72 sata od opterećenja. Neke od ispitivanih performansi su poboljšane u eksperimentalnoj skupini, te je potvrđen pozitivan utjecaj rolinga na fleksibilnost kvadricepsa i hamstringsa te je smanjen subjektivni osjećaj boli prilikom izvođenja čučnja. Također se bol za vrijeme provođenja rolinga smanjuje u kasnijim mjerenjima, premda nema razlike u zabilježenoj sili primijenjenoj na pjenasti valjak. Prema dobivenim rezultatima autori zaključuju kako miofascijalno samoopuštanje pjenastim valjkom doprinosi bržem oporavku od DOMS-a.

Tablica 1. Učinak miofascijalnog samoopuštanja pjenastim valjkom na fleksibilnost  
 Table 1. Effect of selfmyofascial release on flexibility

Studija	Uzorak	Zagrijavanje	Pjenasti valjak	Tretirana mišićna skupina	Trajanje po regiji	Način rolinga	Kadenca	Mjerenje	Statistički značajno povećanje fleksibilnosti
<b>Behara &amp; Jacobson 2015</b>	N=14 M Sami sebi kontrola	DA	<i>Rumble Roller</i> (etilen vinil acetat + poliolefin)	Kvadricepsi hamstringsi gluteusi i gastrocnemijusi,	60 sekundi	Kontinuirano	NE	Pasivna fleksija kuka u ležećem položaju	DA
<b>Bushell i sur. 2015</b>	N=31 M/Ž 2 skupine	NE	Polietilen visoke gustoće	kvadriceps	3x 60 sekundi kod svakog od 3 testiranja, te 5x između 1. i 2. testiranja	Kontinuirano	NE	Estenzija kuka u iskoraku	DA
<b>Couture i sur. 2015</b>	N=33 M/Ž Sami sebi kontrola	DA	Polietilen visoke gustoće	Hamstrings	2x10 sekundi ili 4x30 sekundi	Kontinuirano	40x/min	Pasivna ekstenzija koljena u ležećem položaju	NE
<b>Junker &amp; Stöggl 2015</b>	N=40 M/Ž 3 skupine	DA	Nije definiran	Hamstringsi	3x30-40 sekundi 3xtjedno kroz 4 tjedna	Kontinuirano	10x	Stand and reach	DA
<b>MacDonald i sur. 2013</b>	N=11 M Sami sebi kontrola	DA	Polivinil kloridna cijev + neoprenska pjena; izrađen po narudžbi	Kvadriceps	2x 60 sekundi	Kratke undulirajuće kretanje niz mišić, kontinuirana kretanja natrag	3-4x	Pasivna fleksija koljena u klečećem iskoraku	DA
<b>Marković 2015</b>	N=20 M 2 skupine	DA	<i>Grid foam roller</i> (polivinil kloridna cijev + etilen vinil acetat)	kvadriceps i hamstrings	2x 60 sekundi	Kratke undulirajuće kretanje niz mišić, kontinuirana kretanja natrag	4-5x	Pasivna fleksija koljena u ležećem položaju pri flektiranom kuku, pasivna fleksija kuka u ležećem položaju	DA
<b>Miller i Rockey 2006</b>	N=23 M/Ž 2 skupine	NE	Nije definiran	hamstringsi	3x60 sekundi 3x tjedno kroz 8 tjedana	Kontinuirano	NE	Aktivna ekstenzija koljena u ležećem položaju pri flektiranom kuku	NE
<b>Mohr i sur. 2014</b>	N=40 M+Ž 4 skupine	NE	<i>Cando</i> etilen vinil acetat	hamstringsi	3x60 sekundi kroz 6 dana	Kontinuirano	60x/min	Pasivna fleksija kuka u ležećem položaju	DA
<b>Peacock i sur. 2015</b>	N=16 M Sami sebi kontrola	DA	<i>Perform Better</i> (visoke gustoće)	Lumbana muskulatura, gluteusi, hamstringsi, stražnji dio potkoljenica, pektoralna muskulatura i kvadricepsi	30 sekundi	Kontinuirano	5x	Sit and reach	DA
<b>Roylance i sur. 2013</b>	N=27 M/Ž Sami sebi kontrola	NE	<i>AXIS</i> (visoke gustoće)	leda, gluteusi, hamstringsi i potkoljenice	Nije definirano po regiji, ukupno trajanje 10 minuta	Nepoznato	NE	Sit and reach	NE
<b>Škarabot i sur. 2015</b>	N=11 M/Ž Sami sebi kontrola	NE	<i>Grid foam roller</i> (polivinil kloridna cijev + etilen vinil acetat)	Plantarni fleksori	3x30 sekundi	Kontinuirano	NE	Pasivna dorzalna fleksija ( <i>weight-bearing lunge</i> )	NE
<b>Vigotsky i sur. 2015</b>	N=23 M/Ž	DA	<i>Perform Better</i> (polipropilen)	kvadriceps	2x60 sekundi	Kratke undulirajuće kretanje niz mišić, kontinuirana kretanja natrag	NE	Ekstenzija kuka i fleksija koljena u modificiranom Thomasovom testu	NE

Tablica 2. Učinak miofascijalnog samoopuštanja pjenastim valjkom na mišićne performanse  
 Table 2. Effect of selfmyofascial release on muscle performance

Studija	Uzorak	Zagrijavanje	Pjenasti valjak	Tretirana mišićna skupina	Trajanje po regiji	Način rolinga	Kadenca	Mjerenje	Učinak na mišićne performanse
<b>Behara i Jacobson 2015</b>	N=14 M Sami sebi kontrola	DA	<i>Rumble Roller</i> (etilen vinil acetat + poliolefin)	Kvadricepsi, hamstringsi, gluteusi i gastroknemijusi	1x 60 sekundi	Kontinuirano	NE	Izometrička fleksija i ekstenzija koljena	NE
<b>Janot i sur. 2013</b>	N=23 M/Ž Sami sebi kontrola	DA	<i>Aertomat</i> (visoke gustoće)	kvadricepsi, hamstringsi, iliotibijalne sveže, gluteusi, aduktori kuka, fleksori kuka i gastroknemijusi	3x30 sekundi	Kontinuirano	NE	Wingate test	DA
<b>MacDonald i sur. 2013</b>	N=11 M Sami sebi kontrola	DA	Polivinil kloridna cijev i neoprenska pjene; izrađen po narudžbi	Kvadriceps	2x60 sekundi	Kratke undulirajuće kretnje niz mišić, kontinuirana kretnja natrag	3-4x	Izometrička ekstenzija koljena, brzina porasta sile, aktivacija mišića	NE
<b>Peacock i sur. 2015</b>	N=16 M Sami sebi kontrola	DA	<i>Perform Better</i> (visoke gustoće)	Lumbana muskulatura, gluteusi, hamstringsi, stražnji dio potkoljenica, pektoralna muskulatura i kvadricepsi	30 sekundi	Kontinuirano	5x	Vertikalni skok, skok u dalj, 5-10-5 shuttle run, bench press	NE

Tablica 3. Učinak miofascijalnog samoopuštanja pjenastim valjkom na redukciju simptoma DOMS-a  
 Table 3. Effect of selfmyofascial release on DOMS

Studija	Uzorak	Zagrijavanje	Vrsta pjenastog valjaka	Tretirana mišićna skupina	Trajanje	Način rolinga	Kadenca	Mjerenje	Učinak na redukciju simptoma DOMS-a
<b>MacDonald i sur. 2014</b>	N=20 M 2 skupine	DA	Polivinil kloridna cijev i neoprenska pjene; izrađen po narudžbi	kvadricepsi, hamstringsi, gluteusi, aduktori, abduktori	2x60 sekundi	Kratke undulirajuće kretnje niz mišić, kontinuirana kretnja natrag	NE	Brojčana skala boli kod izvođenja čučnja i prilikom rolinga; Pasivna fleksija koljena u klečećem iskoraku, pasivna i dinamička fleksija kuka u stojećem položaju; Vertikalni skok, izometrička ekstenzija koljena, tetaničke mišićne kontrakcije, aktivacija mišića	DA
<b>Pearcey i sur. 2015</b>	N=8 M Sami sebi kontrola	DA	Polivinil kloridna cijev i neoprenska pjene; izrađen po narudžbi	kvadricepsi, hamstringsi, gluteusi, aduktori, abduktori	2x45 sekundi	Kontinuirano	50x/min	Pritisak na mišić koji izaziva bol; Brzina sprinta, skok u vis, čučnjevi sa opterećenjem, skok u dalj, T test	DA

## RASPRAVA

Pjenasti valjak je postao često korišteno sredstvo u pripremi za tjelesnu aktivnost, ali i u oporavku nakon intenzivne tjelesne aktivnosti (63). Razlog vjerojatno leži u jednostavnosti primjene, naravno i niskoj cijeni opreme te u činjenici da njegova primjena ne zahtjeva posebne prostorne uvjete niti puno vremena. U podlozi korištenja valjka nalazi se samoopuštanje mišićne fascije.

Fleksibilnost je definirana kao slobodna i bezbolna maksimalna amplituda pokreta u jednom ili više zglobova (23). Kada je smanjena, može dovesti do nepravilnog opterećenja muskuloskeletnog sustava i time do ozljede (45,74,75), dok trening fleksibilnosti i povećanje opsega pokreta mogu pozitivno djelovati na muskuloskeletno zdravlje (7,45). U konačnici može se reći da samoopuštanje mišićne fascije pjenastim valjkom povećava fleksibilnost (6,11,36,40,41,42,48,54), iako to neke studije ne podupiru (19,47,50,55,58,68,72). Naime i u dijelu tih studija zamijećeno je određeno poboljšanje fleksibilnosti, no ono nije bilo statistički značajno, moguće zbog malog broja ispitanika u studijama (68). Nadalje, međusobnu usporedbu i interpretaciju rezultata provedenih istraživanja na fleksibilnost ograničava velika varijacija prilikom odabira uzorka, gdje je dio autora ispitivanje provodio na sportskoj populaciji (6,54,55,68), neki su kao kriterij odabira postavili ograničenje opsega pokreta određenog stupnja (47,48,50,58), a neki koristili uzorak miješan po spolu (11,19,28,34,47,48,58, 68,71,72). Kako uzorak miješan po spolu može utjecati na rezultate istraživanja najbolje govori studija Janot-a i suradnika (34), gdje prilikom analize rezultata svih ispitanika nije bilo statistički značajne razlike između ispitivanih i kontreksperimentalne i kontrolne grupe, dok se po podjeli ispitanika prema spolu utvrdila statistički značajna razlika. Ranije iskustvo ispitanika u rolingu može svakako biti modificirajući čimbenik, pozitivan kroz bolju tehniku i jači pritisak na pomagalo, ili negativan zbog moguće aklimatizacije i time slabijeg učinka (68).

Sljedeći razlog izostanka učinka može biti u izboru neadekvatnog pomagala. Curran i suradnici (20) dokazali su, uspoređujući dvije vrste pjenastih valjaka na lateralnoj strani natkoljenice, da se korištenjem pjenastog valjaka veće gustoće i manje kontaktne površine (promjera) prenosi veća sila uz postizanje boljeg kontakta s tkivom, što dovodi do snažnijeg učinka. Premda je u većini studija korišten pjenasti valjak visoke gustoće, za koji se očekuje da prenosi dovoljno veliku silu na meka tkiva, moguće je da bi učinak rolinga na fleksibilnost u nekim studijama dobio na statističkoj značajnosti da je korišten još tvrdi valjak (58), primjerice građen od PVC cijevi i obložen pjenom. Za neke od studija pak nije definirano koji je valjak korišten, te je moguće da je riječ i o pjenastom valjku niske gustoće, čime bi se mogao objasniti izostanak učinka rolinga na fleksibilnost (47).

Preporuka za trajanje miofascijalnog opuštanja, metode na čijem principu se temelji miofascijalno samoopuštanje, je da pritisak traje 90-120 sekundi (4), dok drugi autori preporučaju trajanje procedura manualne terapije između 60 i 90 sekundi, pa sve do 5 minuta (53). Također, s obzirom da su studije koja ispituje miofascijalno samoopuštanje roller massager-om

pokazale trend pozitivne korelacije između trajanja tretmana i učinka (9,67), moguće je da izostanak učinka rolinga u nekim studijama proizlazi iz nedovoljnog trajanja miofascijalnog samoopuštanja (58).

Nadalje, pretpostavlja se da učinak ovisi i o jačini pritiska na meka tkiva, te da će kod slabije sile biti potrebno duže vrijeme za isti rezultat (53). Prema nekim autorima za postizanje promjena na vezivnom tkivu potreban je pritisak između 24 i 115 kilograma (69). Budući da u gotovo svim studijama nije evaluiran prijenos tjelesne težine na pjenasti valjak moguće je i da postignuta sila nije bila dovoljna za postizanje učinka (47,50,55,58,68,72).

Dok neki autori prilikom rolinga koriste kratke undulirajuće kretnje niz mišić, a na početno se mjesto vraćaju brzom kretnjom (40,41,42,50,72), drugi koriste kontinuirane kretnje duž mišića (6,11,19,28,36,47, 48,54,55,56,68,71), ponekad uz (verbalno ili metronomom) određenu frekvenciju rolinga (kadencu) (19,36,41,42,48,50,54,55). Utjecaj načina provođenja rolinga i kadence na učinak tretmana nije razjašnjen u dosadašnjim istraživanjima.

Trenutno nema konsenzusa o optimalnom programu miofascijalnog samoopuštanja pjenastim valjkom kojim bi se postigli željeni učinci (15).

Koliko traje poboljšanje fleksibilnosti nakon miofascijalnog samoopuštanja još je jedno od pitanja koje nema u potpunosti definiran odgovor. U nekim istraživanjima u kojima su mjerenja učinjena s odgodom u odnosu na roling, nije bilo poboljšanja fleksibilnosti (11,47), dok su Junker i Stöggel (36) zabilježili povećanje fleksibilnosti unatoč odgođenom mjerenju. Temeljem tog istraživanja može se spekulirati o eventualnim dugoročnim učincima rolinga na miofasciju. Nasuprot tome, studije koje su promatrale trajanje učinka akutnog rolinga na fleksibilnost, bilježe povećan opseg pokreta minimalno 10 minuta poslije intervencije (26,35,41), dok se nakon 30 min od provedene intervencije učinak gubi (35). Stoga se može pretpostaviti da je akutno poboljšanje fleksibilnosti prisutno između 10-30 minuta, uz napomenu kako ne podržavaju rezultati svih autora trajanje učinka dulje od 10 minuta (68).

Ograničenje dijelu navedenih studija je i varijacija u mjerenju učinka miofascijalnog samoopuštanja. Izuzev studije Coutrea i suradnika (19) koji su, kako bi postigli objektivnost u mjerenju, koristili točno određenu vanjsku silu za postizanje pasivnog opsega pokreta, češće je u mjerenju korišten subjektivni dojam nelagode ispitanika (6,41,48,50), ili osjećaj istraživača (42). Budući da istraživanja govore u prilog tome da roling povisuje prag boli (35,40,56,71), studije koje za određivanje opsega pokreta koriste subjektivne mjere, mogu povećanje fleksibilnosti zabilježiti na račun smanjenja osjećaja nelagode ili boli, a ne zbog željenog terapijskog učinka na mišić ili fasciju (19).

Neki autori nisu mjerenja radili u isto doba dana (47) što je zasigurno utjecalo na rezultat (24), dok su neki koristili nespecifične testove, primjerice sit and reach za ispitivanje fleksibilnosti hamstringsa (54,55,58), na koji utječe i fleksibilnost lumbalne kralježnice te je on zapravo procjena, a ne direktna mjera fleksibilnosti stražnje lože (43). Naravno bitno je i da primijenjeni test odgovara tretiranoj mišićnoj skupini (54). Također, za mjeru iste

kretnje u pojedinom zglobovima u različitim studijama koristili su se drugačiji testovi (41,42), što je moglo utjecati na dobivene rezultate i otežava međusobnu usporedbu studija.

Statičko istezanje povećava opseg pokreta (26), no smanjuje mišićne sposobnosti, osobito kada traje dulje od 60 sekundi (7,25,37), što može dovesti do ozljede, te se stoga ne preporučuje kao dio protokola kod pripreme za tjelesnu aktivnost (31). Budući da može povećati opseg pokreta (6,11,36,40,41,42,48,54) bez negativnog djelovanja na mišićne performanse (6,28,40,41,50,54,55,56), štoviše, u dvije studije one su u nekim segmentima i poboljšane (40,55), roling je prihvatljivija opcija za zagrijavanje prije tjelesne aktivnosti.

Neki autori su ispitivali zajedničku primjenu rolinga i statičkog istezanja (48,50,68) kako bi se evaluirao njihov međusobni učinak. Dok neki govore o aditivnom učinku rolinga i statičkog istezanja (48,68), nisu svi autori zamijetili takav odnos, moguće radi odgođenog mjerenja u odnosu na intervenciju (50). Pretpostavlja se da roling može povećati toleranciju za istezanje (71), te se time može objasniti aditivni učinak (68). Zajedničkom primjenom rolinga i statičkog istezanja prije tjelesne aktivnosti moguće bi bilo skratiti trajanje statičkog istezanja, time spriječiti njegove negativne učinke na performanse, a postići željeno povećanje opsega pokreta, no za potvrdu toga potrebna su daljnja istraživanja radi određivanja odnosa pojedine komponente za postizanje optimalnog učinka.

Miofascijalno samoopuštanje pjenastim valjkom uspoređivano je i s dinamičkim zagrijavanjem (55), koje se preporuča provoditi prije tjelesne aktivnosti u svrhu poboljšanja performansi (13,31). Roling koji prethodi dinamičkom zagrijavanju dovodi do poboljšanja performansi (55), moguće zbog utjecaja rolinga na poboljšanje vaskularne funkcije (52). Stoga, uključivanjem rolinga u proces pripreme za tjelesnu aktivnost mogle bi se poboljšati tjelesne performanse (55), ali i za potvrdu toga su potrebna daljnja istraživanja.

Provođenje tjelesne aktivnosti može prouzročiti pojavu DOMS-a. Sindrom obuhvaća slabost mišića, bol, duboku osjetljivost u mišićima koja se javlja obično 24-48 sati nakon neuobičajene ili jako intenzivne tjelesne aktivnosti, osobito ako su prisutne kontrakcije mišića ekscentričnog tipa (12,57). DOMS može imati negativne posljedice na motoričke sposobnosti sportaša (12,17,40,56), te dovodi do povećanja rizika od nastanka ozljede (17,65). Dvije studije istraživale su učinak rolinga na DOMS (40,56). Budući da su u navedenim studijama mjerenja prethodila miofascijalnom samoopuštanju pjenastim valjkom, može se isključiti akutni učinak rolinga na dobivene rezultate. Prema rezultatima Macdonalda i suradnika (40), u skupini koja je provodila

roling najjača bolnost javlja se 24 sata po provođenju protokola za izazivanje DOMS-a, dok se u kontrolnoj skupini javlja 48 sati po protokolu.

Smanjeni osjećaj umora može omogućiti akutno dužu tjelesnu aktivnost, što može dovesti i do trajnog poboljšanja funkcionalnih mogućnosti (28). Dinamičke sposobnosti poput skakanja, sprinta i izvođenja čučnjeva poboljšane su nakon rolinga, dok kod izometričkih mjerenja nije bilo utjecaja rolinga na performanse u odnosu na kontrolnu skupinu (40,56). Indirektno, kroz analizu tetaničkih mišićnih kontrakcija, koje su više snižene nakon rolinga nego u kontrolnoj skupini, što može biti rezultat većeg mišićnog oštećenja nastalog rolingom, zaključuje se da oporavak DOMS-a rolingom, primarno nastaje djelovanjem na vezivno tkivo (40). Na osnovi ovih informacija, čini se da roling može reducirati simptome DOMS i pripadajuće smanjenje mišićne aktivnosti te u ovom trenutku djeluje opravdano preporučiti korištenje miofascijalnog samoopuštanja pjenastim valjkom nakon intenzivne tjelesne aktivnosti radi bržeg oporavka i smanjenja rizika od ozljede.

## ZAKLJUČAK

Iako postoje velike varijacije u kvaliteti i rezultatima do sada provedenih istraživanja, pregledom literature može se zaključiti da postoje dobre osnove za preporuku korištenja pjenastog valjka sa svrhom samoopuštanja mišićne fascije, kako u rekreativaca tako i sportaša. Premda nema konsenzusa u mehanizmu djelovanja miofascijalnog samoopuštanja, roling se doima efikasnom procedurom za kratkoročno povećanje fleksibilnosti, a bez negativnog utjecaja na ostale motoričke sposobnosti i stoga može postati korisna metoda za povećanje opsega pokreta prije tjelesne aktivnosti. Budući da roling nakon intenzivne tjelesne aktivnosti smanjuje simptome DOMS-a, miofascijalno samoopuštanje pjenastim valjkom preporučuje se koristiti kako bi se ubrzao oporavak.

S obzirom na pozitivne učinke, jednostavnu primjenu i rastuću popularnost, potrebno je dalje istraživati miofascijalno samoopuštanje pjenastim valjkom, kako bi se proučile mogućnosti uporabe različitih vrsta pjenastog valjka, postignute sile na meka tkiva, različite frekvencije i trajanja rolinga na fleksibilnost i druge motoričke sposobnosti. Bitno je u budućim istraživanjima obratiti pozornost na odabir ispitanika koji sudjeluju u istraživanju, kao i na testove za mjerenje učinaka miofascijalnog samoopuštanja spužvastim valjkom, sve kako bi se u konačnici odredio najbolji/optimalni program kojim bi se postigli opisani željeni učinci rolinga u pripremi za tjelesnu aktivnost i na oporavak nakon nje.



## Literatura

1. Aboodarda SJ, Spence AJ, Button DC. Pain pressure threshold of a muscle tender spot increases following local and non-local rolling massage. *BMC musculoskelet disord*. 2015;16:265.
2. Ajimsha MS, Al-Mudahka NR, Al-Madzhar JA. Effectiveness of myofascial release: Systematic review of randomized controlled trials. *J Bodyw Mov Ther*. 2015;19(1):102-12.
3. Barnes JF. *Myofascial Release: The Search for Excellence, a Comprehensive Evaluatory and Treatment Approach*. Rehabilitation Services Inc., 1990.
4. Barnes MF. The basic science of myofascial release: morphologic change in connective tissue. *J Bodyw Mov Ther*. 1997;1(4):231-8.
5. Beardsley C, Škarabot J. Effects of self-myofascial release: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*. 2015;19(4):747-58.
6. Behara B, Jacobson BH. The acute effects of deep tissue foam rolling and dynamic stretching on muscular strength, power, and flexibility in division I linemen. *J Strength Cond Res*. 2015.
7. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(11):2633-51.
8. Benjamin M. The fascia of the limbs and back—a review. *J Anat*. 2009;214(1):1-8.
9. Bradbury-Squires DJ, Noftall JC, Sullivan KM et al. Roller-massager application to the quadriceps and knee-joint range of motion and neuromuscular efficiency during a lunge. *J Athl Train*. 2015;50(2):133-40.
10. Bron C, Dommerholt JD. Etiology of myofascial trigger points. *Curr Pain Headache Rep*. 2012;16(5):439-44.
11. Bushell JE, Dawson SM, Webster MM. Clinical relevance of foam rolling on hip extension angle in a functional lunge position. *J Strength Cond Res*. 2015;29(9):2397-403.
12. Byrne C, Twist C, Eston R. Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage. *Sports Med*. 2004;34(1):49-69.
13. Carvalho FL, Carvalho MC, Simão R et al. Acute effects of a warm-up including active, passive, and dynamic stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*. 2012;26(9):2447-52.
14. Chaitow L. *Research in Water and Fascia: Micro-tornadoes, hydrogenated diamonds & nanocrystals*. 2009 *Massage Today* 9(6):1-3.
15. Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M et al. The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(6):827-38.
16. Chen CS, Ingber DE. Tensegrity and mechanoregulation: from skeleton to cytoskeleton. *Osteoarthritis Cartilage*. 1999;7(1):81-94.
17. Cheung K, Hume PA, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness. *Sports Med*. 2003;33(2):145-64.
18. Cho SH, Kim SH, Park DJ. The comparison of the immediate effects of application of the suboccipital muscle inhibition and self-myofascial release techniques in the suboccipital region on short hamstring. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(1):195-7
19. Couture G, Karlik D, Glass SC et al. The Effect of Foam Rolling Duration on Hamstring Range of Motion. *Open Orthop J*. 2015;9:450-5.
20. Curran PF, Fiore RD, Crisco JJ. A comparison of the pressure exerted on soft tissue by 2 myofascial rollers. *J Sport Rehabil*. 2008;17(4):432-42.
21. Findley T, Chaudhry H, Stecco A et al. Fascia research—A narrative review. *J Bodyw Mov Ther*. 2012;16(1):67-75.
22. Gerlach UJ, Lieser W. Functional construction of the superficial and deep fascia system of the lower limb in man. *Acta Anat*. 1990;139(1):11-25.
23. Grieve R, Goodwin F, Alfaki M et al. The immediate effect of bilateral self myofascial release on the plantar surface of the feet on hamstring and lumbar spine flexibility: A pilot randomised controlled trial. *J Bodyw Mov Ther*. 2015;19(3):544-52.
24. Guariglia DA, Pereira LM, Dias JM et al. Time-of-day effect on hip flexibility associated with the modified sit-and-reach test in males. *Int J Sports Med*. 2011;32(12):947-52.
25. Haddad M, Dridi A, Chtara M et al. Static stretching can impair explosive performance for at least 24 hours. *J Strength Cond Res*. 2014 Jan 1;28(1):140-6.
26. Halperin I, Aboodarda SJ, Button DC et al. Roller massager improves range of motion of plantar flexor muscles without subsequent decreases in force parameters. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(1):92-102.
27. Hausswirth C, Mujika I. *Recovery for performance in sport*. Human Kinetics; 2013.
28. Healey KC, Hatfield DL, Blanpied P et al. The effects of myofascial release with foam rolling on performance. *J Strength Cond Res*. 2014;28(1):61-8.
29. Hedley G. Notes on visceral adhesions as fascial pathology. *J Bodyw Mov Ther*. 2010;14(3):255-61.
30. Hindle K, Whitcomb T, Briggs W et al. Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF): Its mechanisms and effects on range of motion and muscular function. *J Hum Kinet*. 2012 Mar 1;31:105-13.
31. Holt BW, Lambourne K. The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *J Strength Cond Res*. 2008 Jan 1;22(1):226-9.
32. Huijing PA, Maas H, Baan GC. Compartmental fasciotomy and isolating a muscle from neighboring muscles interfere with myofascial force transmission within the rat anterior crural compartment. *J Morphol*. 2003;256(3):306-21.
33. Ingber DE. Tensegrity and mechanotransduction. *J Bodyw Mov Ther*. 2008;12(3):198-200.

25. Janot J, Malin B, Cook R, et al. Effects of Self Myofascial Release and Static Stretching on Anaerobic Power Output. *Journal of Fitness Research*. 2013;2(1):41-54.
26. Jay K, Sundstrup E, Søndergaard SD et al. Specific and cross over effects of massage for muscle soreness: randomized controlled trial. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(1):82-91.
27. Junker DH, Stöggl TL. The foam roll as a tool to improve hamstring flexibility. *J Strength Cond Res*. 2015;29(12):3480-5.
28. Kay AD, Blazeovich AJ. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc*. 2012 Jan 1;44(1):154-64.
29. Keros P, Pećina M. Funkcijska anatomija lokomotornog sustava. Naklada Ljevak, 2007.
30. Langevin MD, Helene M, Peter A. Communicating about fascia: history, pitfalls, and recommendations. *Int J Ther Massage Bodywork*. 2009;2(4):3-8.
31. MacDonald GZ, Button DC, Drinkwater EJ et al. Foam rolling as a recovery tool after an intense bout of physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2014 Jan 1;46(1):131-42.
32. MacDonald GZ, Penney MD, Mullaley ME et al. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *J Strength Cond Res*. 2013;27(3):812-21.
33. Markovic G. Acute effects of instrument assisted soft tissue mobilization vs. foam rolling on knee and hip range of motion in soccer players. *J Bodyw Mov Ther*. 2015;19(4):690-6.
34. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-related validity of sit-and-reach tests for estimating hamstring and lumbar extensibility: A meta-analysis. *J Sports Sci Med*. 2014;13(1):1-14.
35. McKenney K, Elder AS, Elder C et al. Myofascial release as a treatment for orthopaedic conditions: a systematic review. *J Athl Train*. 2013;48(4):522-7.
36. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Idoate F et al. Rectus femoris muscle injuries in football: a clinically relevant review of mechanisms of injury, risk factors and preventive strategies. *Br J Sports Med*. 2013;47(6):359-66.
37. Mikesky AE, Bahamonde RE, Stanton K et al. Acute effects of The Stick on strength, power, and flexibility. *J Strength Cond Res*. 2002;16(3):446-50.
38. Miller JK, Rockey AM. Foam rollers show no increase in the flexibility of the hamstring muscle group. *UW-L Journal of Undergraduate Research*. 2006;9:1-4.
39. Mohr AR, Long BC, Goad CL. Effect of foam rolling and static stretching on passive hip-flexion range of motion. *J Sport Rehabil*. 2014;23(4):296-9.
40. Moraska AF, Hickner RC, Kohrt WM, Brewer A. Changes in blood flow and cellular metabolism at a myofascial trigger point with trigger point release (ischemic compression): a proof-of-principle pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(1):196-200.
41. Morton RW, Oikawa SY, Phillips SM et al. Self-Myofascial Release Does Not Improve Functional Outcomes in 'Tight' Hamstrings. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015.
42. O'Connell JA. Bioelectric responsiveness of fascia: a model for understanding the effects of manipulation. *Techniques in Orthopaedics*. 2003;18(1):67-73.
43. Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Acute effects of self-myofascial release using a foam roller on arterial function. *J Strength Cond Res*. 2014;28(1):69-73.
44. Paolini J. Review of myofascial release as an effective massage therapy technique. *Athletic Therapy Today* 2009;14(5):30-4.
45. Peacock CA, Krein DD, Antonio J et al. Comparing acute bouts of sagittal plane progression foam rolling vs. frontal plane progression foam rolling. *J Strength Cond Res*. 2015;29(8):2310-5.
46. Peacock CA, Krein DD, Silver TA et al. An acute bout of self-myofascial release in the form of foam rolling improves performance testing. *Int J Exerc Sci*. 2014;7(3):202-11.
47. Pearcey GE, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto JE et al. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of athletic training*. 2015;50(1):5-13.
48. Ravlić-Gulan J, Schnurrer-Luke Vrbanić T, Boschi V i sur. Patogenetski mehanizam sindroma zakašnjele mišićne boli. *Medicina*. 2007;43:179-87.
49. Roylance DS, George JD, Hammer AM et al. Evaluating acute changes in joint range-of-motion using self-myofascial release, postural alignment exercises, and static stretches. *Int J Exerc Sci*. 2013;6(4):310-9.
50. Schleip R, Jäger H, Klingler W. What is 'fascia'? A review of different nomenclatures. *J Bodyw Mov Ther*. 2012;16(4):496-502.
51. Schleip R. A new explanation of the effect of Rolfing. *Rolf Lines*. 1989; 15(1):18-20.
52. Schleip R. Fascial plasticity—a new neurobiological explanation: Part 1. *J Bodyw Mov Ther*. 2003;7(1):11-9.
53. Schleip R. Fascial plasticity—a new neurobiological explanation: Part 2. *J Bodyw Mov Ther*. 2003;7(2):104-16.
54. Schroeder AN, Best TM. Is self myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? A literature review. *Curr Sports Med Rep*. 2015;14(3):200-8.
55. Simmonds N, Miller P, Gemmell H. A theoretical framework for the role of fascia in manual therapy. *J Bodyw Mov Ther*. 2012;16(1):83-93.
56. Smith LL. Causes of Delayed Onset Muscle Soreness and the Impact on Athletic Performance: A Review. *J Strength Cond Res*. 1992;6(3):135-41.
57. Standring S. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Churchill Livingstone Elsevier, 2008.
58. Sullivan KM, Silvey DB, Button, DC et al. Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *Int J Sports Phys Ther*. 2013;8(3):228-36.

59. Škarabot J, Beardsley C, Štirn I. Comparing the effects of self-myofascial release with static stretching on ankle range-of-motion in adolescent athletes. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(2):203-12.
60. Threlkeld AJ. The effects of manual therapy on connective tissue. *Phys Ther.* 1992;72(12):893-902.
61. Travell JG, Simons DG, Simons LS. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual: Vol. 2: The lower extremities. Williams & Wilkins; 1999.
62. Vaughan B, McLaughlin P. Immediate changes in pressure pain threshold in the iliotibial band using a myofascial (foam) roller. *Int J Ther Rehabil.* 2014;21(12):569-74.
63. Vigotsky AD, Lehman GJ, Contreras B, Beardsley C, Chung B, Feser EH. Acute effects of anterior thigh foam rolling on hip angle, knee angle, and rectus femoris length in the modified Thomas test. *PeerJ.* 2015;3:e1281.
64. Weerapong P, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports med.* 2005;35(3):235-56.
65. Wilson A. Effective management of musculoskeletal injury: a clinical ergonomics approach to prevention, treatment, and rehabilitation. Churchill Livingstone Elsevier, 2002.
66. Ylinen, J. *Stretching Therapy: for Sport and Manual Therapies.* Churchill Livingstone Elsevier, 2008.