

Vpliv raztezanja na zapoznelo mišično bolečino

The effect of stretching on delayed onset muscle soreness

Polona Palma¹, Katja Vidic¹, Renata Vauhnik¹

IZVLEČEK

Uvod: Zapoznela mišična bolečina je pogosta posledica izvajanja telesne vadbe, ki je nismo vajeni, ali bolj intenzivne vadbe, zlasti ob ekscentrični aktivnosti mišic. Začutimo jo od 12 do 24 ur po telesni dejavnosti, njeni simptomi pa lahko variirajo od blage razdraženosti do hude bolečine s spremljajočo občutljivostjo, otekanjem in togostjo mišic. Za zmanjšanje simptomov zapoznele mišične bolečine se uporabljajo tudi tehnike raztezanja, s katerimi začasno ali trajno povečamo raztegljivost mehkih tkiv in tako dosežemo večjo prožnost in obseg gibljivosti. Namen pregleda je bil ugotoviti vpliv različnih tehnik raztezanja na zapoznelo mišično bolečino. **Metode:** Iskanje randomiziranih kontroliranih raziskav je potekalo v podatkovni zbirki PubMed. **Rezultati:** V pregled je bilo vključenih šest raziskav, v katerih so preučevali vpliv statičnega oziroma dinamičnega raztezanja na zapoznelo mišično bolečino, izzvano z vadbo. Izsledki treh raziskav so pokazali zmanjšanje zapoznele mišične bolečine, pri drugih treh raziskavah pa niso zaznali učinkov raztezanja na zapoznelo mišično bolečino, saj se je ta povečala. **Zaključki:** Izsledki raziskav so zelo heterogeni, zato jasnih in objektivnih zaključkov o učinkovitosti raztezanja ni mogoče podati. To nakazuje potrebo po dodatnih raziskavah o vplivu raztezanja na zapoznelo mišično bolečino.

Ključne besede: tehnike raztezanja, ekscentrična vadba, zapoznela mišična bolečina.

ABSTRACT

Background: Delayed-onset muscle soreness is frequent after unaccustomed exercise or high-intensity exercise, particularly if it involves eccentric muscle contractions. Delayed-onset muscle soreness develops approximately 12 to 24 hours after physical activity, causing symptoms that can range from mild irritation to severe pain, and can be accompanied by tenderness, swelling, and muscle stiffness. Stretching is often used to reduce the symptoms and refers to any therapeutic manoeuvre that temporarily or permanently increases the extensibility of soft tissue structures and thus achieves greater flexibility and range of motion. The purpose of this review was to determine the effect of different stretching techniques on delayed-onset muscle soreness. **Methods:** The literature was searched in the PubMed database. **Results:** Six studies investigating the effect of static or dynamic stretching on exercise-induced delayed muscle soreness were included in the literature review. Three studies reported a decrease in delayed-onset muscle soreness, whereas other three studies did not report the effect on delayed-onset muscle soreness, since the pain increased. **Conclusions:** Clear and objective conclusions about the methods' effectiveness cannot be given due to very heterogeneous results from the reviewed studies. Further research is needed to determine the effect of stretching on delayed-onset muscle soreness.

Key words: stretching techniques, eccentric exercise, muscle soreness.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: asist. dr. Polona Palma, dipl. fiziot., prof. šp. vzg.; e-pošta: polona.palma@zf.uni-lj.si

Prispelo: 10.2. 2021

Sprejeto: 21.4. 2021

UVOD

Zapoznala mišična bolečina (ZMB) je pogost pojav, zlasti pri telesno nedejavnih osebah ali športnikih, ko izvajajo telesno vadbo, ki je niso vajeni, ali zelo intenzivno vadbo, predvsem kadar ta zahteva ekscentrično aktivnost mišic (1). Simptomi ZMB lahko variirajo od blage razdraženosti do hude bolečine, ki ustvari psihološko oviro in prepreči učinkovito gibanje v naslednjih dneh. ZMB navadno začutimo od 12 do 24 ur po telesni dejavnosti, svoj vrhunec pa doseže po približno 48 urah (2, 3). Do časovnega zamika pred občutenjem bolečine naj bi prišlo, ker je to posledica vnetja, ki za svoj razvoj potrebuje čas (2). V naslednjih dneh se bolečina postopoma zmanjšuje in navadno izzveni v petih do sedmih dneh po obremenitvi (3, 4, 5). Predlaganih je bilo več fizioloških mehanizmov nastanka ZMB, vendar noben ni bil v celoti sprejet. Mednje spadajo: teorija vnetja, teorija poškodbe vezivnega tkiva, teorija poškodbe mišice, teorija mlečne kisline, teorija mišičnega krča in teorija o izteku mišičnih encimov. Ker vsak posamezen mehanizem ne pojasni ZMB v celoti, gre najverjetneje za kombinacijo različnih mehanizmov (6, 7).

Za preprečevanje ali lajšanje simptomov ZMB se uporabljajo številne metode (8), ki jih lahko razdelimo v tri večje skupine (9): farmakološko zdravljenje, uporaba prehranskih dopolnil in fizioterapevtski postopki. Različni avtorji predlagajo različne postopke za zmanjšanje ZMB, največkrat pa so omenjani masaža, krioterapija, termoterapija, ultrazvok, električna stimulacija, kompresija, vibracijska terapija, hiperbarična kisikova terapija in raztezanje (8, 9), Cheung in sodelavci (7) pa navajajo tudi homeopatijo in telesno vadbo.

Raztezanje je splošen izraz za različne terapevtske postopke, s katerimi začasno ali trajno povečamo raztegljivost mehkih tkiv in tako dosežemo večjo prožnost in obseg gibljivosti. Raztezanje se pogosto priporoča pred vadbo in po njej, kar naj bi domnevno zmanjšalo nastanek ZMB. Pripomoglo naj bi tudi k preprečitvi oziroma zmanjšanju tveganja za nastanek poškodb mehkih tkiv in izboljšanje telesne zmogljivosti, vendar so dokazi za ta predvidevanja neprepričljivi (2). Raztezanje lahko izvajamo manualno ali mehnično, pasivno

ali aktivno, s pomočjo terapevta ali pa ga izvaja pacient sam (2). Obstajajo štiri vrste razteznih vaj: statično raztezanje, ciklično (intermitentno) raztezanje, balistično raztezanje in tehnike raztezanja, ki temeljijo na principih proprioceptivne nevromuskularne facilitacije (PNF) (2).

Zaradi nejasnosti glede učinkov različnih vrst raztezanja na razvoj ZMB smo pregledali in analizirali dokaze o tej temi, objavljene v literaturi.

METODE

Strokovno in znanstveno literaturo smo iskali v podatkovni zbirki PubMed. Pri iskanju smo uporabili naslednje ključne besede oziroma besedne zveze v angleškem jeziku: »stretching AND delayed muscle soreness«, »stretching AND DOMS«, »stretching AND muscle soreness«. Pregledane so bile raziskave do leta 2020. V pregled smo vključili randomizirane kontrolirane raziskave, v katerih so preučevali vpliv raztezanja na ZMB, izzvano z vadbo, in so bile izvedene na zdravih posameznikih. Iz pregleda smo izključili pregledne članke in študije primera.

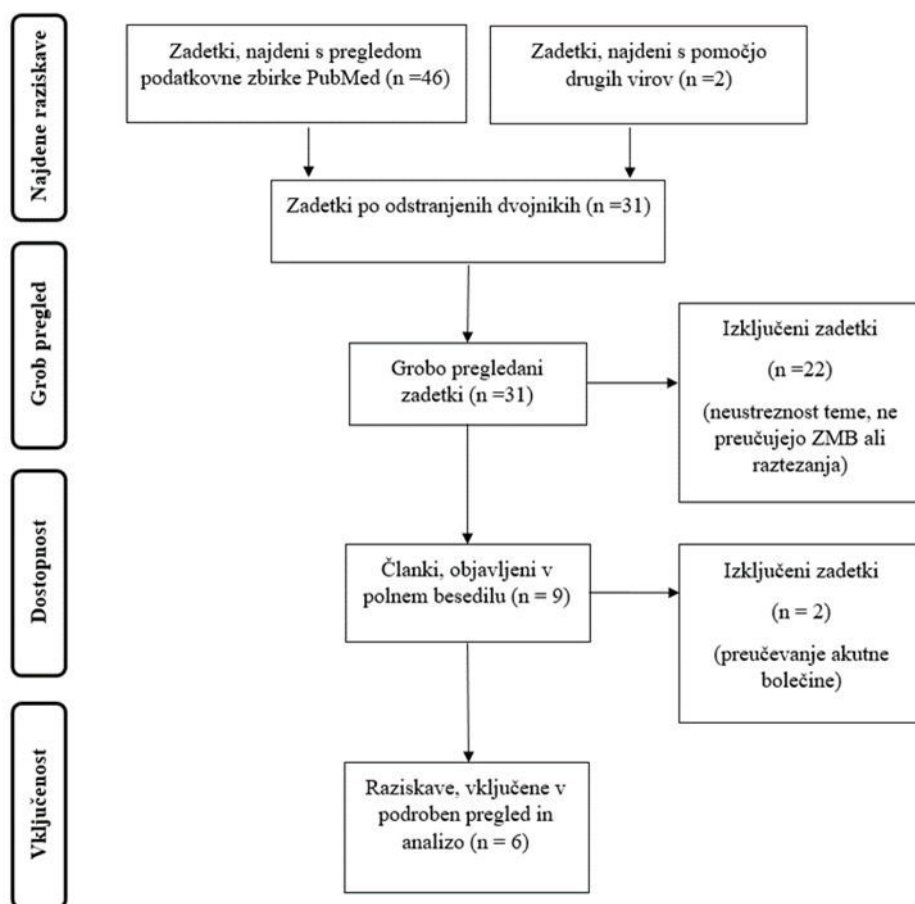
REZULTATI

Na podlagi vključitvenih in izključitvenih meril smo v pregled literature vključili šest raziskav, objavljenih med letoma 2013 in 2018. Potek iskanja literature je prikazan na sliki 1.

V vseh raziskavah so bili preiskovanci zdravi posamezniki. Avtorji raziskav so preiskovancem svetovali, naj se v času trajanja raziskave vzdržijo telesne vadbe, ki je niso vajeni, oziroma športnih dejavnosti in naj ne uživajo analgetičnih sredstev, ki bi utegnili zakriti mišično bolečino, povzročeno z vadbo. Glavne značilnosti preiskovancev, vključenih v raziskave, so predstavljene v preglednici 1.

Avtorji treh raziskav so preučevali vpliv raztezanja na ZMB mišic ekstenzorjev kolena (11, 14, 16), dveh na zadnje stegenske mišice (12, 13), v eni raziskavi pa so se osredotočili na ZMB mečnih mišic (15).

Apostolopoulos in sodelavci (16) so primerjali vpliv pasivnega statičnega raztezanja nizke in visoke intenzitete na ZMB s kontrolno skupino.



Slika 1: Potek iskanja literature po diagramu PRISMA (10)

Preglednica 1: Lastnosti vzorcev preiskovancev vključenih raziskav

Avtorji	Število in spol preiskovancev v posamezni skupini	Starost (leta; povprečje ± SD)
Torres et al. (11)	N = 56 M ES1 = ES2 = ES3 = ES4 = 14	21,4 ± 1,9
McGrath et al. (12)	N = 57 (29 M, 28 Ž) ES1 = 19 (9 M, 10 Ž) ES2 = 20 (14 M, 6 Ž) KS = 18 (5 M, 13 Ž)	18–25*
Ozmen et al. (13)	N = 65 Ž ES1 = 15 ES2 = 16 ES3 = 17 KS = 17	ES1 = 19,20 ± 1,01 ES2 = 19,37 ± 1,14 ES3 = 19,41 ± 0,87 KS = 19,17 ± 0,95
Boobphachart et al. (14)	N = 51 Ž ES1 = ES2 = ES3 = 17	42,7 ± 8,6
Xie et al. (15)	N = 48 (20 M, 28 Ž) ES1 = ES2 = KS = 16	ES1 = 22,5 ± 1,04 ES2 = 21,4 ± 1,69 KS = 21,3 ± 1,27
Apostolopoulos et al. (16)	N = 30 M ES1 = ES2 = KS = 10	25 ± 6

ES – eksperimentalna skupina, KS – kontrolna skupina, M – moški, N – število preiskovancev, Ž – ženske, * – razpon

V raziskavi Boobphachart in sodelavcev (14) so primerjali vpliv elastičnega lepilnega traku, placebo traku in raztezanja na ZMB, izzvano z vadbo. McGrath in sodelavci (12) so raziskovali vpliv statičnega in PNF-raztezanja na ZMB, prisotna pa je bila tudi kontrolna skupina.

Primerjavo statičnega in PNF-raztezanja ter elastičnih lepilnih trakov s kontrolno skupino na ZMB so opravili Ozmen in sodelavci (13). Torres in sodelavci (11) so raziskovali vpliv enkratnega in večkratnega statičnega raztezanja na ZMB. Xie in sodelavci (15) so opazovali razlike med vplivom

Preglednica 2: Značilnosti terapevtskih postopkov vključenih raziskav

Avtorji	Vadbeni programi	Terapija ZMB
Torres et al. (11)	- ES2, ES3, ES4 - eksc. kont. ekstenzorjev kolena - 30 ponovitev s 60 % maks. koncentričnega navora, 1 s počitka, med serijami 30 s počitka (hitrost $60^{\circ} \text{ s}^{-1}$); do odpovedi	- raztezanje ekstenzorjev kolena dominantnega SU - ES1 = SR; 1 serija, 10 ponovitev, 30 s raztezanje, 10 s počitka - ES2 = brez raztezanja - ES3 = SR; 1 serija, 10 ponovitev, 30 s raztezanje, 10 s počitka - ES4 = SR; 4 serije (4 dni po vadbi), 10 ponovitev, 30 s raztezanje, 10 s počitka
McGrath et al. (12)	- konc. in eksc. kont. fleksorjev kolena - 3 serije, 8–12 ponovitev	- raztezanje fleksorjev kolena - ES1 = PNF tehnika napni-sprosti-napni; 2 ponovitvi s 4 s počitkom; 5 s izometrična kontrakcija, 5 s počitka, 5 s izometrična kontrakcija → premik v nov položaj zadržati 5 s - ES2 = SR sede na tleh; 2 ponovitvi, 10 s raztezanje, 4 s počitka - KS = brez raztezanja
Ozmen et al. (13)	- Nordijska vaja za fleksorje kolena - 5 serij, 8 ponovitev s 5 s počitkom, med serijami 2 min počitka	- raztezanje fleksorjev kolena dominantnega SU - ES1 = PNF tehnika napni-sprosti-napni; 3 ponovitve; 10 s izometrična kontrakcija, 5 s počitka, izometrična kontrakcija → premik v nov položaj zadržati 10 s - ES2 = SR; 5 ponovitev, 30 s raztezanje, 30 s počitka - ES3 = ELT nalepljen na fleksorje kolena v obliki Y od izvora do narastišča s 30-% raztegom - KS = brez raztezanja ali traku
Boobphachart et al. (14)	- eksc. kont. ekstenzorjev kolena na dominantnem SU - 4 serije, 25 ponovitev, vmes 3 min. počitka (hitrost $60^{\circ} \text{ s}^{-1}$)	- ES1 = ELT nalepljen na ekstenzorjih kolena (m. vastus medialis in lateralis, m. rectus femoris) od izvora do narastišča, 125-% razteg (aplikacija pred vadbo) - ES2 = PT v krajših kosih nalepljen brez raztega nad pogačico (aplikacija pred vadbo) - ES3 = SR ekstenzorjev kolena dominantnega SU stoje (pred vadbo); 3-krat/dan 10 serij, 30 s raztega, vmes 10 s počitka
Xie et al. (15)	- sonožno dvigovanje na prste z elastiko v rokah - 3 serije do odpovedi, frekvenca 120/min.	- raztezanje plantarnih fleksorjev dominantnega SU sede s trakom - 5 dni, 2-krat/dan - ES1 = PNF tehnika napni-sprosti; 10 ponovitev; 5 s izometrična kontrakcija, 30 s razteg, 10 s počitka - ES2 = SR stoje ob steni v razkoraku; 10 ponovitev, 30 s raztezanje, 10 s počitka - KS = običajne vsakodnevne dejavnosti
Apostolopoulos et al. (16)	- eksc. kont. ekstenzorjev D kolena - 6 serij, 10 ponovitev, vmes 2 min. počitka (20°–100° fleksije kolena, kotna hitrost $60^{\circ} \text{ s}^{-1}$)	- raztezanje fleksorjev in ekstenzorjev kolena, fleksorjev kolka - 3 dni, 3 serije, 60 s raztega - ES1 = SR nizke intenzitete (30–40 % maks. občutenega raztega) - ES2 = SR visoke intenzitete (70–80 % maks. občutenega raztega) - KS = brez raztezanja

D – desno, eksc. kont. – ekscentrična kontrakcija, ELT – elastični lepilni trak, ES – eksperimentalna skupina, konc. kont. – koncentrična kontrakcija, KS – kontrolna skupina, L – levo, PT – placebo trak; SR – statično raztezanje, SU – spodnji ud

Preglednica 3: Ocenjevalni protokoli za oceno ZMB in rezultati vključenih raziskav

Avtorji	Ocenjevalni protokoli - ZMB	Rezultati
Torres et al. (11)	VAL med počepom (časovni interval ocenjevanja: pred vadbo, 1h, 24h, 48h, 72h, 96h po vadbi).	- ↑ZMB do 72h po vadbi v vseh skupinah, ki so izvajale vadbo ($p < 0,05$) - med skupinami ni razlik ($p > 0,05$)
McGrath et al. (12)	Samoporočanje o ZMB prek e-pošte 24 ± 2 in 48 ± 2 h po vadbi z modificirano različico lestvice za oceno ZMB (opisna lestvica, ocene 0–6).	- ↓ZMB med 24h in 48h v ES1 in KS ($p < 0,05$), vendar ne v ES2
Ozmen et al. (13)	Določanje praga bolečine (algometrija s pritiskom na fleksorjih kolena dominantnega SU) Časovni interval ocenjevanja: pred vadbo, 24h in 48h po vadbi.	- ↑ZMB v KS 48h po vadbi v primerjavi z začetnim stanjem ($p = 0,04$) (lateralni del fleksorjev kolena) - ↑ZMB v ES1 24h po vadbi v primerjavi z začetnim stanjem ($p < 0,01$) (medialni del fleksorjev kolena) - pri vseh meritvah ni razlik med ES in KS ($p > 0,05$)
Boobphachart et al. (14)	Lestvica za oceno ZMB (0–10) Časovni interval ocenjevanja: pred vadbo, 24h, 48h in 72h po vadbi.	- po 72h značilno ↓ZMB v ES1 v primerjavi z ES2 ($p = 0,01$) - pri ostalih meritvah ni razlik med skupinami ($p > 0,05$)
Xie et al. (15)	VAL (10 cm brez oznak) med hojo (časovni interval ocenjevanja: pred vadbo, 0h, 24h, 48h, 72h, 96h, 120h po vadbi).	- ↑ZMB v vseh 3 skupinah 24h, 48h in 72h po vadbi v primerjavi s stanjem pred vadbo ($p < 0,001$) - med skupinami ni razlik ($p = 0,553$)
Apostolopoulos et al. (16)	Ocena ZMB 0–10 med palpacijo distalnega dela ekstenzorjev D kolena v sproščenem položaju sede. Časovni interval ocenjevanja: 0h, 24h, 48h in 72h po vadbi.	- ES1 ↓ZMB 0–24 in 48h–72 h po vadbi v primerjavi z ES2 ($p < 0,05$) - Pri 24h–48 h ni razlik med ES1 in ES2 ($p > 0,05$) - ES1 ↓ZMB 0h–24h in 0h–72h po vadbi v primerjavi s KS ($p < 0,05$) - med ES2 in KS ni razlik ($p > 0,05$)

D – desna, ES – eksperimentalna skupina, KS – kontrolna skupina, SU – spodnji ud, VAL – vidna analogna lestvica, ZMB – zapoznela mišična bolečina, ↑ – povečanje, ↓ – zmanjšanje

statičnega in dinamičnega raztezanja na ZMB v primerjavi s kontrolno skupino.

Protokoli vadbe in raztezanja so se med raziskavami precej razlikovali. V dveh raziskavah (13, 14) so raztezanje oziroma elastične lepilne trakove aplicirali pred vadbo, v preostalih štirih raziskavah (11, 12, 15, 16) pa so raztezanje izvajali po vadbi. Preiskovanci so bili v vseh raziskavah, razen v raziskavi Torresa in sodelavcev (11), med vadbo deležni močne verbalne spodbude za doseg maksimalnih rezultatov. Protokoli raztezanja in vadbeni programi so predstavljeni v preglednici 2.

Pri večini raziskav so za oceno ZMB uporabili vidno analogno lestvico (VAL) (17) z oznakami 0–10 (11, 14, 16) ali lestvico dolžine 10 cm brez oznak (15). V raziskavi McGratha in sodelavcev (12) je bila uporabljena modificirana različica

lestvice za oceno ZMB (angl. Muscle soreness scale) (18) z opisi stopnje bolečine na lestvici 0–6. Podatke o stopnji ZMB so avtorji v večini raziskav zapisovali vsakih 24 ur, trajanje spremljanja pa se je med raziskovalci razlikovalo. Podatki o ZMB so bili zbrani za obdobje najmanj dveh dni (12, 13) in največ pet zaporednih dni (15). Uporabljeni ocenjevalni protokoli in rezultati raziskav so predstavljeni v preglednici 3.

RAZPRAVA

V pregledu literature so predstavljeni vplivi različnih tehnik raztezanja na ZMB. ZMB se je v treh raziskavah (12, 14, 16) po 48 urah oziroma 72 urah zmanjšala, in sicer v skupini, ki je izvajala statično raztezanje nizke intenzitete po vadbi (16), v skupini, ki je izvajala PNF-raztezanje po vadbi, in v kontrolni skupini (12) ter v skupini, ki je imela nalepljen elastični lepilni trak med vadbo (14).

V raziskavi, ki so jo opravili Apostolopoulos in sodelavci (16), se je statično raztezanje nizke intenzitete takoj po vadbi in po treh dneh izkazalo kot učinkovitejše v primerjavi s statičnim raztezanjem visoke intenzitete in kontrolno skupino. Razlog za razlike naj bi bil v tem, da visokointenzivno raztezanje (nad 50 % maksimalnega občutenega raztega) privede do podobnih mišičnih poškodb, povezanih z nastankom ZMB, kot jih povzroča ekscentrična vadba (19). Razlog za uspešno zmanjšanje ZMB avtorji vidijo tudi v optimalno izbranem trajanju posameznega raztega, ki po njihovem mnenju znaša 60 s. Raztegi, daljši od 60 s, pa naj bi že povzročali upad zmogljivosti (20).

Do zmanjšanja ZMB je prišlo tudi v raziskavi McGratha in sodelavcev (12). To se je zgodilo v skupini, ki je izvajala raztezanje po principih PNF, ter v kontrolni skupini. Razlog za zmanjšanje ZMB v kontrolni skupini bi utegnil biti v tem, da preiskovalci med raziskavo niso imeli nadzora nad drugimi aktivnostmi preiskovancev, ki bi lahko vplivale na ZMB. Tako jim niso mogli preprečiti izvajanja aktivnosti, ki bi lahko vplivale na raven ZMB ali blaženje njenih simptomov, čeprav so jim to pred začetkom raziskave odsvetovali. Naslednja izmed možnosti za odstopanje rezultatov te raziskave od preostalih je v uporabi modificirane lestvice za oceno ZMB za samooceno ZMB, ki je zelo subjektivna. Uporabili so modificirano različico lestvice za oceno ZMB, ki je opisna, njene ocene pa od 0 do 6. Zaradi tovrstnega načina ocenjevanja ZMB je morda prišlo do slabšega razumevanja vprašanj (12).

Na zmanjšanje ZMB je pozitivno vplivala tudi aplikacija elastičnega lepilnega traku v primerjavi s placebo trakom ter statičnim raztezanjem pred vadbo, kar so dokazali Boobphachart in sodelavci (14). Elastični lepilni trak naj bi olajšal okrevanje po vadbi z dvigom kože in fascije, s čimer poveča intersticijski prostor med kožo in mišico, zmanjša pritisk na nociceptorje v podkožju ter izboljša cirkulacijo. To naj bi pomagalo odstraniti odpadne produkte v poškodovani mišici in posledično zmanjšati ZMB (21, 22).

Rezultati v predhodno omenjenih raziskavah (12, 14, 16) nakazujejo, da sta za zmanjševanje ZMB lahko učinkovita statično raztezanje nizke

intenzitete po vadbi kot tudi raztezanje po principih PNF, ki se izvaja po vadbi. Aplikacija elastičnih lepilnih trakov pred vadbo prav tako lahko pripomore k zmanjševanju ZMB po vadbi.

V preostalih treh raziskavah (11, 13, 15) niso zaznali učinkov raztezanja na ZMB, saj se je ta povečala ne glede na vrsto raztezanja. Ozmen in sodelavci (13) so preverjali vpliv statičnega in PNF-raztezanja pred vadbo na ZMB. Občutljivost na pritisk se je po vadbi povečala v kontrolni skupini in skupini, ki je izvajala raztezanje po principih PNF, vendar niso odkrili statistično značilnih razlik med skupinami. Učinki raztezanja na značilnosti mišično-kitne enote so odvisni od vrste in parametrov raztezanja ter časa, ki mine med raztezanjem in meritvami. Manj kot štiri ponovitve raztezanja naj ne bi povzročile sprememb viskoelastičnih lastnosti mišice (23), kar bi utegnil biti razlog za neuspeh pri zmanjšanju ZMB v tej raziskavi. Raziskava Ozmena in sodelavcev (13) se je od drugih razlikovala po metodi ocenjevanja ZMB. Uporabili so namreč algometrijo s pritiskom, ki je zanesljiva in objektivnejša alternativa za oceno bolečine v primerjavi z lestvicami za oceno bolečine (24).

V raziskavi, ki so jo opravili Torres in sodelavci (11), so ugotovili porast ZMB v treh dneh po vadbi v vseh skupinah, ki so izvajale vadbo, trend spreminjanja ZMB skozi čas pa je bil v vseh skupinah podoben. Po raztezanju niso ugotovili statistično značilnih razlik med skupinami, kar je v skladu z ugotovitvami predhodnih raziskav o učinkovitosti raztezanja na ZMB (25, 26), v katerih prav tako niso odkrili razlik med skupinami.

Xie in sodelavci (15) so raziskovali vpliv statičnega in dinamičnega raztezanja po vadbi na ZMB. V vseh skupinah se je ZMB v prvih treh dneh po vadbi povečala, med skupinami pa niso opazili statistično značilnih razlik. Avtorji kot morebiten razlog za neuspeh pri zmanjšanju ZMB navajajo neustrezno količino raztezanja. Pri učinkovitosti za zmanjšanje ZMB imata pomembno vlogo prav trajanje celotnega raztezanja in dolžina raztega (27, 28). V omenjeni raziskavi so izvedli skupno 100 ponovitev raztezanja po 30 s, kar je več kot v vseh preostalih raziskavah, v katerih so ugotovili zmanjšanje ZMB po vadbi (dve ponovitvi raztezanja po 10 s (12); 30

ponovitev raztezanja po 30 s (14); devet ponovitev raztezanja po 60 s (19)) in tako to ne more biti razlog za neznačilne rezultate. Za zmanjšanje ZMB je prav tako pomembna intenziteta raztega, ki je bila v raziskavi Xiejeve in sodelavcev (15) slabo definirana, preiskovanci so se namreč raztezali do stopnje blagega nelagodja, ki je za vsakega posameznika različna. Poleg tega je vadba za izziv ZMB vključevala tako koncentrične kot ekscentrične kontrakcije, zaradi česar je povzročila manjše poškodbe mišic in posledično nižjo vrednost ZMB, kot bi jo povzročila vadba z zgolj ekscentričnimi kontrakcijami. Prav nižja stopnja mišičnih poškodb je lahko vzrok za slabšo učinkovitost terapevtskih tehnik (15).

Zadnje tri omenjene raziskave, pri katerih se je ZMB kljub terapevtskim obravnavam povečala, nakazujejo nepomembnost vrste raztezanja po vadbi na zmanjšanje ZMB, saj sta tako statično kot tudi dinamično raztezanje neučinkovita pri zmanjševanju njenih simptomov. Raztezanje pred vadbo glede na ugotovitve avtorjev raziskav prav tako nima vpliva na zmanjšanje ZMB po vadbi.

Pregled raziskav kaže, da so rezultati raziskav neenotni. V nekaterih raziskavah je prišlo do zmanjšanja ZMB, v drugih pa izboljšanja stanja niso zaznali. Razlogi za to so različni, izpostavimo lahko predvsem različne metode ocenjevanja bolečine, majhnost vzorcev preiskovancev (večja statistična negotovost), prisotnost različne zastopanosti spolov (različne fiziološke lastnosti med spoloma), poleg tega pa raziskave niso poskrbele za slepost preiskovalcev in preiskovancev.

ZAKLJUČEK

V treh raziskavah so se tehnike raztezanja izkazale kot učinkovite za zmanjšanje ZMB, v preostalih treh pa niso zaznali učinkov raztezanja na ZMB, saj se je ta povečala. Izkazalo se je, da raztezanje pred vadbo ne vpliva na zmanjšanje ZMB po vadbi, glede raztezanja po vadbi pa so ugotovitve različne. Pri tem vrsta raztezanja (statično ali dinamično) ne vpliva na učinek raztezanja. Za oblikovanje priporočil glede ustreznosti posameznih tehnik raztezanja po ZMB je potrebnih več raziskav, na reprezentativnih vzorcih, z jasno opisanimi vadbenimi parametri raztezanja.

LITERATURA

1. Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ (2011). Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev* (7): CD004577.
2. Kisner C, Colby LA (2018). *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. 7th ed. Philadelphia: F.A. Davis Company, 204–6.
3. Smith LL (1992). Causes of delayed onset muscle soreness and the impact on athletic performance: a review. *J Appl Sport Sci Res* 6(3): 135–41.
4. Rhea MR, Bunker D, Marín PJ, Lunt K (2009). Effect of iTonic whole-body vibration on delayed-onset muscle soreness among untrained individuals. *J Strength Cond Res* 23(6): 1677–82.
5. Gulick DT, Kimura IF (1996). Delayed onset muscle soreness: what is it and how do we treat it? *J Sport Rehab* 5(3): 234–43.
6. Veqar Z (2013). Causes and management of delayed onset muscle soreness: A review. *Elixir Human Physio* 55: 13205–11.
7. Cheung K, Hume P, Maxwell L (2003). Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. *Sports Med* 33(2): 145–64.
8. Guo J, Li L, Gong Y et al. (2017). Massage alleviates delayed onset muscle soreness after strenuous exercise: a systematic review and meta-analysis. *Front Physiol* 8:747.
9. Connolly DA, Sayers SP, McHugh MP (2003). Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res* 17(1): 197–208.
10. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG (2009). PRISMA Group: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 151: 264–9.
11. Torres R, Pinho F, Duarte JA, Cabri JM (2013). Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise. *J Sci Med Sport* 16(6): 583–8.
12. McGrath RP, Whitehead JR, Caine DJ (2014). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on post-exercise delayed onset muscle soreness in young adults. *Int J Exerc Sci* 7(1): 14–21.

13. Ozmen T, Yagmur Gunes G, Dogan H, Ucar I, Willems M (2017). The effect of kinesio taping versus stretching techniques on muscle soreness, and flexibility during recovery from nordic hamstring exercise. *J Bodyw Mov Ther* 21(1): 41–7.
14. Boobphachart D, Manimmanakorn N, Manimmanakorn A, Thuwakum W, Hamlin MJ (2017). Effects of elastic taping, non-elastic taping and static stretching on recovery after intensive eccentric exercise. *Res Sports Med* 25(2): 181–90.
15. Xie Y, Feng B, Chen K, Andersen LL, Page P, Wang Y (2018). The efficacy of dynamic contract-relax stretching on delayed-onset muscle soreness among healthy individuals: a randomized clinical trial. *Clin J Sport Med* 28(1): 28–36.
16. Apostolopoulos NC, Lahart IM, Plyley MJ et al. (2018). The effects of different passive static stretching intensities on recovery from unaccustomed eccentric exercise - a randomized controlled trial. *Appl Physiol Nutr Metab* 43(8): 806–15.
17. Woodforde JM, Merskey H (1972). Some relationships between subjective measures of pain. *J Psychosom Res* 16(3): 173–8.
18. High DM, Howley ET, Franks BD (1989). The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. *Res Q Exerc Sport* 60(4): 357–61.
19. Behm DG, Kibele A (2007). Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *Eur J Appl Physiol* 101(5): 587–94.
20. Chaabene H, Behm DG, Negra Y, Granacher U (2019). Acute effects of static stretching on muscle strength and power: an attempt to clarify previous caveats. *Front Physiol* 10: 1468.
21. Thelen MD, Dauber JA, Stoneman PD (2008). The clinical efficacy of kinesio tape for shoulder pain: a randomized, double-blinded, clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 38(7): 389–95.
22. Zainuddin Z, Newton M, Sacco P, Nosaka K (2005). Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function. *J Athl Train* 40(3): 174–180.
23. Weerapong P, Hume PA, Kolt GS (2004). Stretching: mechanisms and benefits for sport performance and injury prevention. *Phys Ther Rev* 9(4): 189–206.
24. Torres-Claramunt R, Pelfort X, Hinarejos P et al. (2018). Pressure algometry is an excellent tool to measure knee pain relief after a closing-wedge high tibial osteotomy. *Orthop Traumatol Surg Res* 104(2): 193–6.
25. Johansson PH, Lindström L, Sundelin G, Lindström B (1999). The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss heavy eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports* 9: 219–25.
26. Buroker KC, Schwane JA (1989). Does post exercises static stretching alleviates delayed muscle soreness? *Phys Sports Med* 17(6): 65–83.
27. Jamtvedt G, Herbert RD, Flottorp S et al. (2010). A pragmatic randomised trial of stretching before and after physical activity to prevent injury and soreness. *Br J Sports Med* 44(14): 1002–9.
28. Smith LL, Brunetz MH, Chenier TC et al. (1993). The effects of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness and creatine kinase. *Res Q Exerc Sport* 64(1): 103–7.