

# Učinki elastičnih lepilnih trakov na zapoznelo mišično bolečino

## Effects of elastic taping on delayed onset muscle soreness

Manca Groznik<sup>1</sup>, Alan Kacin<sup>1</sup>

### IZVLEČEK

**Uvod:** Zapoznela mišična bolečina opisuje bolečino, ki se pojavi kot posledica mišične poškodbe zaradi telesne vadbe ali povečane obremenitve mišic. Najpogostejši simptomi so občutljivost, okorelost, bolečina, oteklina in šibkost prizadetih mišic. Eden izmed terapevtskih postopkov za zmanjševanje negativnih učinkov tega pojava je nameščanje elastičnih lepilnih trakov. Namen pregleda literature je bil ugotoviti učinke elastičnih ali kinezio lepilnih trakov na simptome in znake zapoznele mišične bolečine. **Metode:** Iskanje literature je potekalo s pregledom podatkovnih zbirk PubMed, PEDro in CINAHL, vključili smo randomizirane nadzorovane poskuse, nadzorovane klinične poskuse in nadzorovane kohortne raziskave v angleškem jeziku. **Rezultati:** Vključitvenim merilom je ustrezalo pet raziskav, objavljenih med letoma 2016 in 2020. V vseh raziskavah so ugotavljali učinke elastičnih lepilnih trakov na mišično bolečino in mišično zmogljivost pri zdravih odraslih. **Zaključki:** Izsledki kažejo, da je uporaba elastičnih lepilnih trakov učinkovita za zmanjšanje zaznavanja jakosti mišične bolečine, vendar ne pripomore k hitrejšemu okrevanju mišične zmogljivosti. Neustrezno nameščanje elastičnih lepilnih trakov lahko celo podaljša trajanje simptomov. Glede na izsledke raziskav naj bodo za optimalen učinek trakovi nameščeni pred ali takoj po vadbi in nameščeni vsaj 24 ur.

**Ključne besede:** elastični lepilni trak, ekscentrične kontrakcije, mišična bolečina, mišična zmogljivost, zdravi odrasli.

### ABSTRACT

**Background:** Delayed onset muscle soreness is defined as a type of muscle injury resulting from exercise or increased muscle activity. Its symptoms are muscle tenderness, stiffness, soreness and weakness of the affected muscle. One of the popular therapeutic modalities used for alleviating the symptoms of this phenomenon is elastic taping. The purpose of this literature review was to establish effects of elastic or kinesio taping on symptoms and signs of delayed onset muscle soreness. **Methods:** PubMed, PEDro and CINAHL databases were searched. The search was limited to scientific reports of randomized controlled trials, controlled clinical trials and controlled cohort studies. **Results:** Five studies published between 2016 and 2020 met the inclusion criteria. All studies investigated the effects of elastic taping on muscle soreness and muscle performance in healthy adults. **Conclusions:** The findings show that taping can help reduce muscle soreness after intense exercise, however, it has no effect on recovery of muscle performance. Improper application of elastic tapes can even prolong the symptoms. For optimal treatment effect, it is recommended to apply the tape before or immediately after exercise for at least 24 hours.

**Key words:** kinesio taping, eccentric contractions, muscle soreness, muscle performance, healthy adults.

---

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

**Korespondenca/Correspondence:** Manca Groznik, dipl. fiziot.; e-pošta: manca.groznik@gmail.com

Prispelo: 22.1.2021

Sprejeto: 20.4.2021

## UVOD

Pojem zapoznela mišična bolečina (ZMB) opisuje mišično bolečino, ki se pojavi kot posledica mišične poškodbe zaradi telesne vadbe ali nenačrtne povečane obremenitve mišic (1). Najpogosteje se pojavi po izvajanju vaj, ki jih posameznik ni vajen, in je močnejša ob izvajanju ekscentričnih kontrakcij. Vzrok so poškodbe mišice, pri katerih pride do mikro poškodb kontraktilnih proteinov in vezivnotkivnih struktur mišice, predvsem pretrganja z-diskov in vmesnih filamentov ter posledično do vnetja in apoptoze (2–4). Obstaja več teorij o nastanku ZMB: starejše o kopičenju mlečne kisline in pojavu mišičnih spazmov ter sodobnejše o mehanski poškodbi mišice in vezivnega tkiva, iztoku encimov in posledičnem vnetju celic (5). Nastanek ZMB je zelo verjetno posledica dveh ali več prepletenih vzrokov (6).

Simptomi ZMB so navadno blagi do zmerni in se kažejo kot mišična občutljivost na dotik oziroma pritisk, okorelost, bolečina med aktivnim skrajševanjem in pasivnim podaljševanjem mišice, oteklina, šibkost prizadetih mišic ter zmanjšan obseg aktivnega gibanja, lahko pa nastopijo tudi v obliki hude, izčrpavajoče bolečine v mišicah (2, 6, 7). Bolečina se pojavi od 12 do 24 ur po vadbi oziroma intenzivni obremenitvi mišice, vrh pa doseže od 48 do 72 ur po vadbi in nato postopno izzveni v petih do sedmih dneh. Jakost bolečine je sorazmerna intenzivnosti in času trajanja vadbe (2). Pokazatelj poškodbe tkiva je poleg simptomov in znakov, vidnih na slikovnih preiskavah, kot sta ultrazvok in magnetna resonanca, tudi dvig koncentracije biokemičnih markerjev poškodbe mišičnih celic v krvi. Povišajo se koncentracije encimov kreatin kinaza in karboanhidraza ter beljakovine mioglobin (6, 7). Koncentraciji mioglobina in karboanhidraze dosežeta vrh takoj po koncu obremenitve in sta pokazatelja akutne prepustnosti sarkoleme, koncentracija kreatin kinaze pa vrh doseže po 24 do 48 urah (8).

Zaradi pojava simptomov in začasnega zmanjšanja mišične zmogljivosti se poskuša ZMB preprečiti oziroma omiliti z različnimi terapevtskimi postopki. Poleg počitka in ustrezne prehrane se v ta namen izvajajo tudi krioterapija, raztezanje, kratkotrajno zdravljenje s protivnetnimi zdravili, ultrazvok, elektroterapija, homeopatija, masaža,

kompresija bolečega predela, hiperbarična kisikova terapija, akupunktura in nizkointenzivna aktivacija bolečih mišic (6, 9). Med novejšje metode se uvršča tudi terapija z nameščanjem elastičnih lepilnih trakov (ELT). Nameščanje ELT temelji na uporabi posebnega elastičnega traku, ki je po svojih značilnostih podoben koži, zato omogoča nemoteno izvajanje njenih osnovnih funkcij, kot sta dihanje in potenje. Trak je izdelan iz bombažnih vlaken, kar omogoča vzdolžni razteg do 140 % prvotne dolžine, in vsebuje posebno akrilno lepilo, ki omogoča izhlapevanje (10). Učinki ELT se lahko kažejo kot zmanjšanje bolečine in hitrejša povrnitev mišične jakosti po vadbi (11, 12). Uporaba ELT naj bi ob pravilni namestitvi s povečanjem pretoka limfnega in krvnega obtoka normalizirala mišično funkcijo (13). Pri ZMB je mišica vneta, prisotna je oteklina, kar povzroči, da se prostor med kožo in mišico zmanjša, zato se zmanjša pretok limfne tekočine. Dodaten pritisk povzroči povečan pritisk na nociceptorje pod kožo in s tem pojav bolečine. S pravilnim nameščanjem naj bi ELT privzdignil kožo nad poškodovanim mestom ter tako povečal intersticijski prostor in pospešil pretok limfne tekočine. To predvidoma zmanjša pritisk na nociceptorje in s tem jakost bolečine (14). Pri nameščanju ELT je pomembno, da sta upoštevana pravilna usmerjenost in napetost traku, saj se učinek pri neustrezni, najpogosteje preveliki napetosti, zmanjšuje (13, 14). Čeprav gre pri ZMB najpogosteje za blago obliko mišične poškodbe, ta pojav predstavlja pomemben omejitveni dejavnik pri izvajanju telesne dejavnosti in ima negativen vpliv na posameznikovo zmogljivost (7). Namen pregleda literature je bil torej analizirati dokaze o učinkih ELT na simptome in znake ZMB.

## METODE

Iskanje literature je potekalo s pregledom podatkovnih zbirk PubMed, PEDro in CINAHL. Iskali smo s pomočjo naslednjih ključnih besed: »delayed onset muscle soreness« OR »DOMS« AND »taping« OR »kinesio taping«, pri čemer smo se omejili na randomizirane nadzorovane poskuse, nadzorovane klinične poskuse in nadzorovane kohortne raziskave. Pregled je zajel vse objave do vključno 20. maja 2020, iskanje ni bilo časovno omejeno. Pregled literature je zajel raziskovalne članke, v katerih so avtorji preverjali vpliv uporabe ELT na ZMB pri zdravih odraslih, ki

so bili vključeni v vadbeni program. Izključili smo raziskave, v katerih avtorji niso navedli tehnike lepljenja in časovnega trajanja namestitve traku. Vsi vključeni članki so bili v polnem obsegu objavljeni v angleškem jeziku. Za vrednotenje metodološke kakovosti raziskav je bila uporabljena lestvica PEDro, dva članka sta bila samostojno ocenjena z upoštevanjem navodil za ocenjevanje na spletni strani PEDro (<https://pedro.org.au/english/resources/pedro-scale/>). Članke smo primarno vrednotili glede na načrt raziskave, vključeno populacijo in mere izida. Besedila smo analizirali glede na značilnosti vključenih preiskovancev, značilnosti namestitve ELT, značilnosti vadbene programa in uporabljenih merilnih orodij. Pri izsledkih raziskav smo analizirali vpliv ELT na mišično bolečino, mišično zmogljivost, koncentracije parametrov v krvi in vpliv na druge spremenljivke, kot so obseg gibanja sklepov, dinamično ravnotežje, občutljivost na pritisk ter občutenje napora.

## REZULTATI

V podatkovni zbirki PEDro so bili najdeni trije zadetki, v zbirki PubMed sedem zadetkov in v zbirki Cinahl pet zadetkov. Po izključenih duplikatih je vključitvenim merilom od skupno sedmih najdenih raziskav ustrezalo pet raziskav, objavljenih med letoma 2016 (15) in 2020 (11). Štiri vključene raziskave so bili randomizirani

nadzorovani poskusi, ena pa randomiziran navzkrižen poskus (16). Po lestvici PEDro so raziskave ocenjene z ocenami 7 (11), 6 (17), 5 (15, 16) in 4 (18). Ena raziskava je bila enojno slepa (17) in ena raziskava dvojno slepa (11).

## Značilnosti preiskovancev

V petih raziskavah je skupaj sodelovalo 225 preiskovancev obeh spolov, v posamezni raziskavi od 22 (16) do 66 (11) preiskovancev. Skupno je v raziskavah sodelovalo 148 preiskovancev in 77 preiskovank. V vseh raziskavah so proučevali učinkovitost uporabe ELT na zmanjšanje ZMB pri zdravih odraslih preiskovancih (11, 15) ali preiskovankah (18), ki se niso ukvarjali s športom; v eni raziskavi je bil vzorec mešan (17). Le v eni raziskavi so kot preiskovanci sodelovali rekreativni športniki (16). Razpon povprečne starosti preiskovancev se je gibal med  $20,9 \pm 0,5$  (11) in  $41,7 \pm 8,6$  (18) leta. Značilnosti preiskovancev so podrobneje predstavljene v preglednici 1. V posamezni raziskavi so bili preiskovanci naključno razdeljeni v dve ali več skupin, pri čemer je bila ena skupina primerjalna, ki ni bila deležna obravnave, ali placebo skupina, ki je prejela placebo terapijo. V eni raziskavi so vključili tako primerjalno kot placebo skupino (11), v eni raziskavi pa so za primerjalni pogoj uporabili skupino, ki je izvajala raztezanje (18).

Preglednica 1: Značilnosti preiskovancev

Avtor, leto	Število preiskovancev	Povprečna starost (leta)	Preiskovanci
		$\bar{X}$ (SO)	
Camacho et al., 2020	Vsi: 66 PS: 22 PrS: 22 PlS: 22	Vsi : 18–25 PS = 20,9 (0,5) PrS = 21,0 ± 0,3 PlS = 21,4 ± 0,3	telesno dejavni zdravi odrasli preiskovanci
Kirmizigil et al., 2019	Vsi: 22 PS: 14 PrS: 8	21,36 (1,68)	rekreativni športniki
Hazar Kanik et al., 2018	Vsi : 54 PS: 27 (14 m, 13 ž) PrS: 27 (14 m, 13 ž)	PS = 21 (20–28) PrS = 22 (20–28)	zdravi odrasli preiskovanci, ki se ne ukvarjajo s športom
Boobphachart et al., 2017	Vsi : 51 PS: 17 PrS: 17 RS: 17	Vsi: 41,7 (8,6) PS = 43,9 (1,4) PrS = 43,1 (2,0) RS = 40,3 (2,2)	zdrave odrasle preiskovanke, ki se ne ukvarjajo s športom
Kim et al., 2016	Vsi : 32 PrS: 8 PS1: 8 PS2: 8 PS3: 8	Vsi: 21 – 30 PrS = 25,0 (2,0) PS1 = 24,1 (2,6) PS2 = 27,0 (2,7) PS3 = 25,0 (3,0)	zdravi odrasli preiskovanci, ki se ne ukvarjajo s športom

PS – poskusna skupina, PrS – primerjalna skupina, PlS – placebo skupina, RS – skupina z raztezanjem.

**Značilnosti vključenih raziskav**

V vseh raziskavah so preiskovancem v primerjalni skupini pred vadbo (15, 18) oziroma po vadbi (11, 16, 17) namestili ELT. Trakovi so bili v večini raziskav nameščeni od 72 (17, 18) do 96 (11) ur. V eni raziskavi so primerjali vpliv različno dolge uporabe ELT; eni skupini so ELT odstranili takoj po vadbi, drugi čez 30 minut in tretji skupini 24 ur po vadbi (15). V treh raziskavah so trak namestili v obliki Y in pri tem uporabili inhibicijsko tehniko (16), facilitacijsko tehniko (18) oziroma način

namestitve ni bil znan (15). V dveh raziskavah so uporabili limfno tehniko v obliki pahljače z 10-odstotnim raztegom traku (11, 17). V štirih raziskavah so preiskovancem v primerjalni oziroma placebo skupini trak namestili naključno, brez napetosti in tehnike (11, 15, 17, 18), v eni raziskavi pa so trak namestili le v poskusni skupini (16). Poskusna intervencija za povzročitev ZMB je pri vseh raziskavah vključevala ekscentrično vadbo, ki so jo izvedli tako preiskovanci v primerjalni kot tisti v poskusni skupini. V štirih

*Preglednica 2: Značilnosti vključenih raziskav*

Avtor, leto	Namestitev ELT	Vadbeni program	Mere izida	Obdobja meritev
Camacho et al., 2020	P: m. quadriceps Č: takoj po vadbi – 4 dni, po 48 h ELT zamenjali T: limfna tehnika, oblika pahljače ES: 10-odstotni razteg traku PS: ELT brez napetosti	200 izokin. kontrakcij (20 krat 10 ponovitev, 1 min. počitka med seti) s podaljševanjem mišice na izokin. dinamometru (dominantna stran)	bolečina (VAL), m. zmogljivost (MVIC in konc. izotonična kontrakcija), analiza krvi (CK)	pred vadbo, čez 48 h, 96 h
Kirmizigil et al., 2019	P: m. rectus femoris, Č: takoj po vadbi, odstranili po 3–5 dneh T: inhibicijska tehnika, oblika Y, 15–25-% razteg traku	5 setov krat 20 ponovitev globinskih skokov z višine 0,6 m, 10 s počitka med skoki, 2 min. med seti	bolečina (VAL), sklepna gibljivost (goniometrija), otekline (obseg), sprint na 20 m, skok v daljino (dvojni skok z eno nogo), dinamično ravnotežje (30 s stoja na ravnotežni napravi)	pred vadbo, po 30 min., 24 h, 48 h, 72 h
Hazar Kanik et al., 2018	P: m. quadriceps Č: takoj po vadbi – 72 ur T: limfna tehnika, oblika pahljače ES: 5–10-% razteg PS: trak brez napetosti in tehnike	5 setov krat 20 ponovitev globinskih skokov z višine 0,6 m, maks. odziv ob doskoku 10 s počitka med skoki, 2 min. med seti	bolečina (VAL), MVIC (ročna dinamometrija), analiza krvi (CK, LDH, mioglobin, hs-CRP), skok v višino	pred vadbo, takoj po vadbi, čez 48 h, 72 h
Boobphachart et al., 2017	P: m. quadriceps, rectus femoris, vastus M in L Č: pred vadbo – 72 h T-ES: Y oblika + 2 trakova (facilitacijska tehnika) KS: trak naključno, brez napetosti in tehnike	4 seti × 25 ponovitev maks. hotenih ekscentričnih kontrakcij (60°s <sup>-1</sup> ) na izokin. dinamometru, 3 min. med seti (dominantna stran)	bolečina (MSS), m. zmogljivost (maks. izokinetični navor), analiza krvi (CK), otekline (obseg), algometrija s pritiskom, RPE (Borgova lestvica), gibljivost, višina skoka	pred vadbo, takoj po vadbi čez 24 h, 48 h, 72 h
Kim et al., 2016	P: m. biceps brachii Č: pred vadbo - ES1/ES2/ES3: ELT odstranili po vadbi/po 30 min./po 24 h po vadbi T: oblika Y	2 seta krat 25 pon. ekscentrične vadbe za fleksorje komolca, kontrakcija 3 s, 12 s počitka, 5 min. med seti (nedomin. stran)	bolečina (VAL), m. zmogljivost (MVIC), analiza krvi (CK), gibljivost (goniometrija)	pred vadbo, takoj po vadbi, čez 24 h, 48 h, 72 h, 96 h

*P* – položaj namestitve traku, *Č* – čas namestitve traku, *T* – tehnika nameščanja, *ELT* – elastični lepilni trak, *VAL* – vidna analogna lestvica, *MVIC* – največja sila hotene izometrične kontrakcije, *CK* – kreatin kinaza, *LDH* – laktatna dehidrogenaza, *hs-CRP* – visokoobčutljivostni C-reaktivni protein, *M* – medialis, *L* – lateralis, *MSS* – lestvica mišične bolečine (angl. Muscle soreness rating scale), *RPE* – občutenje napora.

raziskavah so vpliv ELT proučevali na spodnjih udih, v eni raziskavi pa na zgornjih udih (15). V vseh raziskavah so avtorji ocenjevali mišično bolečino in mišično zmogljivost, koncentracije biokemičnih markerjev mišične poškodbe v krvi pa so ocenjevali v štirih raziskavah (11, 15, 17, 18). Osnovne značilnosti terapevtskih postopkov, vadbenega programa in uporabljena merilna orodja so prikazana v preglednici 2.

### Izsledki vključenih raziskav

V vseh raziskavah so v vseh skupinah po vadbi poročali o povečanju jakosti mišične bolečine, ki je vrh dosegla 24 (18) oziroma 48 ur po vadbi (11, 16, 17). V eni raziskavi se je 48 ur po vadbi jakost mišične bolečine med izvajanjem maksimalnih kontrakcij in med dnevnimi dejavnostmi v poskusni skupini zvišala statistično značilno manj kot v primerjalni skupini. V poskusni skupini je ocena bolečine znašala 30 mm, v primerjalni skupini pa 45 mm (11). Po 72 urah po vadbi je pri treh raziskavah jakost bolečine v primerjalni skupini ostala nespremenjena glede na prejšnje ocenjevanje, v poskusni skupini pa se je vrednost vrnila na raven pred vadbo; razlika je bila statistično značilna (velikost učinka = 0,72) (16–18). Pri skupini, ki je imela ELT nameščen 24 ur, so avtorji poročali o hitrejšem znižanju jakosti mišične bolečine (17 mm po 72 urah; 9 mm po 96 urah) v primerjavi s posamezniki, ki so imeli ELT nameščen krajši čas (57 mm po 72 urah; 44 mm po 96 urah) (15).

V vseh raziskavah so po vadbi poročali o zmanjšani mišični zmogljivosti v vseh skupinah. Po 48 urah po vadbi so avtorji poročali o statistično značilni razliki med poskusno in placebo skupino v največjem izokinetičnem navoru in mehanskem delu, pri čemer se je navor pri placebo in primerjalni skupini v primerjavi z začetnim stanjem zmanjšal za ~34 %, v poskusni skupini pa se je zmanjšal za ~15 % (11). Nameščanje ELT je povzročilo zvišanje največje sile hotene izometrične kontrakcije (angl. maximal voluntary isometric contraction; MVIC) 72 ur po vadbi (18), ki je v poskusni skupini dosegla začetno raven, v primerjalni skupini in skupini z raztezanjem pa je dosegla le 86 % začetne vrednosti. Nasprotno so poročali avtorji druge raziskave, v kateri se je mišična zmogljivost po vadbi zmanjšala v vseh merjenih parametrih pri

vseh skupinah in ostala zmanjšana za 12 % tudi 72 ur po vadbi (17). Pri skupini, ki je imela ELT nameščene 24 ur, so avtorji poročali o hitrejši vrnitvi mišične zmogljivosti na prvotno raven (93 % začetne MVIC po 96 urah) v primerjavi s posamezniki, ki so imeli ELT nameščene krajši čas (65 % začetne MVIC po 96 urah) (15). V 24 urah po vadbi se je v obeh skupinah statistično značilno zmanjšala hitrost izvajanja gibov in dolžina skoka v daljino. V primerjalni skupini se je dolžina skoka od 24 do 48 ur po vadbi statistično značilno povečala (16). Višina navpičnega skoka se je pri placebo skupini zmanjšala takoj po vadbi, v poskusni skupini pa se je zmanjšala po 48 urah (17). Drugi avtorji ne poročajo o razlikah med skupinama (18).

Izsledki raziskav kažejo, da se po vadbi pomembno poveča koncentracija kreatin kinaze v krvi, kar kaže na poškodbo mišic. Avtorji poročajo o največjem dvigu koncentracije (15 %) 48 ur po vadbi in o ponovnem znižanju 72 ur po vadbi (11, 17, 18). Pri skupini, ki je imela ELT nameščen najdaljši čas, se je koncentracija kreatin kinaze najhitreje znižala na začetno raven (15). V eni raziskavi so avtorji poročali o povišanju koncentracije kreatin kinaze za 7 % v placebo skupini in 15 % v poskusni skupini 48 ur po vadbi, vendar se je koncentracija v obeh skupinah vrnila na začetno raven že 72 ur po vadbi, pri čemer se koncentracije drugih krvnih markerjev poškodbe mišice med skupinama niso razlikovale (17).

V eni izmed raziskav se je oteklina statistično značilno povečala v obeh skupinah 48 ur po vadbi (16), drugi avtorji pa ne poročajo o nastanku otekline (18). ZMB ni imela vpliva na obseg gibanja sklepov (16, 18) in občutljivost na pritisk ter občutenje napora (18). Izsledki ene izmed raziskav kažejo na zmanjšanje gibljivosti po koncu vadbe, ki je bilo pri poskusni skupini (z ELT, nameščenim 24 ur) prisotno 48 ur (aktiven obseg gibanja komolca 111°), razlika s skupino, z ELT, odstranjenim takoj po vadbi (86°), je bila statistično značilna (15). Dinamično ravnotežje se je v 48 urah izboljšalo le pri skupini z ELT, ne pa tudi v primerjalni skupini, vendar razlika ni bila statistično značilna (16).

## RAZPRAVA

Rezultati iskanja literature kažejo, da ta tema še ni dovolj raziskana, poleg tega so bile raziskave po PEDro lestvici ocenjene z največ sedmimi točkami. To lahko pripišemo tudi dejstvu, da je uporaba ELT razmeroma nov terapevtski postopek. Kljub majhnemu številu objavljenih člankov so bila v raziskavah uporabljena podobna merilna orodja in parametri vadbe, kar omogoča lažjo primerjavo.

Rezultati pregledanih raziskav kažejo, da je nameščanje ELT učinkovit ukrep za zmanjšanje razvoja ZMB, o čemer so poročali v vseh pregledanih raziskavah. Razteg traku privzdigne kožo, kar poveča prostor pod njo ter omogoči večji limfni in krvni pretok, s čimer naj bi bilo iz poškodovane mišice omogočeno hitrejše odplavljanje vnetnih celic in tako zmanjšanje bolečine (13). Nameščen ELT hkrati poveča proprioceptivni priliv zaradi draženja mehanoreceptorjev v koži, mišicah in sklepni ovojnici ter zmanjšuje občutljivost mehkih tkiv (13, 19). V vseh raziskavah so preiskovanci v poskusni skupini poročali o manjši jakosti bolečine že ob prvem ocenjevanju, takoj po koncu vadbe, kar potrjuje domnevo, da ELT z vzdraženjem mehanoreceptorjev v koži modulira zaznavanje bolečine (teorija vrat). Poleg tega ELT z draženjem Golgijevega tetivnega organa verjetno povzroči tudi avtogeno inhibicijo poškodovane mišice, kar dodatno zmanjša bolečino (20). Izsledki raziskav kažejo, da je učinek ELT opazen v vseh časovnih obdobjih merjenja.

V primerjavi s placebo ELT in raztezanjem pravilno nameščanje ELT statistično značilno poveča silo MVIC mišic ekstenzorjev kolena 72 ur po vadbi (18). Vpliv ELT na izboljšanje mišične zmogljivosti, predvsem mišične sile, verjetno temelji na večjem prilivu iz kožnih mehanoreceptorjev. To verjetno aktivira več motoričnih enot, izboljša senzorni priliv, facilitira mišične kontrakcije in tako poveča mišično silo (21). K večji mišični zmogljivosti verjetno pripomore tudi povečan pretok krvi in zmanjšanje mišične bolečine (18). Kaže torej, da je v raziskavi Boobphachart in sodelavci (18) do izboljšanja prišlo zaradi kombinacije vseh treh naštetih dejavnikov. Nasprotno, v preostalih raziskavah niso poročali o večjem vplivu ELT na največji

izokinetični navor in mišično delo tudi dlje časa (96 ur) po vadbi, kar pripisujemo dejstvu, da le dvig kože ni zadosten za ustavitev proteolize in facilitacijo reakcij za obnovo in rast mišic (11). Mišična zmogljivost se refleksno zmanjša zaradi bolečine in vnetnega odziva v mišici, s čimer se tkivo varuje pred morebitno nadaljnjo poškodbo (7). Poleg mišične sile je zmanjšana tudi mišična moč in posledično so rezultati skokov slabši (17).

Izsledki raziskav potrjujejo, da je vzrok za ZMB mišična poškodba, na kar kaže povišana koncentracija encima kreatin kinaza, ki se zaradi večje prepustnosti sarkoleme ob poškodbi mišice izloča iz celic. Večja prepustnost membrane omogoči tudi prehod tekočine v celico, kar zviša pritisk in povzroča otekanje mišice. Povečan pritisk v mišici povzroči bolečino, ki deluje kot varovalna funkcija pred previsokimi obremenitvami mišice (7). Kompleksnost procesa in veliko število reakcij so razlog, da se ZMB pojavi od 24 ur do 48 ur po vadbi, kar potrjujejo tudi izsledki pregledanih raziskav (11, 15–18). O pozitivnih učinkih na hitrejše znižanje koncentracij biomarkerjev niso poročali v nobeni izmed raziskav, poročajo pa, da je za učinkovito okrevanje potrebna vsaj 24-urna namestitvev ELT (15). Izsledki raziskav ne kažejo pomembnih učinkov ELT na zmanjšanje otekline, aktiven obseg gibanja sklepov (16, 18) in občutljivost na pritisk (18). Se pa z namestitvijo ELT pri osebah z ZMB izboljša dinamično ravnotežje, kar lahko pojasni povečan proprioceptivni priliv in boljše zaznavanje položaja sklepa (16).

ZMB povzročijo različne oblike vadbe, ki vsebujejo velik delež ekscentričnih kontrakcij, kot so pliometrična vadba, ekscentrična vadba na izokinetičnem dinamometru, tek, vadba s prostimi utežmi, počepi ali skoki v globino (16). V dveh raziskavah so avtorji uporabili enak vadbeni program s skoki v globino (16, 17), v dveh ekscentrično vadbo na izokinetičnem dinamometru (11, 18), v eni raziskavi so uporabili vadbeno klop za izvajanje fleksije komolca (15). Vse oblike vadbe so bile od zmerne do visoke intenzivnosti in so pri vseh preiskovancih povzročile ZMB. V raziskave so bili vključeni preiskovanci, ki niso bili redno telesno dejavni, le v eni raziskavi so bili vključeni rekreativni športniki (16). Sklepamo lahko, da so preiskovanci le redko izpostavljeni

ZMB zaradi vadbe in njihove mišice niso prilagojene na obremenitve, zato je mogoče, da je bila vadba zanje preintenzivna in je povzročila preveliko mišično poškodbo. Preiskovanci so jakost bolečine ocenili tudi z oceno 6 po VAL (15), kar kaže na precej izrazito poškodbo mišice. V prihodnjih raziskavah bi zato morali najprej ugotoviti mišično zmogljivost vključenih preiskovancev in glede na to ustrezno prilagoditi parametre in intenzivnost vadbenega protokola vključenemu vzorcu.

Uporabljena merilna orodja so bila v vseh raziskavah ustrezna in standardizirana. V treh raziskavah (16–18) so učinke spremljali 72 ur. Ker ZMB po intenzivni vadbi traja najmanj 72 ur, bi bilo smiselneje učinke spremljati vsaj 96 ur, kot v preostalih dveh raziskavah (11, 15), oziroma toliko časa, da se vrednosti povrnejo na začetno stanje. Pri pregledu raziskav je treba upoštevati tudi dejavnike pristranskosti, ki lahko vplivajo na rezultate. Le v dveh raziskavah so poskrbeli za nepristranskost preiskovancev in ocenjevalcev s prikrievanjem (angl. blinding) (11, 17). V preostalih raziskavah je bila sicer vključena primerjalna skupina, ki pa ni bila deležna nobene terapije (15, 16), kar bi lahko vplivalo na subjektivno oceno jakosti bolečine. Le v eni raziskavi je bila primerjalna skupina deležna navidezne terapije, s čimer so zmanjšali pomen placeba (18). Avtorji raziskav kot pomanjkljivosti svojih raziskav izpostavljajo predvsem majhen vzorec ter pomanjkanje vrednotenja dolgoročnih učinkov.

Izsledki raziskav kažejo, da je treba veliko pozornost nameniti pravilni tehniki nameščanja ELT. Boobphachart in sodelavci (18) so v raziskavi vključili skupino s placebo intervencijo nameščanja trakov, pri čemer so ugotovili nocebo učinek. Bolečina je bila 96 ur po vadbi hujša (25,8 mm) kot na začetku (10,8 mm), prav tako so poročali o izrazitejšem zmanjšanju največjega izokinetičnega navora. Za pravilno nameščanje ELT so torej potrebni ustrezno znanje in izkušnje terapevta. Iz analiziranih raziskav je razvidno, da je za zmanjšanje ZMB najustreznejša limfna tehnika (11) in za izboljšanje mišične zmogljivosti facilitacijska tehnika (18). Najboljši rezultati se kažejo ob namestitvi ELT že pred vadbo oziroma takoj po njej in njihovi uporabi vsaj 24 ur. Uporaba ELT je priporočljiva predvsem zaradi dostopnosti,

enostavne in varne uporabe ter odsotnosti negativnih učinkov (9).

## ZAKLJUČEK

Zapoznena mišična bolečina je pogost pojav po intenzivni ekscentrični vadbi, ki ga lahko ublaži uporaba ELT. Pregledane raziskave kažejo, da uporaba ELT učinkovito zmanjša zaznavanje jakosti bolečine, vendar ne pripomore k hitrejšemu okrevanju mišične zmogljivosti po vadbi, ki spodbuja nastanek ZMB. Rezultati ene od raziskav nakazujejo, da neustrezno nameščanje ELT lahko podaljša občutenje bolečine in upočasnijo pridobivanje mišične zmogljivosti, zato je ključna ustrezna usposobljenost terapevta. Za potrditev tega so potrebne nadaljnje raziskave. Najboljši rezultati se kažejo ob namestitvi ELT že pred vadbo oziroma takoj po njej in namestitvi vsaj 24 ur. Izsledki kažejo, da bi bila lahko najustreznejša tehnika nameščanja ELT za zmanjšanje bolečine limfna tehnika, za učinek na mišično zmogljivost pa facilitacijska tehnika, vendar so potrebne nadaljnje raziskave, ki bi primerjale vpliv različnih tehnik nameščanja ELT. Za večjo učinkovitost je ELT smiselno kombinirati z drugimi ukrepi za zmanjševanje ZMB.

## LITERATURA

1. Lewis PB, Ruby D, Bush-Joseph CA (2012). Muscle soreness and delayed-onset muscle soreness. *Clin Sports Med* 31(2): 255–62.
2. Kisner C, Colby LA (2012). *Therapeutic exercise foundations and techniques*. 6<sup>th</sup> ed. Philadelphia: F. A. Davis company, 196–7.
3. Paulsen G, Mikkelsen UR, Raastad T et al. (2012). Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exerc Immunol Rev* 18: 42–97.
4. Friden J, Sjoström M, Ekblom B (1983). Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int J Sports Med* 4(3): 170–76.
5. Lewis PB, Ruby D, Bush-Joseph CA (2012). Muscle soreness and delayed-onset muscle soreness. *Clin Sports Med* 31(2): 255–62.
6. Cheung K, Hume PA, Maxwell L (2003). Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med* 33(2): 145–64.
7. Hotfiel T, Freiwald J, Hoppe MW et al. (2018). Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS): part I: pathogenesis and diagnostics. *Sportverletz Sportschaden* 32(4): 243–50.

8. Salmons S (1997). *Muscle damage*. 1<sup>st</sup> ed. Oxford: Oxford medical publications, 1–107.
9. Heiss R, Lutter C, Freiwald J et al. (2019). Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS) – Part II: treatment and prevention. *Sportverletz Sportschaden* 33(1): 21–9.
10. Kase K (2005). *Illustrated kinesio taping*. 4<sup>th</sup> ed. Tokyo: Ken Ikai Co. Ltd., 6–12.
11. Camacho MA, Herrera E, Barela JA, Delgado-Diaz DC (2020). Kinesiotaping diminishes delayed muscle soreness but does not improve muscular performance. *Int J Sports Med* 41(9): 596–602.
12. Blow D (2012). *Neuromuscular taping: from theory to practice*. 1<sup>st</sup> ed. Milan: Edi-Ermes.
13. Kase K (2003). *Clinical therapeutic applications of the kinesio taping method*. 2<sup>nd</sup> ed. Tokyo: Ken Ikai, 56–9.
14. Mrgole A, Jakovljević M (2015). Učinek elastičnega lepilnega traku na bolečino različne etiologije: pregled literature. *Fizioterapija* 23(1): 41–9.
15. Kim J, Kim S, Lee J (2016). Longer application of kinesio taping would be beneficial for exercise-induced muscle damage. *J Exerc Rehabil* 12(5): 456–62.
16. Kirmizigil B, Chauchat JR, Yalciner O, Iyigun G, Angin E, Baltaci G (2019). The effectiveness of kinesio taping in recovering from delayed onset muscle soreness: a crossover study. *J Sport Rehabil* 29(4): 385–93.
17. Hazar Kanik Z, Citaker S, Yılmaz Demirtas C, Celik Bukan N, Celik B, Gunaydin G (2018). Effects of kinesio-taping on the relief of delayed onset muscle soreness: a randomized, placebo-controlled trial. *J Sport Rehabil* 28(8): 781–6.
18. 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.
19. Halseth T, McChesney JW, DeBeliso M, Vaughn R, Lien J (2004). The Effects of kinesio taping on proprioception at the ankle. *J Sport Sci Med* 3(1): 1–7.
20. Haksever B, Kınıklı Gİ, Tunay VB, Karahan S, Dönmez G (2016). Effect of kinesiotaping intervention on knee muscle strength and delayed onset muscle soreness pain following eccentric fatigue training. *Turk J Physiother Rehabil* 27(1): 12–18.
21. Yam ML, Yang Z, Zee BCY, Chong KC (2019). Effects of Kinesio tape on lower limb muscle strength, hop test, and vertical jump performances: a meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 20(1): 212.