

**UNIVERZA V LJUBLJANI  
ZDRAVSTVENA FAKULTETA  
FIZIOTERAPIJA, 1. STOPNJA**

**Tim Drenovec**

**UČINKI STATIČNEGA IN DINAMIČNEGA  
RAZTEZANJA NA MIŠIČNO ZMOGLJIVOST  
SKELETNIH MIŠIC – PREGLED LITERATURE**

diplomsko delo

**EFFECTS OF STATIC AND DYNAMIC STRETCHING  
ON SKELETAL MUSCLE PERFORMANCE –  
LITERATURE REVIEW**

diploma work

**Mentorica: doc. dr. Renata Vauhnik**

**Recenzent: izr. prof. dr. Alan Kacin**

**Ljubljana, 2021**



# ZAHVALA

Zahvaljujem se doc. dr. Renati Vauhnik za njeno pomoč in strokovno svetovanje pri pisanju diplomske naloge.

Iskrena zahvala gre tudi moji družini in prijateljem za vso podporo in spodbujanje v vseh letih študija.



## IZVLEČEK

**Uvod:** Ogrevanje pred telesno dejavnostjo velja za pomemben postopek optimiziranja posameznikove učinkovitosti pri določeni aktivnosti. Tradicionalno je ogrevanje sestavljeno iz sub-maksimalne aerobne dejavnosti, raztezanja in segmenta, kjer športniki že izvajajo gibanje, podobno njihovi nalogi ali športu. V zadnjih dveh desetletjih je športna znanstvena literatura dokazala, da statično raztezanje lahko škodljivo vpliva na zmogljivost skeletnih mišic, dinamično raztezanje pa zaradi morebitnih pozitivnih učinkov postaja vse bolj priljubljeno v športu. **Namen:** Na podlagi pregleda literature predstaviti učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na različne mere mišične zmogljivosti. **Metode dela:** Angleške prosto dostopne randomizirane kontrolirane raziskave, objavljene med leti 2009 in 2020 so bile pridobljene iz podatkovne zbirke PubMed. **Rezultati:** V analizo je bilo vključenih 13 člankov, ki so bili prosto dostopni v polnem besedilu. Za ocenjevanje mišične zmogljivosti so bili uporabljeni: lokalna mišična zmogljivost, višina skoka, izvedba šprinta, okretnost in drugi športno specifični testi. Rezultati 11 raziskav poročajo o pozitivnih učinkih dinamičnega raztezanja na mišično zmogljivost, 9 raziskav pa poroča o negativnih učinkih statičnega raztezanja na različne mere mišične zmogljivosti. **Razprava in zaključek:** Rezultati nakazujejo na potrebno previdnost pri vključevanju statičnega raztezanja v ogrevalno rutino zaradi možnega negativnega učinka, ki ga ima lahko le-to na mišično zmogljivost. Ustrezno zamenjavo zaradi potencialnih pozitivnih učinkov predstavlja dinamično raztezanje. Sestava in posamezni parametri ogrevalne rutine naj bodo individualizirani vsakemu posamezniku glede na njegove potrebe.

**Ključne besede:** statično raztezanje, dinamično raztezanje, mišična zmogljivost.



## ABSTRACT

**Introduction:** Warming up before physical activity is considered to be one of the components of optimizing individual's performance in certain activities. Traditionally, warm-ups consist of sub-maximal aerobic components, stretching, and a segment where athletes are already performing a movement similar to their task or sport. In the last two decades, literature reviews started pointing out that static stretching immediately before exercise seems to have detrimental effects on performance, while dynamic stretching became increasingly popular in sports due to its possible positive effects. **Purpose:** The objective of the diploma work was to present the effects of static and dynamic stretching on various performance indicators. **Methods:** The method, used in this paper, was a literature review. Research papers included in the review had to be fully accessible randomized controlled trials in English language, published between 2009 and 2020 and were obtained from PubMed database. **Results:** 13 full text articles were included in the analysis. The following were used to assess performance: local muscle performance, jump height, sprint performance, agility, and other specific tests. The results of 11 studies report positive effects of dynamic stretching on performance and 9 studies reported negative effects of static stretching on various performance indicators. **Discussion and conclusion:** The results indicate that caution is required when implementing static stretching into the warm-up routine due to its possible negative effects. The literature is leaning more towards dynamic stretching because of its potential positive effects. However, each warm-up routine should be individualised according to athlete's needs.

**Keywords:** static stretching, dynamic stretching, muscle performance.





# KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Mehanizmi učinkovanja statičnega raztezanja.....	3
1.1.1	Mehanski mehanizmi.....	3
1.1.2	Nevrološki mehanizmi.....	4
1.2	Mehanizmi učinkovanja dinamičnega raztezanja .....	4
1.2.1	Mehanski mehanizmi.....	5
1.2.2	Nevrološki mehanizmi.....	5
2	NAMEN .....	7
3	METODE DELA.....	8
4	REZULTATI.....	9
4.1	Značilnosti preiskovancev .....	12
4.2	Intervencija .....	13
4.3	Ocenjevalni postopki .....	16
4.4	Ugotovitve raziskav .....	18
4.4.1	Višina skoka .....	18
4.4.2	Hitrost šprinta .....	20
4.4.3	Lokalna mišična zmogljivost.....	21
4.4.4	Testi okretnosti in drugi funkcijski testi .....	21
5	RAZPRAVA.....	22
6	ZAKLJUČEK.....	28
7	LITERATURA IN DOKUMENTACIJSKI VIRI.....	29
8	PRILOGE	
8.1	Ključne značilnosti preiskovancev iz pregledane literature	
8.2	Intervencije posameznih raziskav	



## KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Diagram poteka PRISMA za izbor literature (Moher et al., 2009). .....</i>	<i>9</i>
---	----------



## KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Proučevane mere mišične zmogljivosti</i> .....	10
---	----



## **SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV**

<b>EMG</b>	Elektromiografija
<b>SSC</b>	Cikel raztega in skrajšanja mišice (angl. stretch-shortning cycle)
<b>PAP</b>	Poaktivacijska potenciacija mišice (angl. post-activation potentiation)





# 1 UVOD

Ogrevanje pred telesno dejavnostjo velja za pomemben postopek optimiziranja posameznikove učinkovitosti pri določeni aktivnosti. Tradicionalno je ogrevanje sestavljeno iz sub-maksimalne aerobne dejavnosti, raztezanja in segmenta, kjer športniki že izvajajo gibanje, podobno njihovi nalogi ali športu (Loughran et al., 2016). Učinki statičnega raztezanja na mišično zmogljivost so bili ena najbolj vročih tem v športni znanstveni literaturi zadnjih desetletij.

Statično raztezanje vključuje nadzorovano neprekinjeno premikanje dela telesa do končnega obsega giba enega ali več sklepov bodisi z aktivnim krčenjem agonističnih mišic (tj. aktivnim statičnim raztezanjem) bodisi z uporabo zunanjih sil, kot je gravitacija, partner ali pripomoček za raztezanje (pasivno statično raztezanje) (Behm et al., 2016). Glede na čas raztezanja se statično raztezanje deli na raztege kratkega trajanja, kjer se končni položaj zadrži za manj kot 60 sekund in raztege daljšega trajanja, kjer se končni položaj zadrži več kot 60 sekund (Palmer et al., 2019). V veliki meri se je izkazalo za učinkovito metodo pri povečevanju obsega gibljivosti mišic okrog posameznega sklepa, kar je koristno za športnike, katerih dejavnost zahteva višje nivoje gibljivosti (Hough et al., 2009). Tradicionalno pa je bilo vključeno tudi zaradi zmanjšanja zapoznele mišične bolečine, akutnega zmanjšanja možnosti za poškodbe in izboljšanja zmogljivosti, kar je kritičnega pomena, posebej pri disciplinah in športih kratkega trajanja (suvanje krogle, 100 m sprint) (Aguilar et al., 2012).

V zadnjih dveh desetletjih so nekateri učinki statičnega raztezanja začeli veljati za škodljive za mišično zmogljivost in moč. V skladu s tem je bilo priporočeno, da se le-to ne uporablja pred dejavnostmi, povezanimi z mišično jakostjo in močjo. Kay in Blazevich (2012) sta preučila 106 raziskav statičnega raztezanja in pokazala, da trajanje  $\geq 60$  sekund na mišično skupino povzroči povprečen upad zmogljivosti za 7,5% pri meritvah mišične moči, statično raztezanje s trajanjem krajšim od 45 sekund pa se lahko uporablja med ogrevanjem brez večjega tveganja za škodljive učinke na mišično moč in zmogljivosti. Štiri leta pozneje so Behm in sodelavci (2016) v sistematičnem pregledu pokazali, da  $\geq 60$  sekund statičnega raztezanja na mišično skupino škoduje nalogam mišične jakosti in moči ( $\Delta 4,6$  %),  $\leq 60$  sekund statičnega raztezanja pa se je izkazalo za manj škodljivo ( $\Delta 1,1$  %) (Behm et al., 2016). Na splošno je potrebno negativne učinke statičnega raztezanja razlagati v odvisnosti

od skupne količine statičnega raztezanja (Kay in Blazevich, 2012; Behm et al., 2016; Caldwell et al., 2019; Palmer et al., 2019; Pulverenti et al., 2019).

Zdi se, da kratkotrajno statično raztezanje v primerjavi z dolgotrajnim ne vpliva na živčno-mišično aktivacijo in togost mišično-tetivne enote v isti meri. Med drugim je to lahko posledica povišane mišične temperature, zaradi učinka drugih postopkov, ki jih izvajamo med ogrevanjem. Natančneje, povišana mišična temperatura povzroči povečano hitrost prevodnosti mišičnih vlaken (Pearce et al., 2012) in izboljšano vezavo kontraktilnih proteinov (aktin, miozin) (Sale, 2002).

Do sedaj je bilo dokazano, da statično raztezanje nima učinka na preprečevanje poškodb in zapoznelo mišično bolečino. Lahko pa zmanjšuje pojavnost akutnih mišičnih poškodb pri gibanjih s hitro izmenjujočimi kontrakcijami, kot na primer tek in šprint (Loughran et al., 2016). Poleg tega nedavni dokazi kažejo, da lahko kratkotrajno statično raztezanje, če je vključeno v polno ogrevalno rutino, prispeva k zmanjšanju tveganja za mišično-tetivne poškodbe, zlasti pri visoko intenzivnih dejavnostih (npr. tek v šprintu in hitre spremembe smeri) (Woods et al., 2007; Behm et al., 2016).

Številne raziskave so poročale, da statično raztezanje lahko povzroči znatno zmanjšanje proizvodnje mišične sile pri nizki, zmerni in visoki hitrosti kontrakcije. Posledično vključitev statičnega raztezanja v ogrevanje pred telesno dejavnostjo lahko negativno vpliva na mišično jakost, moč in hitrost, tako pri enostavnih kot pri kompleksnih gibih (Kay, Blazevich, 2012). Potrebno je upoštevati dejstvo, da raziskave dostikrat preiskovance izpostavijo količini raztezanja, ki je večja od tiste, ki je običajno uporabljena pred raznimi športnimi dejavnostmi. Prav tako raziskave redko po raztezanju vključijo še komponento športu in gibalnemu vzorcu specifičnega ogrevanja in so velikokrat izvedene s preiskovanci, ki so le minimalno seznanjeni s testi, kar lahko vpliva na samo izvedbo in na rezultate (Blazevich et al., 2018).

Druga oblika raztezanja, ki v športu postaja čedalje bolj priljubljena, je dinamično raztezanje. Slednje vključuje nadzorovano gibanje dela telesa skozi aktivni obseg giba brez zadrževanja končnega položaja (Behm, Chaouachi, 2011). Nedavne raziskave kažejo, da lahko zmanjša možnost za poškodbe (Loughran et al., 2016), izboljša mišično jakost koncentrične kontrakcije, čas teka v šprintu in izvedbo vertikalnega skoka in s tem nudi pri ogrevanju alternativo za statično raztezanje (Hough et al., 2009).

Trenutna literatura tako poudarja, naj se statično raztezanje v procesu ogrevanja uporablja skrbno in v kontekstu potreb posameznika ali pa naj se mu celo v celoti izogne in s tem odpravi potencialne škodljive učinke na mišično zmogljivost (Opplert, Babault, 2017). V primeru uporabe le-tega zaradi morebitnega pozitivnega učinka na gibljivost in preprečevanje mišično-tetivnih poškodb pa se za ublažitev negativnih učinkov po kratkotrajnem statičnem raztezanju priporoča izvajanje dinamičnega raztezanja (Behm et al., 2016).

## **1.1 Mehanizmi učinkovanja statičnega raztezanja**

Mehanizmi, odgovorni za zmanjšanje zmogljivosti po statičnem raztezanju, še vedno niso popolnoma znani, a raziskovalci poskušajo razložiti negativne učinke statičnega raztezanja s spremembami v živčno-mišičnem prenosu in z biomehanskimi značilnostmi mišic. Raztezanje tako svoje učinke dosega preko mehanskih ali perifernih mehanizmov in nevroloških oziroma centralnih mehanizmov, prav tako pa ne smemo pozabiti tudi na psihološki vpliv, ki ga ima lahko na športnika (Gelen, 2010).

### **1.1.1 Mehanski mehanizmi**

Ena od hipotez za zmanjšanje zmogljivosti po statičnem raztezanju ta učinek pripisuje spremembam v visko-elastičnih lastnostih mišic, ki posledično spremenijo razmerje med dolžino mišice in proizvedeno silo (odnos dolžina-sila) ter zmanjšajo elastični potencial mišično-tetivne enote. Mišično-tetivno enoto se lahko »podaljša« na dva načina: s krčenjem ali pasivnim raztezanjem mišice. Ko se določena mišica krči, pride do skrajšanja kontraktilnih elementov in kompenzatornega podaljševanja pasivnih elementov, kot je to na primer tetiva (Weerapong et al., 2004). Zmanjšanje togosti po raztezanju ovira shranjevanje elastične energije med ekscentrično fazo in ponovno uporabo le-te med koncentrično kontrakcijo ter je zato lahko odgovorno za zmanjšanje mišične moči in proizvedene sile (Paradisis et al., 2013). Spremembe v togosti kit naj bi povzročile tudi zakasnitev elektromehaničnega prevajanja in posledično zmanjšale hitrost razvoja sile (Loughran et al., 2016).

### **1.1.2 Nevrološki mehanizmi**

Nekateri avtorji so že poskušali raziskati možne nevrološke mehanizme za učinke statičnega raztezanja na mišično zmogljivost, a je literatura še precej raznolika in si zaradi pomanjkanja dokazov nekatere ugotovitve celo nasprotujejo (Rubini et al., 2007).

Dokazano je bilo, da statično raztezanje daljšega trajanja (> 60 s) vpliva na živčni sistem in povzroči akutno nevronske inhibicije. Raziskave poročajo o upadu maksimalne hotene kontrakcije in zmanjšani aktivaciji motoričnih enot plantarnih fleksorjev po zadržku raztega daljšem od 60 sekund. Spremenjeno delovanje živčevja je verjetno povezano z opaženim zmanjšanjem mišične zmogljivosti po statičnem raztezanju. Raziskave poročajo tudi o zmanjšani aktivaciji motoričnih enot (nižja elektromiografska (EMG) amplituda) mišic vastus lateralis in rectus femoris pri počasnih ( $60^\circ \text{ s}^{-1}$ ) in hitrih ( $300^\circ \text{ s}^{-1}$ ) hitrostih po dolgem trajanju (> 60 s) statičnega raztezanja. Po drugi strani pa raziskave poročajo, da raztegi krajšega trajanja (< 60 s) nimajo bistvenega vpliva na te parametre (Chaabene et al., 2019).

Nekatere raziskave kažejo tudi na zmanjšanje v Hoffmanovem refleksnem odzivu (H-refleks) med in po raztezanju, ki je pogosto uporabljen kot nevrofiziološka meritev za vpogled v aktivacijo  $\alpha$  motonevronov (Weerapong et al., 2004). Do teh sprememb bi lahko prišlo zaradi akutne nevronske inhibicije in posledično povečane avtogene inhibicije, ki zniža nivo aktivacije motoričnih nevronov (Paradisis et al., 2014). Statično raztezanje facilitira pošiljanje inhibitornih ukazov sklepnih receptorjev tipa III in IV ter Golgijevega tetivnega organa. Ti inhibitorni signali prek hrbtenjače zavrejo aktivacijo  $\alpha$  motoričnih nevronov. Prav tako se po raztezanju zmanjša aktivnost mišičnega vretena in posledično refleksa na razteg. Zmanjšana vzdražnost nociceptorjev ter receptorjev v mišicah, tetivah in sklepih, ki so vsi mehanizmi za zaščito struktur med gibanjem, bi tudi lahko sodila med mehanizme, odgovorne za zmanjšanje zmogljivosti (Rubini et al., 2007).

## **1.2 Mehanizmi učinkovanja dinamičnega raztezanja**

Tudi o osnovnih mehanizmih dinamičnega raztezanja in njegovih vplivih na zmogljivost še ni znanega veliko. Prav tako kot pri statičnem raztezanju se predvideva, da so mehanizmi nevrološke ali centralne ter mehanske ali periferne narave (Opplert, Babault, 2017).

### **1.2.1 Mehanski mehanizmi**

Mišice se med raztezanjem aktivno in ritmično krčijo, kar lahko vodi k povečanju srčnega utripa in telesne temperature (Fletcher, Jones 2004). Po dvigu temperature pride do povečane prevodnosti živčevja, podajnosti mišično-tetivne enote in kroženja encimov, ki prispevajo k hitrejšemu nastajanju energije (Bishop 2003).

Ena izmed posledic zvišane mišične temperature je zmanjšanje viskoznosti in znižanje odpornosti na razteg ter posledično povečan obseg gibljivosti. Prek tega mehanizma bi lahko pričakovali večjo podajnost mišično-tetivne enote. Trenutna literatura se osredotoča na učinke povezane z dvigom telesne temperature, mehanske lastnosti same mišično-tetivne enote pa je potrebno še raziskati (Opplert, Babault, 2017).

Izboljšanje v mišični zmogljivosti po dinamičnem raztezanju je lahko posledica poaktivacijske potenciacije (PAP) mišice. To je prehodno izboljšanje mišične kontraktilnosti po predhodni prostovoljni kontrakciji. Posledično bi po dinamičnem raztezanju lahko pričakovali višjo stopnjo razvoja sile. Čeprav se domneva, da dinamično raztezanje lahko povzroči PAP, je bolj verjetno, da je slednje povezano z večjimi silami (Maloney et al., 2014). Nekatere raziskave pa so vendar nakazovale učinkovito stimuliran PAP po balističnem raztezanju. Če je PAP odvisen od stopnje mišične rekrutacije, bi to deloma pojasnilo zakaj hitrejša dinamično raztezanje lahko povzroči večje povečanje zmogljivosti v primerjavi s počasnim dinamičnim raztezanjem (Opplert, Babault, 2017). Eden glavnih mehanizmov, ki je odgovoren za PAP, je fosforilacija lahke verige miozina, ki naredi interakcijo med aktinom in miozinom bolj občutljivo na sprostitvev kalcijevih ionov iz sarkoplazemskega retikulima. To posledično poveča hitrost razvoja navora in skrajša čas do največjega proizvedenega navora ter poveča mišično silo, moč in hitrost pri nadaljnjih kontrakcijah (Gelen, 2012).

### **1.2.2 Nevrološki mehanizmi**

Povečanje zmogljivosti po dinamičnem raztezanju lahko pripišemo tudi nevrološkim dejavnikom, kot sta aktivacija motoričnih enot in refleksna občutljivost mišic. Avtorji predvidevajo, da je izboljšanje živčno-mišične funkcije verjetno posledica višje temperature jedra in mišic, ki poveča hitrost prevodnosti živčnih celic in občutljivost živčnih receptorjev,

kar je povezano z izboljšano vzdražnostjo motoričnih enot. Ob kontrakciji se jih tako vključi več in so bolj sinhronizirane (Bishop 2003; Fletcher, Jones 2004).

Izboljšanje živčno-mišične učinkovitosti po dinamičnem raztezanju je bilo povezano tudi s spremembami v refleksni občutljivosti. V nasprotju s statičnim raztezanjem, hitro dinamično raztezanje mišice ne zmanjša refleksne aktivnosti, ampak le-to celo poveča. Raziskave poročajo o znatnem zmanjšanju presinaptične inhibicije po dinamičnem raztezanju. Tu je sicer prisotnih kar nekaj nasprotujočih si dokazov, saj nekateri avtorji poročajo, da je balistično raztezanje takoj po statičnem raztezanju pokazalo večji upad amplitude H-refleksa kot pa samo statično raztezanje. (Opplert, Babault, 2017).

Še ena izmed možnosti za pozitivne spremembe v zmogljivosti po dinamičnem raztezanju je vadenje gibanja po specifičnem gibalnem vzorcu (Aguilar et al., 2012). Vadba gibalnih vzorcev z dinamičnim raztezanjem lahko poveča živčno-mišično koordinacijo, kar mišicam omogoča hitrejši prehod od ekscentrične do koncentrične faze giba in pozitivno vpliva na sledečo gibalno nalogo. Prav tako ta tip raztezanja lahko pripomore k izboljšanju propriocepcije in predaktivacije, potrebne pri šprintu ali skokih. Dinamično raztezanje stimulira mišična vretena, podobno kot pliometrični treningi, kar povzroči povečanje mišične refleksne aktivnosti in s tem potencira aktivnost raztegnjene mišice (Opplert, Babault, 2017).

## **2 NAMEN**

Namen diplomskega dela je s pomočjo pregleda literature predstaviti učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na zmogljivost skeletnih mišic. Obravnavane mere mišične zmogljivosti bodo: lokalna mišična zmogljivost, višina skoka, izvedba šprinta, okretnost in drugi športno specifični testi.

### 3 METODE DE LA

Podatki so bili pridobljeni z analizo sekundarnih virov, pri čemer je bila uporabljena podatkovna zbirka PubMed. Vključitveni kriteriji pri iskanju literature so bili:

- Članki, objavljeni v obdobju med 2009 in 2020,
- članki, napisani v angleškem jeziku,
- ključne besede iskanja: static, dynamic, stretching, performance,
- randomizirane kontrolirane raziskave,
- prosto dostopno celotno besedilo raziskave.

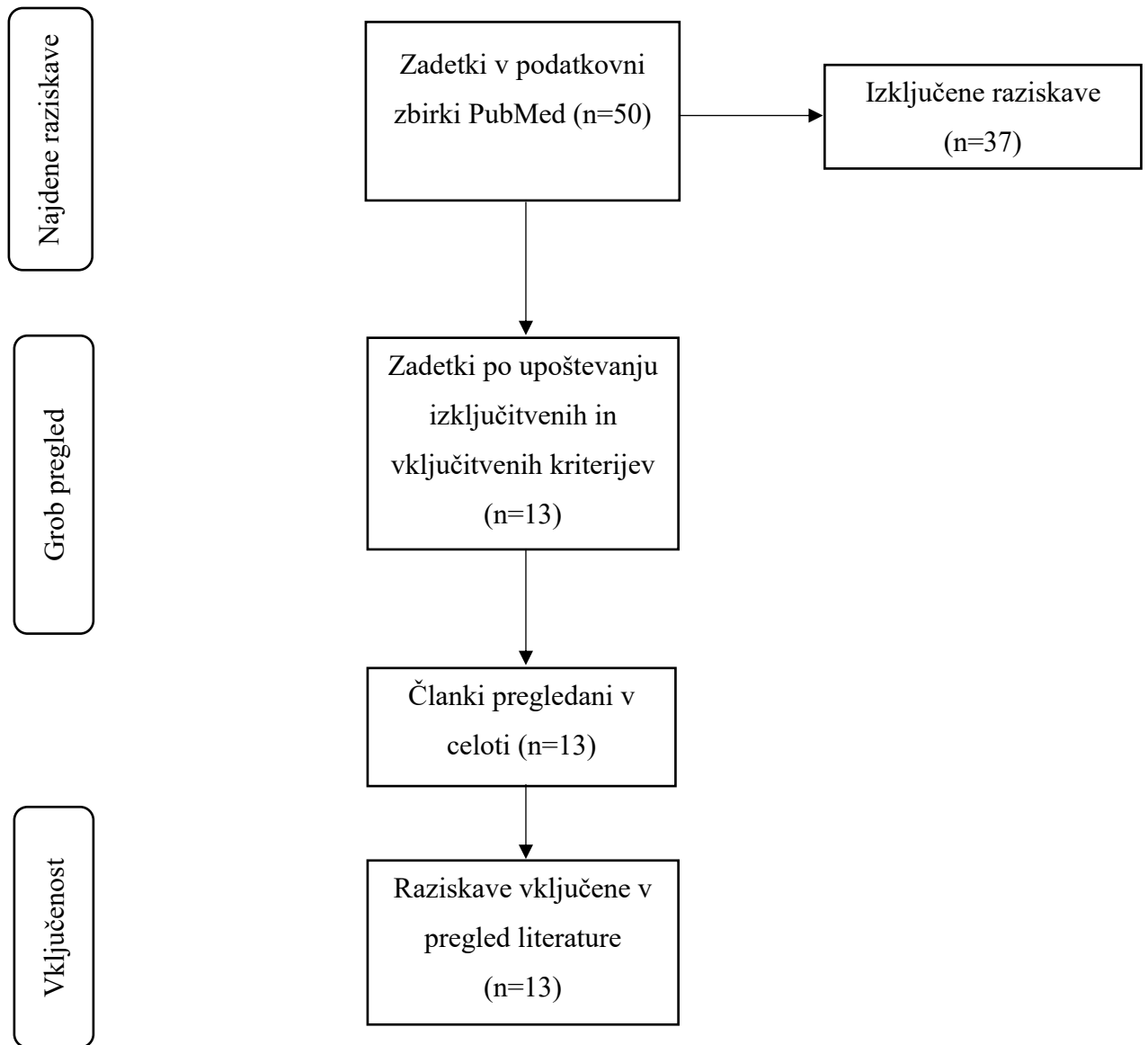
Izključitveni kriteriji so bili:

- Raziskave brez kontrolne skupine,
- pregledi literature,
- študije primera,
- plačljiva literatura.



## 4 REZULTATI

Z vnosom ključnih besed je bilo najdenih 50 zapisov. Po upoštevanju izključitvenih kriterijev, vključitvenih kriterijev in pregledu člankov je bilo za analizo primernih 13 člankov.



Slika 1: Diagram poteka PRISMA za izbor literature (Moher et al., 2009).

V analiziranih raziskavah so avtorji preučevali učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na mišično zmogljivost. Proučevane mere mišične zmogljivosti pri posamezni raziskavi so prikazani v tabeli 1.

*Tabela 1: Proučevane mere mišične zmogljivosti*

Avtorji	Mera mišične zmogljivosti
Hough et al. (2009)	višina skoka
Sekir et al. (2009)	lokalna mišična zmogljivost
Dalrymple et al. (2010)	višina skoka
Gelen (2010)	hitrost šprinta, športu specifični testi
Behm et al. (2011)	višina skoka, okretnost
Van Gelder, Bartz (2011)	okretnost
Aguilar et al. (2012)	višina skoka, lokalna mišična zmogljivost
Carvalho et al. (2012)	višina skoka
Kruse et al. (2013)	višina skoka
Paradisis et al. (2013)	višina skoka, hitrost šprinta
Loughran et al. (2016)	višina skoka, hitrost šprinta
Walsh (2016)	lokalna mišična zmogljivost
Blazevich et al. (2018)	višina skoka, hitrost šprinta, okretnost

Devet raziskav je proučevalo vpliv raztezanja na višino skoka (Hough et al., 2009; Dalrymple et al., 2010; Behm et al., 2011; Aguilar et al., 2012; Carvalho et al., 2012; Kruse et al., 2013; Paradisis et al., 2013; Loughran et al., 2016; Blazevich et al., 2018). Hough in sodelavci (2009) so opazovali učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na zmogljivost pri skoku iz počepa in elektromiografsko aktivnost mišic med njim. Dalrymple in sodelavci (2010) ter Kruse in sodelavci (2013) sta oba pri univerzitetnih igralkah odbojke testirala višino skoka z nasprotnim gibom. Behm in sodelavci (2011) so v svoji raziskavi opazovali učinke raztezanja na dva različna tipa skokov. Prvi je bil skok z nasprotnim gibom, pri katerem je cikel raztega in skrajšanja mišice (angl. stretch shortning cycle - SSC) nekoliko počasnejši, drugi pa globinski skok, pri katerem je prisoten hiter SSC. Blazevich in sodelavci

(2018) so kot testno meritev za višino skoka izbrali vertikalni skok s trimetrskim zaletom, skok iz počepa, globinski skok ter skok z nasprotnim gibom. Carvalho in sodelavci (2012) so kot test višine skoka izbrali skok iz počepa in skok z nasprotnim gibom. Paradisis in sodelavci (2013), Loughran in sodelavci (2016) ter Aguilar in sodelavci (2012) so v svojih raziskavah testirali učinke raztezanja na skok z nasprotnim gibom, a pri različnih populacijah.

Štiri raziskave so primerjale učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na hitrost šprinta (Gelen, 2010; Paradisis et al., 2013; Loughran et al., 2016; Bazevich et al., 2018). Blazevich in sodelavci (2018), Paradisis in sodelavci (2013) ter Loughran in sodelavci (2016) so kot testno metodo izbrali šprint na 20 metrov, čemur je Loughran s sodelavci (2016) dodal še dolžini 10 in 40 metrov. Gelen (2010) je svoje preiskovance opazoval pri izvedbi šprinta na 30 metrov.

Tri raziskave so bile pozorne tudi na učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na lokalno mišično zmogljivost (Sekir et al., 2009; Aguilar et al., 2012; Walsh, 2016). Raziskava avtorjev Sekir et al., (2009) je kot mero mišične zmogljivosti izbrala največji navor med izokinetično kontrakcijo fleksorjev in ekstenzorjev kolena, poleg tega pa so z elektromiografijo (EMG) merili tudi aktivacijo teh mišic. Walsh (2016) je največji navor med koncentrično kontrakcijo fleksorjev in ekstenzorjev kolena izmeril z izokinetičnim dinamometrom. Isto metodo so uporabili tudi Aguilar in sodelavci (2012), ki pa so poleg maksimalnega koncentričnega navora izmerili tudi maksimalni ekscentrični navor.

Tri raziskave so primerjale učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na okretnost in druge športno specifične teste (Gelen, 2010; Van Gelder, Bartz, 2011; Blazevich et al., 2018). Van Gelder in Bartz (2011) sta se v svoji raziskavi posvetila učinkom raztezanja na okretnost. Kot mero so preiskovanci izvedli tako imenovani 505 test okretnosti, ki se uporablja za merjenje zmogljivosti pri šprintu, pospeševanju ter menjavi smeri. Blazevich in sodelavci (2018) so kot test okretnosti izbrali T-test spremembe smeri, Gelen (2010) pa je poleg šprinta na 30 metrov v svoji raziskavi testiral slalomsko vodenje žoge z nogami in izvedbo enajstmetrovke.

## 4.1 Značilnosti preiskovancev

V raziskavo z največjim vzorcem preiskovancev je bilo vključenih 60 univerzitetnih profesionalnih in rekreativnih košarkarjev (Van Gelder, Bartz, 2011), najmanjši vzorec pa je imela raziskava z 10 športnicami (Sekir et al., 2009). V dveh raziskavah so bile obravnavane le univerzitetne igralke odbojke (Dalrymple et al., 2010; Kruse et al., 2013) in v treh le igralci ter igralke nogometa (Gelen 2010; Aguilar et al., 2012; Loughran et al., 2016). Najmanjša povprečna starost preiskovancev je bila 14,5 let (Carvalho et al., 2012), najstarejša pa 46,3 let v raziskavi, ki je primerjala učinke raztezanja pri rekreacijsko aktivnih mladih fantih in moških srednjih let (Behm et al., 2011). V treh raziskavah so bili hkrati vključeni tako preiskovanci moškega kot tudi ženskega spola (Aguilar et al., 2012; Paradisis et al., 2013; Walsh 2016). V osmih raziskavah so bili vključeni le moški (Hough et al., 2009; Sekir et al., 2009; Gelen 2010; Behm et al., 2011; Van Gelder, Bartz, 2011; Carvalho et al., 2012; Loughran et al., 2016; Blazevich et al., 2018) in v dveh le ženske (Dalrymple et al., 2010; Kruse et al., 2013). V dveh raziskavah so bili preiskovanci le mladostniki (Carvalho et al., 2012; Paradisis et al., 2013). Ključne značilnosti preiskovancev so predstavljene v prilogi 8.1.

## 4.2 Intervencija

Postopki raztezanja mišic so se med posameznimi raziskavami nekoliko razlikovali. V vseh raziskavah so bile raztezane večje mišice spodnjih udov. Tiste mišične skupine, ki so bile raztezane s statičnim raztezanjem, so bile nato zajete tudi v protokol dinamičnega raztezanja. Večina avtorjev je preiskovance razdelila v eno izmed treh intervencijskih skupin: skupina statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja in kontrolna skupina. Do razlik je lahko prihajalo v številu in zaporedju vaj, času zadržka raztega, premorom med posameznimi raztegi. Intervencije posameznih raziskav so opisane v prilogi 8.2.

Hough in sodelavci (2009) so po ogrevanju na cikličnem ergometru preiskovance razdelili v eno izmed treh testnih skupin. Kontrolna skupina je 2 minuti po ogrevanju že izvedla testni postopek, medtem ko je skupina statičnega raztezanja in skupina dinamičnega raztezanja najprej izvedla 7 minut dodeljene intervencije, čemur sta sledili 2 minuti počitka in testni postopek. Preiskovanci so laboratorij obiskali trikrat, med posameznimi testiranjmi pa je bilo najmanj 24 ur. Preiskovance so prosili, naj se vzdržijo hujšega telesnega napora 24 ur pred udeležbo v preskusi. Poleg tega so preiskovanci morali ohraniti podobne prehrambne navade in se vzdržati kofeina 12 ur pred obiskom laboratorija.

Sekir in sodelavci (2009) so preiskovance s testnimi postopki najprej seznanili na seznanitvenem obisku, nato pa so v treh nezaporednih dnevih izvedli tri testne protokole. Povprečno skupno trajanje statičnega in dinamičnega raztezanja je bilo 6 minut, kontrolna skupina pa je po ogrevanju 5 minut počivala.

Dalrymple in sodelavci (2010) so testiranje izvedli v 3-tedenskem časovnem obdobju z enim testiranjem na teden. Med ogrevanjem in testno intervencijo so imeli preiskovanci 2 minuti počitka. Raztezanje je trajalo 8 minut, čemur je pred testiranjem sledila še 1 minuta počitka.

Gelen (2010) je vse preiskovance najprej na dveh predhodnih obiskih seznanil z ogrevalnimi in testnimi protokoli. Vse ogrevalne vaje so bile izvedene pod nadzorom ekipnega trenerja v 10-članskih skupinah ob isti uri (11.00). Vsaka od 4 metod ogrevanja je bila izvedena v nezaporednih in naključnih dneh. 5-minutnemu ogrevanju sta sledili 2 minuti počitka in testna intervencija. Pred končnimi testnimi protokoli so preiskovanci 4-5 minut počivali. Celotno testiranje je bilo izvedeno v 11 dneh.

Behm in sodelavci (2011) so preiskovance razdelili v 3 skupine, in sicer 2 raztezni skupini in eno kontrolno. Meritve so bile opravljene pred intervencijo, takoj po intervenciji in 10 min kasneje. Pred vsako izmed intervencij so se preiskovanci ogreli, čemur je sledil raztezni protokol ali pa 12 minut počitka za kontrolno skupino. Intervencije so bile naključno razporejene na ločene dni z vsaj 48-urnim premorom med vsakim testiranjem. Testiranje je potekalo v podobnem času dneva. Udeležencem je bilo naročeno, da poživil (npr. kave) ne zauživajo vsaj 3 ure pred testiranjem ter se prav tako vsaj 4 ure pred tem izogibajo telesnim naporom.

Van Gelder in Bartz (2011) sta univerzitetne igralko odbojke prav tako razdelila v 3 intervencijske skupine, po 20 v vsako. Po 10-minutnem ogrevanju in 3-minutnem počitku je kontrolna skupina takoj nadaljevala s testiranjem, skupina statičnega in dinamičnega raztezanja pa je izvedla približno 8,5 minut trajajoči raztezni protokol. Raztezanju je sledil preizkus testa okretnosti in nato merjena izvedba testa.

Aguilar in sodelavci (2012) sta preiskovance pred testiranjem razdelila tudi glede na spol in naključno dodelila eni izmed treh testnih skupin. Testiranje je trajalo približno 90 minut in je vključevalo meritve pred intervencijo, intervencijsko obdobje in meritve po intervenciji. 15 minut pred začetkom intervencije so preiskovanci počivali, tako da kakršnokoli možno povečanje telesne temperature iz testiranja pred intervencijo ne bi spremenilo učinkov raztezanja. Kontrolna skupina je po začetnem ogrevanju 10 minut sede počivala, skupina statičnega in dinamičnega raztezanja pa je izvedla dodeljen protokol.

Carvalho in sodelavci (2012) so skupino statičnega raztezanja še dodatno razdelili na aktivno in pasivno statično raztezanje. Protokol raztezanja je bil v obeh skupinah enak, le da so v prvi preiskovanci gib izvedli sami, v drugi pa ga je vodil preiskovalec. Testiranci v kontrolni skupini so po ogrevanju 5 minut sede počivali, nato pa so pričeli s testi. Ta raziskava je bila izvedena v petih zaporednih obiskih, vedno ob 15.00, 2 uri po kosilu preiskovancev. Na prvi dan so testiranci prebrali in podpisali soglasje, opravili antropometrične meritve in podana so bila pojasnila o poskusnem postopku. Od drugega do petega dne so bili preiskovanci naključno razvrščeni v preiskovalne skupine in so vsak dan izvedli enega od testnih protokolov.

Kruse in sodelavci (2013) so za namene svoje raziskave izvedli štiri testne obiske. Prvi dan je služil seznanitvi in predhodnemu testiranju, nato pa so sledili 3 dnevi naključnega

testiranja razteznih protokolov. Tako protokol statičnega raztezanja kot dinamičnega raztezanja je trajal skupno 7 minut, preiskovanci v kontrolni skupini pa so 7 minut sede počivali. Trije testni dnevi so bili razporejeni tekom dveh tednov in so bili izvedeni v razmaku najmanj 48 ur.

Paradisis in sodelavci (2013) so podatke za raziskavo zbrali v 6 testiranjih, ki so bile ločeni z 48 do 72-urnim intervalom. Preiskovanci so izvedli 5-minutno ogrevanje s počasnim samoreguliranim tempom, ki so mu takoj sledili testi pred intervencijo. Po tem so preiskovanci izvedli enega od razteznih protokolov v naključnem vrstnem redu ali pa so 6 minut počivali (kontrolna skupina). Temu so takoj sledilo testi. Testiranci so se najprej udeležili 3 seznanitvenih obiskov, kjer so jih preiskovalci seznanili z različnimi protokoli raztezanja in testi ter pridobili potrebne antropološke podatke: starost, višina, masa, in odstotek telesne maščobe.

Loughran in sodelavci (2016) so v svoji raziskavi prav tako primerjali tri raztezne protokole, a so za razliko od večine ostalih raziskav primerjali skupino statičnega raztezanja, statičnega + dinamičnega raztezanja in kontrolno skupino. Testiranje je potekalo devetkrat v 16 dneh. Udeleženci so dan pred testiranjem počivali in dosledno vzdrževali plan prehrane in hidracije 48 ur pred testiranjem. Testiranje je potekalo vsakič ob istem času, na isti dan v obdobju treh tednov. Udeležencem je bil z uporabo kuvert naključno dodeljen eden od treh preskusnih protokolov. Vsak protokol je bil sestavljen iz submaksimalnega aerobnega ogrevanja in enega izmed dveh razteznih protokolov ali pa 10-minutnega počitka po ogrevanju. Vse meritve hitrosti šprinta in zmogljivosti pri skoku so izvedli udeleženci na začetku (po submaksimalnem aerobnem ogrevanju), po prvi intervenciji (statično raztezanje ali počitek) in nazadnje po drugi intervenciji (dinamično raztezanje ali počitek).

Walsh (2016) je meritve za raziskavo zbral tekom treh laboratorijskih obiskov. Vsak udeleženec je opravil vse testne protokole, po enega na obisk, obiski pa so bili ločeni s 3-5 dnevi počitka. Vsak testni protokol je vključeval meritve izhodiščnih mirovnih vrednosti. Izhodiščnim meritvam je sledilo 15 minut kolesarjenja pri 70% ocenjenega največjega srčnega utripa udeleženca. Temu so sledile 3 minute statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja ali pa enako dolg sedeč počitek.

Blazevich in sodelavci (2018) so primerjali učinke dinamičnega raztezanja ter krajše (5 s) in daljše (30 s) trajanje pasivnega statičnega raztezanja mišic s kontrolno skupino, na

zmogljivost pri testih, ki posnemajo običajne športne naloge. Testni dnevi so bili ločeni z vsaj 72-urami počitka. Vsak udeleženec je pred začetkom raziskave opravil vsaj en predhodni obisk z namenom učenja razteznih protokolov, postopkov testiranja, seznanitve z opremo, laboratorijskim prostorom in besednimi navodili preiskovalcev. Udeleženci so morali nositi enako športno obutev in športna oblačila vse dni testiranja in se vzdržati intenzivne vadbe ter kofeina, ali kateregakoli drugega poživila, 24 ur pred testiranjem. Po ogrevanju so preiskovanci izvedli enega izmed treh testnih protokolov: dinamično raztezanje, statično raztezanje ali pa kontrolno intervencijo, kjer so testiranci takoj nadaljevali z ocenjevalnimi postopki, saj počitek po ogrevanju ni tipičen za športne dejavnosti.

### **4.3 Ocenjevalni postopki**

Proučevane mere mišične zmogljivosti po raztezanju so bile višina skoka (Hough et al., 2009; Dalrymple et al., 2010; Behm et al., 2011; Aguilar et al., 2012; Carvalho et al., 2012; Kruse et al., 2013; Paradisis et al., 2013; Loughran et al., 2016; Blazevich et al., 2018), izvedba šprinta (Gelen 2010; Paradisis et al., 2013; Loughran et al., 2016; Blazevich et al., 2018), meritve lokalne mišične zmogljivosti (Sekir et al., 2009; Aguilar et al., 2012; Walsh 2016) ter okretnost, reakcijski čas in športu specifični testi (Gelen 2010; Van Gelder, Bartz 2011; Blazevich et al., 2018). Raziskave so imele različne protokole ocenjevanja izidov.

Hough in sodelavci (2009) so opazovali učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na zmogljivost pri vertikalnem skoku in elektromiografsko aktivnost (EMG) mišic med njim. Za merjenje višine in trajanja vertikalnega skoka je bila uporabljena tehnika skoka iz počepa in kontaktna plošča za merjenje višine odziva (Power Timer 1.0, Newtest Ltd, Kiviharjuntie, Finska). Pri skoku iz počepa se je preiskovanec s krčenjem kolen pomikal do začetnega položaja za skok, v katerem se je počutil najbolj udobno. Testiranec je v tem položaju ostal 2 sekundi, saj je bil s tem izničen kakršenkoli ekscentričen gib, ki bi lahko sprožil SSC. Po 2-sekundnem obdobju v spuščnem položaju je preiskovalec besedno ukazal testirancu izvedbo vertikalnega skoka. Kot meritev je bila uporabljena srednja vrednost treh izvedenih skokov. Podatki EMG so bili zabeleženi natančno od trenutka, ko je preiskovanec začel s koncentrično fazo skoka in do pristanka posameznika nazaj na sistem kontaktnih plošč. Raziskava avtorjev Sekir et al., (2009) je kot mero mišične zmogljivosti izbrala največji navor med izoknetično kontrakcijo fleksorjev in ekstenzorjev kolena, ki so ga izmerili z



dinamometrom Cybex NORM (Cybex NORM isokinetic system, Lumex Inc., Ronkonkoma, New York, USA). Prav tako so z elektromiografijo (EMG) merili aktivacijo fleksorjev in ekstenzorjev kolena.

Tudi Behm in sodelavci (2011) so za svoje meritve uporabili sistem kontaktnih plošč (AMTI, Watertown, MA, ZDA). Izvedena sta bila dva različna tipa skokov. Prvi je bil skok z nasprotnim gibom, pri katerem je SSC nekoliko počasnejši. Merjeni so bili kontaktni čas, čas v zraku in višina skoka. Preiskovanci so bili testirani tudi z globinskimi skoki, pri katerih je prisoten hiter SSC in so bili izvedeni z višine 30 centimetrov. Preiskovanci so s kar se da kratkim kontaktnim časom na tleh poskušali skočiti čim višje. Izmerjen je bil kontaktni čas, čas v zraku ter višina skoka, v analizo pa je bil vključen najvišji skok.

Blazevich in sodelavci (2018) so kot testno meritev za višino skoka izbrali vertikalni skok s trimetrskim zaletom, izmerjen s sistemom Vertec ter skok iz počepa, globinski skok z višine 40 cm in skok z nasprotnim gibom, ki so bili izmerjeni s sistemom kontaktnih plošč (987B, Kistler Instrumente, Švica). Kot test okretnosti je bil izveden T-test spremembe smeri, izmerjena pa je bila tudi zmogljivost pri 20 metrskem šprintu. Tudi Carvalho in sodelavci (2012) so kot test višine skoka izbrali skok iz počepa in skok z nasprotnim gibom, za meritve pa so bile uporabljene kontaktne plošče Axon Jump (Axon Bioingenaria Desportiva, Buenos Aires, Argentina) in programska oprema Axon Jump 4.0.

Van Gelder in Bartz (2011) sta se v svoji raziskavi posvetila učinkom raztezanja na okretnost. Kot meritev so preiskovanci izvedli tako imenovani 505 test okretnosti, ki se uporablja za merjenje zmogljivosti pri šprintu, pospeševanju ter menjavi smeri.

Walsh (2016) je vpliv statičnega in dinamičnega raztezanja na koncentrično moč fleksorjev in ekstenzorjev kolena izmeril z izokinetičnim dinamometrom (Biodex Medical Systems, New York, ZDA). Določeno je bilo povprečje največjega navora, doseženega pri posamezni seriji meritev. Isto metodo so uporabili tudi Aguilar in sodelavci (2012), ki pa so poleg maksimalnega koncentričnega navora izmerili tudi maksimalni ekscentrični navor. Uporabljen je bil Biodex 3 izokinetični dinamometer (Biodex Medical System, Inc., Shirley, NY, ZDA). Izvedbo skoka z nasprotnim gibom so testirali z uporabo kontaktnih plošč (Bertec številka modela 4060-08A; Bertec Corp., Columbus, OH, ZDA). Preiskovancem so nad glavo postavili tudi cilj nogometne žoge, ki je bila nekoliko višje od višine poskusnih skokov, z namenom spodbude maksimalne izvedbe.

Paradisis in sodelavci (2013) ter Loughran in sodelavci (2016) so v svojih raziskavah testirali učinke raztezanja na skok z nasprotnim gibom ter izvedbo šprinta. Paradisis in sodelavci (2013) so za dolžino šprinta izbrali 20 metrov, ki je bil izmerjen s pomočjo sistema TC-Timing System (Draper, UT, ZDA), višina skoka pa je bila izmerjena z uporabo kontaktnih plošč Bosco (Rim, Italija). Kontaktna plošča, uporabljena v raziskavi avtorjev Loughrana in sodelavcev (2016) je bila Kistler 9286ba (Kistler North America, Amherst, New York, ZDA). Poleg 20 metrov dolgega šprinta, so izmerili zmogljivost tudi pri 10 in 40 metrskem šprintu, za katere je bil uporabljen sistem merjenja Speedtrap II (Brower Timing Systems, Draper, Utah, ZDA). Gelen (2010) je v svoji raziskavi testiral 30-metrski šprint ter slalomsko vodenje žoge z nogami, pri katerem je uporabil sistem elektronskih časovnih luči (NewTest 2000, Oulu, Finska) in izvedbo enajstmetrovke, kjer je z radarsko pištolo (SportsRadar 3600, Astro Products, Ontario, CA, ZDA) meril hitrost žoge.

Dalrymple in sodelavci (2010) ter Kruse in sodelavci (2013) so vsi pri univerzitetnih igralkah odbojke testirali višino skoka z nasprotnim gibom. Prvi so za meritve uporabili Kistlerjev tip kontaktnih plošč 9286AA (Winterthur, Švica), drugi pa sistem Vertec.

## **4.4 Ugotovitve raziskav**

Ker so raziskave vključevale različne mere mišične zmogljivosti, je neposredna primerjava nekoliko otežena, a ugotovitve vseeno kažejo na pozitivne učinke dinamičnega raztezanja pred različnimi oblikami telesne dejavnosti ter na potrebno previdnost pri uporabi statičnega raztezanja tik pred športno aktivnostjo, kjer gibljivost morda ni glavnega pomena.

### **4.4.1 Višina skoka**

Hough in sodelavci (2009) so opazili statistično pomembno razliko v zmogljivosti pri skokih po statičnem in dinamičnem raztezanju. Statično raztezanje je vodilo v 4,2 % zmanjšanje višine skoka v primerjavi s kontrolno skupino ( $p < 0.05$ ), dinamično raztezanje pa v 4,9 % povečanje ( $p < 0.05$ ). Največja razlika je bila med skupino statičnega raztezanja in skupino dinamičnega raztezanja, kjer je bila višina skoka za kar 9,4 % ( $p < 0.001$ ) večja v drugi skupini. Prišlo je tudi do statistično pomembne razlike v EMG aktivnosti vastus medialis, kjer je bila le-ta 85 % večja po dinamičnem raztezanju ( $p < 0.05$ ).

Behm in sodelavci (2011) so prišli do podobnih ugotovitev. Mlajši moški preiskovanci so bistveno izboljšali zmogljivost v skoraj vseh meritvah. Dinamična raztezna intervencija je znatno izboljšala višino globinskega skoka in skoka z nasprotnim gibom v primerjavi s statičnim raztezanjem in kontrolno skupino. Višina skoka po statičnem raztezanju je bila manjša za 3,2 % ( $p = 0.04$ ) takoj po raztezanju. Po 10 minutah je bila višina skoka slabša za 2,4 %, kar pa ni bilo več statistično pomembno. Dinamično raztezanje je izboljšalo zmogljivost pri skokih za 7,6 % v primerjavi s skupino statičnega raztezanja (meritev takoj po intervenciji) ter za 7,9 % v primerjavi s kontrolno skupino takoj po intervenciji in 8,2 % v primerjavi s kontrolno skupino 10 minut po intervenciji.

Tudi Loughran in sodelavci (2016) so opazili statistično pomembni 10,6 % upad v višini skoka in 7,4 % upad v mišični moči pri skoku ( $p < 0.05$ ) po statičnem raztezanju, če je temu sledilo še dinamično raztezanje, pa je prišlo do 8,7 % izboljšanja v višini skoka in 6,8 % izboljšanja v mišični moči.

Carvalho in sodelavci (2012) niso našli statistično pomembne razlike v višini skoka z nasprotnim gibom med različnimi tipi raztezanja in kontrolno skupino. Je pa prišlo do znatnega ( $p < 0.05$ ) izboljšanja višine skoka skupine aktivnega statičnega raztezanja ( $34,0 \pm 6$  cm) in skupine dinamičnega raztezanja ( $33,7 \pm 5,5$  cm) v primerjavi s skupino pasivnega statičnega raztezanja ( $32,6 \pm 5,5$  cm). Statistično pomembna razlika med skupinami je bila tudi pri višini skoka iz počepa ( $p < 0.05$ ). Prišlo je do znatnega zmanjšanja višine skoka po pasivnem statičnem raztezanju ( $28,7 \pm 4,3$  cm) in aktivnem statičnem raztezanju ( $28,7 \pm 4,7$  cm) v primerjavi s kontrolno skupino ( $29,9 \pm 5,0$  cm). Bistveno izboljšano zmogljivost pri skoku iz počepa pa so opazili po dinamičnem raztezanju ( $29,6 \pm 4,9$  cm) v primerjavi s pasivnim statičnim raztezanjem ( $28,7 \pm 4,3$  cm).

Kruse in sodelavci (2013) so po analizi podatkov prišli do ugotovitve, da obstaja statistično pomembna razlika med statičnim raztezanjem in dinamičnim raztezanjem ( $p = 0.014$ ) ter med kontrolno skupino in skupino dinamičnega raztezanja ( $p = 0.007$ ). Po dinamičnem raztezanju so preiskovanci dosegali precej višje skoke kot po statičnem raztezanju ali kontrolni intervenciji. V tej raziskavi so ugotovili tudi, da zmanjšanje zmogljivosti po statičnem raztezanju s časom upada, saj je bila razlika med testiranjem po 1 minuti in po 5 minutah, ter po 1 minuti in 25 minutah statistično pomembna ( $p < 0.001$ ). Prav tako upada tudi izboljšanje zmogljivosti po dinamičnem raztezanju, saj so bile statistično pomembne razlike prisotne med testiranjem po 1, 5, 15 in 25 minutah ( $p < 0.001$ ).

Blazevich in sodelavci (2018), Dalrymple in sodelavci (2010) ter Aguilar in sodelavci (2012) niso prišli do statistično pomembnih ugotovitev vpliva različnih načinov raztezanja na kateregakoli od tipov vertikalnega skoka.

Rezultati raziskave Paradisisa in sodelavcev (2013) pa poročajo o statistično pomembnem poslabšanju višine skoka z nasprotnim gibom tako po statičnem kot po dinamičnem raztezanju. Statično raztezanje je zmanjšalo uspešnost skoka z nasprotnim gibom za 6,3% pri mladostnikih in deklicah, prišlo pa je tudi do takojšnjega zmanjšanja za 2,2% po dinamičnem raztezanju ( $p < 0.05$ ).

#### **4.4.2 Hitrost šprinta**

Gelen (2010) je prišel do statistično pomembnih razlik v izvedbi šprinta tako po statičnem kot po dinamičnem raztezanju. Po prvem so preiskovanci povprečno dosegali 0,39 sekunde (8,5%) daljše čase šprinta kot kontrolna skupina ( $p < 0.01$ ), po dinamičnem raztezanju pa se je čas šprinta skrajšal za 0,19 sekunde (4,1%) ( $p < 0.03$ ). Pri kombinaciji statičnega raztezanja z dinamičnim ni prišlo do statistično pomembne spremembe v času šprinta.

Loughran in sodelavci (2016) pri krajših dolžinah šprintov (10 in 20 m) niso odkrili statistično pomembnih razlik v zmogljivosti posameznikov po intervencijah, so pa opazili statistično pomembno zmanjšanje zmogljivosti skupine s statičnim raztezanjem in kontrolne skupine pri šprintu na 40 m. Statično raztezanje v kombinaciji z dinamičnim, je pri tem testu prineslo najboljše rezultate, saj so preiskovanci dosegali znatno boljše rezultate kot skupina s statičnim raztezanjem in kontrolna skupina. Od prve so imeli povprečno 0,13 sekunde boljše rezultate, od druge pa 0,12 sekunde ( $p < 0.05$ ), kar kaže na možnost izničenja negativnih učinkov statičnega raztezanja na izvedbo šprinta.

Paradisis in sodelavci (2013) poročajo o 2,5% daljših časih šprinta na 20 m po statičnem raztezanju v primerjavi s kontrolno skupino ( $p < 0.05$ ), Behm in sodelavci (2011) pa pri rezultatih šprinta niso našli statistično pomembnih razlik med intervencijskimi skupinami.

### 4.4.3 Lokalna mišična zmogljivost

Sekir in sodelavci (2009) so opazili statistično pomemben ( $p < 0,001$ ) upad koncentričnega in ekscentričnega največjega navora kvadricepsa pri obeh hitrostih gibanja sklepa ( $60$  in  $180^\circ / s$ ) in znatno povečanje po dinamičnem raztezanju pri istih hitrostih ( $p < 0.01$  in  $p < 0.001$ ). Poleg tega je največji navor fleksorjev kolena pri  $60$  in  $180^\circ / s$  statistično pomembno upadel po statičnem raztezanju ( $p < 0.01$  in  $p < 0.001$ ) in statistično pomembno narasel pri  $180^\circ / s$  po dinamičnem raztezanju ( $p < 0.05$ ). Tudi Walsh (2016) je ob primerjavi učinkov različnih intervencij na moč ekstenzorjev in fleksorjev kolena opazil statistično pomembno ( $p < 0.05$ ) zmanjšanje moči obeh mišičnih skupin po statičnem raztezanju, Aguilar in sodelavci (2012) pa niso odkrili statistično pomembnih razlik med intervencijami.

### 4.4.4 Testi okretnosti in drugi funkcijski testi

Van Gelder in Bartz (2011) sta prišla do statistično pomembnih ugotovitev glede vpliva raztezanja na okretnost. Na 505 testu okretnosti so preiskovanci po dinamičnem raztezanju dosegli bistveno hitrejšo čase ( $2,22 \pm 0,12$  sekunde) v primerjavi tako s statičnim raztezanjem ( $2,33 \pm 0,15$  sekunde,  $p = 0,013$ ) kot s kontrolno skupino ( $2,32 \pm 0,12$  sekunde,  $p = 0.026$ ). Razlika med skupino s statičnim raztezanjem in kontrolno skupino ni bila statistično pomembna ( $p = 0.962$ ). Gelen (2010) je pri testu slalomskega vodenja žoge z nogami opazil statistično pomembno  $0,24$ -sekundno poslabšanje (%  $4,1$ ) po statičnem raztezanju ( $p < 0.02$ ) ter  $0,30$ -sekundno izboljšanje (%  $5,1$ ) po dinamičnem raztezanju ( $p < 0.01$ ). Statistično pomembna razlika je bila prisotna tudi pri izvedbi enajstmetrovke. Po statičnem raztezanju je bila hitrost žoge za  $2,09$  km/h (%  $2,1$ ) manjša ( $p < 0.01$ ), po dinamičnem raztezanju pa za  $3,31$  km/h ( $3,3\%$ ) hitrejša ( $p < 0.03$ ). Ko je bilo statično raztezanje uvedeno v kombinaciji z dinamičnim raztezanjem, pri meritvah zmogljivosti ni bilo opaženih statistično pomembnih razlik.

## 5 RAZPRAVA

Devet vključenih raziskav je primerjalo učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na višino skoka (Hough et al., 2009; Dalrymple et al., 2010; Behm et al., 2011; Aguilar et al., 2012; Carvalho et al., 2012; Kruse et al., 2013; Paradisis et al., 2013; Loughran et al., 2016; Blazevich et al., 2018).

Štiri raziskave (Hough et al., 2009; Behm et al., 2011; Kruse et al., 2013; Loughran et al., 2016) so prišle do podobnih statistično pomembnih ugotovitev o zmanjšanju višine vertikalnega skoka po statičnem raztezanju ter izboljšanju po dinamičnem raztezanju. Hough in sodelavci (2009) so opazili tudi znatno povečanje EMG aktivnosti vastus medialis po dinamičnem raztezanju in rahel upad po statičnem raztezanju, ki pa ni bil statistično pomemben. To bi lahko nakazovalo na povečano živčno-mišično aktivacijo po uporabi prve metode raztezanja. V tej raziskavi je bil vertikalni skok izveden 2 minuti po intervenciji. Možno je, da je to kratko obdobje med razteznim protokolom in testom poudarilo spremembe mehanskih in / ali nevroloških lastnosti mišic, kar bi lahko vodilo v večjo spremembo pri uspešnosti izvedbe vertikalnega skoka. Behm in sodelavci (2011), ki so opazovali tudi vpliv starosti na različne učinke raztezanja, so ugotovili, da tako negativni učinki statičnega raztezanja kot pozitivni učinki dinamičnega, niso povezani s starostjo posameznika. Kruse in sodelavci (2013) prav tako poročajo o izboljšanju izvedbe skoka z nasprotnim gibom 1 in 5 minut po dinamičnem raztezanju, ki pa je s časom upadalo do izhodiščne vrednosti 15 in 25 minut po intervenciji. Prav tako se oslabitve, povzročene s statičnim raztezanjem nekaj minut po intervenciji začnejo vračati nazaj k izhodiščnim vrednostim, saj 25 minut po raztezanju ni bilo več opaznih statistično pomembnih razlik. Tudi Loughran in sodelavci (2016) poročajo o znatnem poslabšanju zmogljivosti po statičnem raztezanju, a so ugotovili, da izvedba dinamičnega raztezanja lahko izniči negativne učinke. Izkazalo se je namreč, da ima slednje pozitivne učinke na vse mere mišične zmogljivosti, uporabljene v tej raziskavi.

Carvalho in sodelavci (2012) niso našli statistično pomembnega učinka različnih vrst raztezanja na višino skoka z nasprotnim gibom v primerjavi s kontrolno skupino. Avtorji menijo, da bi bil eden izmed razlogov, da po statičnem raztezanju zmogljivost ni upadla, lahko bila premajhna količina raztezanja. Le-ta morda ni bila zadostna, da bi povzročila

spremembe v mišično-tetivni togosti in posledično vplivala na mišično in refleksno aktivacijo. Opažena je bila statistično pomembna razlika med aktivnim statičnim raztezanjem in dinamičnim raztezanjem v primerjavi s pasivnim statičnim raztezanjem, kjer sta prvi intervenciji prinesli boljše rezultate. Pri skoku iz počepa so avtorji raziskave opazili statistično pomembne upade zmogljivosti po pasivnem statičnem raztezanju in aktivnem statičnem raztezanju. To bi lahko bila posledica visoke intenzivnosti, uporabljene v tej raziskavi, kar bi lahko vplivalo na živčno-mišično koordinacijo.

Tri raziskave (Dalrymple et al., 2010; Aguilar et al., 2012; Blazevich et al., 2018) niso našle statistično pomembnih razlik v izvedbi vertikalnega skoka med statičnim in dinamičnim raztezanjem ter kontrolno skupino. Blazevich in sodelavci (2018) so v raziskavo vključili kar štiri različne tipe vertikalnih skokov: vertikalni skok s trimetrskim zaletom, skok iz počepa, skok z nasprotnim gibom in globinski skok. Glavna ugotovitev te raziskave je bila, da vključitev tako intervencije statičnega kot dinamičnega raztezanja v obsežno ogrevalno rutino ni znatno vplivala na izvedbo različnih tipov vertikalnega skoka. Na podlagi teh rezultatov so avtorji prišli do sklepa, da morda vključenost kratkotrajnega ali zmerno dolgega raztezanja mišic ne bo spremenila zmogljivosti pri športnih posameznikih, ki so dobro seznanjeni z izvedbo telesnih nalog ter opravijo pravilno strukturirano ogrevanje. Ena od možnih omejitev te zasnove raziskave je, da so bili testi izvedeni v krožnem stilu, pri čemer so bile dovoljene 4 minute za dokončanje vsakega preizkusnega bloka. Zato je lahko zadnji test, na kateri koli testni dan, prišel na vrsto po 12 minutah drugih testov maksimalne intenzivnosti. Ostaja torej vprašanje, ali bi posamezna intervencija lahko bolj vplivala na rezultate testov, izvedenih takoj po ogrevalnem protokolu.

Aguilar in sodelavci (2012) prav tako poročajo o pomanjkanju statistično pomembnih sprememb v izvedbi vertikalnega skoka po statičnem in dinamičnem raztezanju v primerjavi s kontrolno skupino. V literaturi obstajajo nasprotujoči si dokazi glede učinka dinamičnega raztezanja na izvedbo skoka. Nekatere raziskave kažejo znatno povečanje, medtem ko druge ne kažejo učinka. Protokoli dinamičnega raztezanja, ki so običajno izboljšali višino skoka, pogosto vključujejo tudi funkcionalne dinamične vaje in daljše trajanje dinamičnega raztezanja. Avtorji raziskave menijo, da do izboljšanja višine skoka morda ni prišlo zaradi predolgega obdobja med intervencijo in testiranjem (6 minut). Poleg tega je možno, da njihov protokol ogrevanja ni vključeval dovolj skoku specifičnih dejavnost. Tudi Dalrymple in sodelavci (2010) niso odkrili statistično pomembnih razlik pri izvedbi skoka z nasprotnim

gibom do 5 minut po statičnem in dinamičnem raztezanju. Glavni dejavnik za zmanjšanje zmogljivosti po statičnem raztezanju naj bi bil čas raztezanja. Skupni čas statičnega raztezanja v tej raziskavi je bil 180 sekund, predvideva pa se, da je pri daljših trajanjih zmogljivost slabša. V raziskavo so bile vključene univerzitetne igralkе odbojke in verjetno je, da poznavanje protokolov in spretnost izvedbe prav tako vpliva na rezultate. Čeprav razlika ni bila statistično pomembna, je večina preiskovank po dinamičnem raztezanju dosegla najboljše višine skokov.

Ena izmed raziskav (Paradisis et al., 2013) poroča o statistično pomembnem poslabšanju višine skoka z nasprotnim gibom tako po statičnem kot po dinamičnem raztezanju. Rezultati te raziskave so pokazali, da statično raztezanje zmanjša uspešnost izvedbe skoka z nasprotnim gibom za 6,3 % pri dečkih in deklicah, dinamično raztezanje pa 2,2 % pri dečkih. Dejstvo, da se je višina skoka zmanjšala tudi pri kontrolni skupini, pa kaže na to, da je to morda posledica drugih dejavnikov. Raziskava je pokazala tudi, da so fantje skočili znatno višje kot dekleta, a ni razlike med vplivi statičnega in dinamičnega raztezanja glede na spol.

Štiri raziskave so primerjale učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na izvedbo šprinta (Gelen 2010; Paradisis et al., 2013; Loughran et al., 2016; Blazevich et al., 2018).

Rezultati raziskave Paradisisa in sodelavcev (2013) so pokazali da je statično raztezanje znatno poslabšalo rezultate šprinta na 20 m pri mladostnikih. Druga pomembna ugotovitev te raziskave je bil učinek glede na spol, kjer ni bilo opažene nobene razlike med spoloma, kar pomeni, da statično raztezanje in dinamično raztezanje nista različno vplivala na spol. Tudi intervencija dinamičnega raztezanja ni pokazala statistično pomembnega učinka na izvedbo šprinta. Tudi Loughran in sodelavci (2016) so prišli do podobnih ugotovitev vpliva statičnega raztezanja na zmogljivost in izvedbo šprinta. V tej raziskavi se je izkazalo, da ima protokol statičnega raztezanja statistično pomemben negativen vpliv na vse mere mišične zmogljivosti. Možno je, da dinamični protokol ogrevanja izveden po statičnem raztezanju te negativne učinke izniči. Avtorji torej priporočajo, da se v športu statično raztezanje uporablja na začetku ogrevanja z dinamičnim raztezanjem in športu specifičnimi vajami na koncu, tik pred nastopom. Verjetno je, da uvedba slednjih elementov po statičnem raztezanju odpravi negativne učinke statičnega raztezanja na zmogljivost. Omejitev te raziskave je velika stopnja osipa udeležencev. Zaradi dejstva, da je bilo testiranje izvedeno sredi sezone, se je več igralcev poškodovalo pri svojem športu, kar je pomenilo, da jih je bilo potrebno izključiti iz raziskave. Temu bi se lahko do neke mere izognili s testiranjem izven sezone. Do istih



ugotovitev je pri igralcih nogometa prišel tudi Gelen (2010). Rezultati te raziskave podpirajo hipotezo, da statično raztezanje negativno vpliva na rezultat šprinta, vključitev dinamičnega raztezanja in drugih dinamičnih vaj pa negativne učinke lahko izničijo. Blazevich in sodelavci (2018) med statičnim in dinamičnim raztezanjem ter izvedbo šprinta niso našli statistično pomembnih razlik. Na podlagi rezultatov raziskave športni posamezniki, ki so dobro seznanjeni z izvedbo nalog telesne zmogljivosti in ki opravijo pravilno strukturirano ogrevanje, morda po raztegih kratkega ali zmernega trajanja, ne bodo deležni učinkov, ki bi vplivali na njihovo zmogljivost.

Tri raziskave so bile pozorne tudi na učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na lokalno mišično zmogljivost (Sekir et al., 2009; Aguilar et al., 2012; Walsh, 2016).

Aguilar in sodelavci (2012) so v raziskavi ugotovili, da dinamični protokol raztezanja močno izboljša največji ekscentrični navor ekstenzorjev kolena, kar bi lahko zmanjšalo tveganje za poškodbe in izboljšalo zmogljivost takoj po ogrevanju. Kratko trajanje statičnega raztezanja, je morda tudi ključnega pomena za preprečevanje sprememb pri največjem proizvedenem navoru. Če namreč statični razteg držimo dlje kot 90 sekund, obstajajo močni dokazi za zmanjšanje mišične jakosti, ko pa raztezanje traja manj kot 30 sekund, so ugotovitve o okvari moči bolj spremenljive. V nasprotju s hipotezo je dinamično raztezanje izboljšalo samo največji ekscentrični navor kvadricepsa, povečanje največjega koncentričnega navora kvadricepsa je bilo statistično nepomembno. Glavna ugotovitev raziskave avtorja Walsh (2016) je bila, da obstaja statistično pomembna interakcija med tipom raztezanja in mišično jakostjo mišic kolena. Statično raztezanje je v primerjavi s kontrolno skupino in skupino dinamičnega raztezanja zmanjšalo koncentrično jakost fleksorjev in ekstenzorjev, kar je delno potrdilo avtorjevo hipotezo, saj kontrolna intervencija in dinamično raztezanje nista vplivala na mišično jakost. Vključitev moških in žensk v vzorec raziskave se lahko šteje za omejitev raziskave, saj z vključitvijo obeh spolov obstaja večja možnost za heterogenost v odzivu na raztezanje. Poleg tega kontrolna skupina ni imela enake količine vadbe kot eksperimentalni skupini, saj je bil namesto razteznih protokolov uveden sedeči počitek. Prav tako lahko majhnost uporabljenega vzorca omeji širšo uporabo ugotovitev.

Sekir in sodelavci (2009) so v raziskavi primerjali takojšnji učinki dinamičnega in statičnega raztezanja ekstenzorjev in fleksorjev kolena z meritvami največjega navora med izokinetično kontrakcijo fleksorjev in ekstenzorjev kolena ter spremljanjem mišične aktivnosti z EMG meritvami. Rezultati te raziskave, ki je bila izvedena pri vrhunskih

športnicah, so razkrili, da statično raztezanje ekstenzorjev in fleksorjev kolena zmanjša koncentrično, ekscentrično in izokinetično jakost obeh mišičnih skupin. Na to je pokazala tudi zmanjšana aktivnost teh mišic na EMG po statičnem raztezanju. Nasprotno pa se je koncentrična in ekscentrična jakost in EMG aktivnost po dinamičnih razteznih vajah povečala. Omejitev te raziskave je v tem, da je bil izmerjen samo največji navor in ne tudi kot pri katerem je bil največji navor dosežen ali navor pri posameznih stopinjah obsega giba fleksije in ekstenzije kolena.

Tri raziskave so primerjale učinke statičnega in dinamičnega raztezanja na okretnost in druge športu specifične teste (Gelen 2010; Van Gelder, Bartz 2011; Blazevich et al., 2018).

Van Gelder in Bartz (2011) sta v svoji raziskavi prišla do ugotovitev, ki podpirajo hipotezo, da takojšnji učinki dinamičnega raztezanja vodijo do bistvenega izboljšanja uspešnost na 505 testu okretnosti v primerjavi z takojšnjimi učinki statičnega raztezanja in kontrolne skupine brez raztezanja. Podatki kažejo tudi, da je bilo to izboljšanje izraženo tako pri populaciji rekreativnih kot profesionalnih športnikov. Druga hipoteza, da statično raztezanje negativno vpliva na izvedbo 505 testa okretnosti, v primerjavi s kontrolno skupino, ni bila podprta. Med skupinama namreč ni bilo statistično pomembne razlike v času izvedbe testa. Zato avtorja sklepata, da dinamično raztezanje izmed teh treh intervencij vodi v najboljše rezultate pri izvedbi nalog, ki vključujejo tek ter spremembo smeri za 180°. Pomembna pomanjkljivost v tej raziskavi je omejena uporaba rezultatov, saj se 505 test okretnosti nanaša samo na športe, ki vključujejo tekaške spretnosti, ki vsebujejo obrat za 180° (npr. košarka ali nogomet). Tudi Gelen (2010) je v svoji raziskavi prišel do statistično pomembnih ugotovitev vpliva statičnega in dinamičnega raztezanja na izvedbo športu specifičnih testov. Preiskovanci v tej raziskavi so bili nogometaši, zato je avtor kot testa zmogljivosti izbral tudi test slalomskega vodenja žoge z nogami in izvedbo enajstmetrovke. Rezultati te raziskave podpirajo hipotezo, da je statično raztezanje poslabšalo slalomsko vodenje žoge z nogami in hitrost žoge pri izvedbi enajstmetrovke. Najbolj presenetljiv rezultat te raziskave je, da kljub temu izrazitemu poslabšanju izvedbe šprinta, slalomskega vodenja žoge in izvedbe enajstmetrovke po statičnem raztezanju, negativne učinke tega tipa raztezanja lahko omejimo ali celo izničimo z vključevanjem dinamičnega raztezanja in vaj. Pri kombiniranemu tipu ogrevanja v raziskavi ni bilo opaženih statistično pomembnih razlik pri izvedbi testov zmogljivosti. Blazevich in sodelavci (2018) v svoji raziskavi niso našli statistično pomembnih povezav med statičnim in dinamičnim raztezanjem in izvedbo T testa

okretnosti. Glavna ugotovitev te raziskave je bila, da vključitev statičnega ali dinamičnega raztezanja v obsežno ogrevalno rutino pred vadbo ni znatno vplivala spremembo smeri (T test okretnosti) ali kateregakoli drugega izmed parametrov zmogljivosti v primerjavi s kontrolnim stanjem brez raztezanja.

## 6 ZAKLJUČEK

Namen diplomskega dela je bil predstavitev učinkov statičnega in dinamičnega raztezanja na zmogljivost prek različnih mer mišične zmogljivosti, kot so: lokalna mišična zmogljivost, višina skoka, izvedba šprinta, okretnost in drugi funkcijski testi.

V analizo je bilo vključenih 13 raziskav. Rezultati 9 raziskav poročajo o negativnih učinkih statičnega raztezanja na različne mere mišične zmogljivosti, kar nakazuje na potrebno previdnost pri vključevanju statičnega raztezanja v ogrevalno rutino. Ugotovitve 11 raziskav kažejo na pozitivne učinke dinamičnega raztezanja na mišično zmogljivost. S tem pregledom literature smo torej ugotovili, da je v ogrevalno rutino pred dejavnostmi, kjer je v ospredju mišična zmogljivost, bolj kot statično raztezanje, smiselno vključiti dinamično raztezanje.

Med posameznimi raziskavami so bile prisotne razlike v postopkih testiranja, ki bi lahko vplivale na končni rezultat. Znanstvena literatura namreč kaže na to, da so učinki različnih vrst raztezanja na mišično zmogljivost povezani z organizacijo celostne ogrevalne rutine, s skupnim volumnom raztezanja, dolžino zadrževanja raztega, časom med raztezanjem in dejavnostjo ter tipom dejavnosti na katero se s posamezno vrsto raztezanja pripravljamo. Sestava in posamezni parametri ogrevalne rutine naj bodo individualizirani vsakemu posamezniku glede na njegove potrebe. Nadaljnje raziskave so torej potrebne na področju doziranja raztezanja in vključevanju le tega v celostno ogrevano rutino za optimalen učinek na mišično zmogljivost. Več raziskav je potrebnih tudi na področju razumevanja mehanizmov delovanja različnih vrst raztezanja.

## 7 LITERATURA IN DOKUMENTACIJSKI VIRI

Aguilar AJ, DiStefano LJ, Brown CN, Herman DC, Guskiewicz KM, Padua DA (2012). A Dynamic Warm-up Model Increases Quadriceps Strength and Hamstring Flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 1130–41.

doi:[10.1519/jsc.0b013e31822e58b6](https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31822e58b6).

Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(1): 1-11. doi:[10.1139/apnm-2015-0235](https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0235).

Behm DG, Chaouachi A (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology* 111, 2633-2651. doi:[10.1007/s00421-011-1879-2](https://doi.org/10.1007/s00421-011-1879-2).

Behm DG, Plewe S, Grage P et al. (2011). Relative static stretch-induced impairments and dynamic stretch-induced enhancements are similar in young and middle-aged men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 20 October 2011. doi: [10.1139/h11-107](https://doi.org/10.1139/h11-107).

Bishop D (2003). Warm up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine* 33: 439-454. doi: [10.2165/00007256-200333060-00005](https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00005).

Blazevich AJ, Gill ND, Kvorning T et al. (2018). No Effect of Muscle Stretching within a Full, Dynamic Warm-up on Athletic Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(6), 1258–66. doi:[10.1249/mss.0000000000001539](https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001539).

Carvalho FLP, Carvalho MCGA, Simão R et al. (2012). Acute Effects of a Warm-Up Including Active, Passive, and Dynamic Stretching on Vertical Jump Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2447–52. doi:[10.1519/jsc.0b013e31823f2b36](https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31823f2b36).

Caldwell SL, Bilodeau RLS, Cox MJ, Peddle D, Cavanaugh T, Young JD, et al. (2019). Unilateral hamstrings static stretching can impair the affected and contralateral knee

extension force but improve unilateral drop jump height. *Eur. J. Appl. Physiol.* 119, 1943–1949. doi: [10.1007/s00421-019-04182-x](https://doi.org/10.1007/s00421-019-04182-x).

Chaabene H, Behm DG, Neggra Y, Granacher U (2019). Acute Effects of Static Stretching on Muscle Strength and Power: An Attempt to Clarify Previous Caveats. *Frontiers in Physiology* 2019 Nov 29;10:1468. doi: [10.3389/fphys.2019.01468](https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01468).

Dalrymple KJ, Davis SE, Dwyer GB, Moir GL (2010). Effect of static and dynamic stretching on vertical jump performance in collegiate women volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*: January 2010 - Volume 24 - Issue 1 - p 149-155. doi: [10.1519/JSC.0b013e3181b29614](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b29614).

Fletcher IM, Jones B (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *Journal of Strength Conditioning research* 18: 885–8. doi: [10.1519/14493.1](https://doi.org/10.1519/14493.1).

Gelen, E (2010). Acute Effects of Different Warm-Up Methods on Sprint, Slalom Dribbling, and Penalty Kick Performance in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 950–6. doi:[10.1519/jsc.0b013e3181cb703f](https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181cb703f).

Hough PA, Ross EZ, Howatson G (2009). Effects of Dynamic and Static Stretching on Vertical Jump Performance and Electromyographic Activity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(2): 507–12. doi:[10.1519/JSC.0b013e31818cc65d](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818cc65d).

Kay AD, Blazeovich AJ (2012). Effect of Acute Static Stretch on Maximal Muscle Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(1): 154–64. doi:[10.1249/MSS.0b013e318225cb27](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318225cb27).

Kruse NT, Barr MW, Gilders RM, Kushnick MR, Rana SR (2016). Using a practical approach for determining the most effective stretching strategy in female college division I volleyball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 27(11). doi: [10.1519/JSC.0b013e31828bf2b6](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828bf2b6).

Loughran M, Glasgow P, McVeigh J (2016). The effects of a combined static-dynamic stretching protocol on athletic performance in elite Gaelic footballers: A randomised

controlled crossover trial. *Physical Therapy in Sports* (2017). doi:

[10.1016/j.ptsp.2016.11.006](https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.11.006).

Maloney SJ, Turner AN, Fletcher IM (2014). Ballistic exercise as a preactivation stimulus: a review of the literature and practical applications. *Sports Med.* 2014;44:1347–59. doi:

[10.1007/s40279-014-0214-6](https://doi.org/10.1007/s40279-014-0214-6).

Opplert J, Babault N (2017). Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. *Sports Medicine* 48(2): 299–325.

doi: [10.1007/s40279-017-0797-9](https://doi.org/10.1007/s40279-017-0797-9).

Palmer TB, Pineda JG, Cruz MR, Agu-Udemba CC (2019). Duration-dependent effects of passive static stretching on musculotendinous stiffness and maximal and rapid torque and surface electromyography characteristics of the hamstrings. *J. Strength Cond. Res.* 33,

717–726. doi: [10.1519/JSC.0000000000003031](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003031).

Paradisis GP, Pappas PT, Theodorou AS, Zacharogiannis EG, Skordilis EK, Smirniotou AS (2014). Effects of Static and Dynamic Stretching on Sprint and Jump Performance in Boys and Girls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 154–60.

doi: [10.1519/jsc.0b013e318295d2fb](https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318295d2fb).

Pearce, AJ, Rowe GS, Whyte DG (2012). Neural conduction and excitability following a simple warm up. *J. Sci. Med. Sport* 15, 164–168. doi: [10.1016/j.jsams.2011.09.001](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.09.001).

Pulverenti TS, Trajano GS, Kirk BJC, Blazevich AJ (2019). The loss of muscle force production after muscle stretching is not accompanied by altered corticospinal excitability.

*Eur. J. Appl. Physiol.* 119, 2287–2299. doi: [10.1007/s00421-019-04212-8](https://doi.org/10.1007/s00421-019-04212-8).

Rubini EC, Costa ALL, Gomes PSC (2007). The Effects of Stretching on Strength

Performance. *Sports Medicine*, 37(3), 213–24. doi: [10.2165/00007256-200737030-00003](https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00003).

Sale DG (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exerc. Sport Sci.*

*Rev.* 30, 138–143. doi: [10.1097/00003677-200207000-00008](https://doi.org/10.1097/00003677-200207000-00008).

Sekir U, Arabaci R, Akova B, Kadagan SM (2009). Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes.

Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2010 Apr;20(2):268-81. doi: [10.1111/j.1600-0838.2009.00923.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00923.x).

Van Gelder LH, Bartz SD (2011). The effect of acute stretching on agility performance. Journal of Strength and Conditioning Research: November 2011 - Volume 25 - Issue 11 - p 3014-3021. doi: [10.1519/JSC.0b013e318212e42b](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318212e42b).

Walsh GS (2016). Effect of static and dynamic muscle stretching as part of warm up procedures on knee joint proprioception and strength. Human Movement Science 55:189-195. doi: [10.1016/j.humov.2017.08.014](https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.08.014).

Weerapong P, Hume PA, Kolt GS (2004). Stretching: Mechanisms and Benefits for Sport Performance and Injury Prevention. Physical Therapy Reviews, 9(4), 189–206. doi:[10.1179/108331904225007078](https://doi.org/10.1179/108331904225007078).

Woods K, Bishop P, Jones E (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. Sports Med. 37, 1089–1099. doi: [10.2165/00007256-200737120-00006](https://doi.org/10.2165/00007256-200737120-00006).



## 8 PRILOGE

### 8.1 Ključne značilnosti preiskovancev iz pregledane literature

Podatki o raziskavah	Preiskovanci			
	Število	Spol	Starost preiskovancev ( $\bar{x} \pm SO$ )	Populacija
Hough et al. (2009)	11	moški	21 $\pm$ 2	univerzitetni športniki
Sekir et al. (2009)	10	ženske	20 $\pm$ 2	elitne tekmovalne športnice
Dalrymple et al. (2010)	12	ženske	19,5 $\pm$ 1,1	univerzitetne igralkе odbojke
Gelen (2010)	26	moški	23,3 $\pm$ 3,2	profesionalni nogometaši
Behm et al. (2011)	10 mladih preiskovancev	moški	22 $\pm$ 1,4	rekreacijsko aktivni posamezniki
	8 preiskovancev srednje starosti		46,3 $\pm$ 6,5	
Van Gelder, Bartz (2011)	60	moški	20,02 $\pm$ 1,51	rekreacijski in profesionalni univerzitetni košarkarji
Aguilar et al. (2012)	45	moški in ženske	22,3 $\pm$ 2,7	rekreacijski igralci/igralkе nogometa
Carvalho et al. (2012)	16	moški	14,5 $\pm$ 2,8	telesno dejavni mladostniki – teniški igralci
Kruse et al. (2013)	11	ženske	20,00 $\pm$ 1,55	univerzitetne igralkе odbojke
Paradisis et al. (2013)	47	moški in ženske	14,6 $\pm$ 1,7	rekreacijsko aktivni mladostniki in mladostnice

Loughran et al. (2016)	17	moški	20,9 (starostni razpon med 18 in 30 let)	profesionalni igralci nogometa
Walsh (2016)	10	moški in ženske	$20 \pm 1$	univerzitetni športniki/športnice
Blazevich et al. (2018)	20	moški	$21,1 \pm 3,1$	brez zdravstvenih težav

## 8.2 Intervencije posameznih raziskav

Podatki o raziskavah	Intervencija			
Avtorji	Skupine preiskovancev	Ogrevanje pred intervencijo	Protokol statičnega raztezanja	Protokol dinamičnega raztezanja
Hough et al. (2009)	Skupina statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja in kontrolna skupina (navzkrižni tip raziskave).	5-minutno submaksimalno ogrevanje na cikličnem ergometru (med 70 in 75 obratov na minuto z 1kg dodanega upora).	Raztezanje mišic v zaporedju: plantarni fleksorji – ektenzorji kolčnega sklepa – fleksorji kolenskega sklepa – fleksorji kolčnega sklepa – ekstenzorji kolenskega sklepa. Razteg je bil zadržan 30 sekund na točki blagega neudobja. Med raztegi je bilo 10-15 sekund počitka.	Raztezanje mišic v zaporedju: plantarni fleksorji – ektenzorji kolčnega sklepa – fleksorji kolenskega sklepa – fleksorji kolčnega sklepa – ekstenzorji kolenskega sklepa. S hoteno kontrakcijo agonista so preiskovanci izvedli dinamični razteg mišice vsaki 2 sekundi, najprej 5x počasi, nato 10x hitro, najprej na desni in nato na levi nogi. Med raztegi je bilo 10-15 sekund počitka.

Sekir et al. (2009)	Skupina statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja in kontrolna skupina (navzkrižni tip raziskave).	5-minutno ogrevanje na cikličnem ergometru (50 W).	Dva statična raztega tako za fleksorje kolenskega sklepa kot za ekstenzorje kolenskega sklepa. Dve zaporedni ponovitvi statičnega raztega za isto mišično skupino s 15 sekundami premora z nogo v nevtralnem položaju. Zadrževanje statičnega raztega za 20 sekund na točki blagega neudobja.	Dva dinamična raztega tako za fleksorje kolenskega sklepa kot za ekstenzorje kolenskega sklepa. S hoteno kontrakcijo agonista so preiskovanci izvedli dinamični razteg mišice vsaki 2 sekundi, najprej 5x počasi, nato 10x hitro. Med posamezno serijo raztegov so preiskovanci 15 sekund v vzravnem položaju počivali.
Dalrymple et al. (2010)	Skupina statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja in kontrolna skupina (navzkrižni tip raziskave).	5 minut submaksimalnega teka (srčni utrip - 140 utripov na minuto).	Raztezane mišične skupine so bile plantarni fleksori, ekstenzorji kolenskega sklepa, fleksorji kolenskega sklepa, ekstenzorji kolčnega sklepa. Izvedeni so bili trije seti posameznega raztega s 5 sekundami počitka med menjavo noge ter 20 sekund počitka med seti. Razteg je bil zadržan 15 sekund.	V sklopu dinamičnega raztezanja so bile izvedene 4 vaje, vzdolž dolžine 18 metrov (kar imitira odbojkarsko igrišče). Raztezane mišične skupine so bile plantarni fleksorji, ekstenzorji kolenskega sklepa, fleksorji kolenskega sklepa, ekstenzorji kolčnega sklepa. Izvedena sta bila 2 seta raztegov z 20 sekund premora.

<p>Gelen (2010)</p>	<p>Skupina statičnega raztezanja, dinamičnega ogrevanja, kombinacija statičnega in dinamičnega ogrevanja in kontrolna skupina (navzkrižni tip raziskave). Dinamično ogrevanje je bila kombinacija dinamičnega raztezanja in lahkih vaj s telesno težo.</p>	<p>5 minut submaksimalnega teka.</p>	<p>Pri statičnem raztezanju je bilo izvedenih 5 raztegov – za plantarne fleksorje, ekstenzorje kolenskega sklepa, adduktorje kolčnega sklepa, fleksorje kolenskega sklepa in rotatorje kolčnega sklepa. Vsak razteg je bil ponovljen dvakrat in zadržan 20 sekund na točki blagega neudobja z 10 sekundami počitka. To je bilo ponovljeno na obeh nogah.</p>	<p>Dinamično ogrevanje je bilo sestavljeno iz 12 vaj, vsaka izmed njih je bila izvedena po dolžini 15 metrov z 10 sekundami počitka. Vaje so bile: nizek skiping (angl. light skip), visok vlek kolena (angl. »high knee pull«), tek z udarjanjem pet nazaj (angl. »butt kicks«), lahko hopsanje (angl. light high knees), izpadni korak (ang. walking lunge), poudarjeno grabljenje (angl. straight leg kick), visok vlek noge (angl. high glute pull), A in B skip (angl. A-skip, B-skip), skiping (angl. rapid high knees), križni korak (angl. carioca), visoki skiping (angl. power skip).</p>
---------------------	--	--------------------------------------	--	---

Behm et al. (2011)	Skupina statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja in kontrolna skupina (navzkrižni tip raziskave).	5-minutno ogrevanje na cikličnem ergometru (70 obratov na minuto z 1kg dodanega upora).	Posamezen razteg na vsaki nogi je bil ponovljen štirikrat ter zadržan 30 sekund na točki blagega neudobja. Raztezane mišice so bile ekstenzorji kolenskega sklepa, fleksorji kolenskega sklepa in plantarni fleksorji. Med raztegi je bilo kar se da malo počitka.	Izvedenih je bilo 8 ponovitev bilateralnih gibov v največjem možnem obsegu. Udarjanje pet nazaj, ki vključuje fleksijo kolena in ekstenzijo kolka primarno razteza ekstenzorje kolenskega sklepa, izpadni korak s fleksijo kolka in kolena sprednje noge primarno razteza fleksorje kolenskega sklepa. Plantarni fleksorji so bili raztezani podobno kot v protokolu statičnega raztezanja brez zadrževanja končnega položaja. Med raztegi je bilo kar se da malo počitka.
--------------------	--	---	--	--

<p>Van Gelder, Bartz (2011)</p>	<p>Skupina statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja in kontrolna skupina.</p>	<p>10 minut submaksimalnega teka.</p>	<p>Izvedena je bila serija desetih statičnih raztegov, ki je zajela ekstenzorje in fleksorje kolčnega sklepa, fleksorje kolenskega sklepa, rotatorje, fleksorje in ekstenzorje trupa, prsno mišico, iliotibialni trakt, ekstenzorje kolenskega sklepa ter plantarne fleksorje. Raztegi so bili zadržani 30 sekund.</p>	<p>Izvedena je bila serija dinamičnih raztegov. 20 ponovitev ležečega zibanja kolen (angl. supine knee rocking), 10 ponovitev raztega škorpijon (angl. prone scorpion stretch), 5 ponovitev strešice (angl. hand walkout), 10 ponovitev počepov z rokami za glavo (angl. prisoner squats), 10 ponovitev stranskega izpadnega koraka na vsako nogo (angl. side-step squats), 5 izpadnih korakov na vsako nogo z obratom na stran (angl. lunge with twist), 4 lastovke na vsako nogo (angl. 45° T-lunges), 20 ponovitev visokega skipinga (angl. high knees), 20 ponovitev udarjanja pet nazaj (angl. heel kicks), 10 ponovitev zamahov z vsako nogo (angl. leg swing), 10 ponovitev poskokov na škatlo (angl. box drill hops), 10 ponovitev poskokov na vsaki nogi (single leg hops), križni korak (angl. carioca) vzdolž 5,2 metra dolge razdalje in nazaj. Zajete so bile iste mišice kot pri protokolu statičnega raztezanja.</p>
---------------------------------	--	---------------------------------------	--	---

<p>Aguilar et al. (2012)</p>	<p>Skupina statičnega raztezanja, dinamičnega ogrevanja in kontrolna skupina. Dinamično ogrevanje je bila kombinacija dinamičnega raztezanja in lahkih vaj s telesno težo.</p>	<p>Lahko 5-minutno ogrevanje na stacionarnem kolesu, napor ocenjen subjektivno po RPE lestvici.</p>	<p>Izvedena sta bila 2 seta bilateralnih raztegov za plantarne fleksorje, adduktorje kolčnega sklepa, ekstenzorje kolčnega sklepa in fleksorje kolčnega sklepa. Razteg je bil 20 sekund zadržan na točki neugodja, med njimi pa je bilo 2-5 sekund premora.</p>	<p>Dinamično raztezanje je skupaj s premori trajalo 15 minut. S stožci je bila označena zaporedna razdalja dvakrat po 10 jardov. V prvih 10 jardih je bilo izvedenih 5 ponovitev dinamičnega raztezanja bilateralno, v drugih desetih pa je sledilo pospeševanje teka ter vrnitev nazaj z lahkim tekom. Izvedeni raztegi in vaje so bile: hoja po petah, razteg plantarnih fleksorjev med hojo, tek naprej, tek nazaj, ruska hoja (russian walk dynamic stretch), razteg kvadricepsa med hojo, udarjanje pet nazaj, razteg fleksorjev kolena med hojo, visok vlek kolena, križni korak, izpadni korak s prečnim dosegom (walking lunge with transverse reach).</p>
<p>Carvalho et al. (2012)</p>	<p>Skupina aktivnega statičnega raztezanja, pasivnega statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja in kontrolna skupina (navzkrižni tip raziskave).</p>	<p>5 minut submaksimalnega teka (srčni utrip - 140 utripov na minuto) in takoj za tem 10 poskokov (5 poskokov iz počepa in 5 poskokov z nasprotnim gibanjem).</p>	<p>Raztezane mišične skupine se bile: fleksorji in ekstenzorji kolenskega sklepa ter plantarni fleksorji. Izvedene so bile 3 serije, kjer je bil razteg zadržan na točki blagega neudobja za 15 sekund.</p>	<p>Raztezane mišične skupine se bile: fleksorji in ekstenzorji kolenskega sklepa ter plantarni fleksorji. Uporabljeni so bili isti raztegi kot v skupini aktivnega in pasivnega statičnega raztezanja, le da razteg ni bil zadržan, ampak so preiskovanci ud 30 sekund premikali v ritmu 1:1-sekunda.</p>



<p>Kruse et al. (2013)</p>	<p>Skupina statičnega raztezanja, dinamičnega ogrevanja in kontrolna skupina. Dinamično ogrevanje je bila kombinacija dinamičnega raztezanja in lahkih vaj s telesno težo (navzkrižni tip raziskave).</p>	<p>5-minutno ogrevanje na cikličnem ergometru (60 obratov na minuto z 1kg dodanega upora).</p>	<p>V raztezanje je bilo vključenih 7 večjih mišičnih skupin spodnjega uda, uporabljenih pri igranju odbojke – fleksorji, ekstenzorji, abduktorj in adduktorji kolčnega sklepa, fleksorji in ekstenzorji kolenskega sklepa ter plantarni fleksorji. Razteg je bil zadržan 30 sekund na obeh straneh.</p>	<p>Dinamično raztezanje je bilo enako kot pred odbojgarsko tekmo in je bilo predpisano s strani trenerjev. Vsak gibalni vzorec je bil specifičen odbojki in vertikalnemu skoku. Izvedenih je bilo 14 vaj, vsaka 30 sekund. Vaje so bile: lahek tek (angl. light jog), ležeče križanje nog (angl. leg cross-overs), visok vlek kolen (angl. high knees pull), izpadni koraki z visokim vlekem kolena (angl. high lunge pull), visoki skiping (angl. high knees to chest), razteg kvadricepsa med hojo (angl. quad pull), razteg za zunanje rotatorje kolka med hojo (angl. hip cradle), izpadni korak z obratom (angl. lunge with twist), škarjice (angl. reverse kick), poudarjeno grabljenje (angl. high kicks), medvedje plazenje (angl. spiderman), hopsanje (angl. skip hop), tek ritensko (angl. back pedal), poudarjeno grabljenje s skipingom (angl. high kicks).</p>
----------------------------	---	--	---	--

Paradisis et al. (2013)	Skupina statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja in kontrolna skupina (navzkrižni tip raziskave).	5 minut submaksimalnega teka.	Raztezani so bili ekstenzorji in fleksorji kolenskega sklepa, ekstenzorji kolčnega sklepa in plantarni fleksorji. Vsak razteg je bil zadržan 20 sekund na točki blagega neugodja in takoj za tem ponovljen še na drugi nogi. Ta sekvenca je bila ponovljena dvakrat, nato pa je sledilo 15 sekund počitka.	Dinamični razteg je bil izveden vsaki 2 sekundi. Pri posamezni mišični skupini so se preiskovanci zadržali 40 sekund ter imeli 15 sekund premora med njimi. Raztezani so bili ekstenzorji in fleksorji kolenskega sklepa, ekstenzorji kolčnega sklepa in plantarni fleksorji.
Loughran et al. (2016)	Skupina statičnega raztezanja, statičnega + dinamičnega ogrevanja in kontrolna skupina. Dinamično ogrevanje je bila kombinacija dinamičnega raztezanja in lahkih vaj s telesno težo (navzkrižni tip raziskave).	5 minut teka (stopnjevanje intenzivnosti).	Protokol statičnega raztezanja je vključeval 5 raztegov. Raztezane mišične skupine so bili plantarni fleksorji, fleksorji in ekstenzorji kolenskega sklepa ter fleksorji in ekstenzorji kolčnega sklepa. Statične raztege so preiskovanci zadržali 30 sekund na točki blagega neugodja.	V sklopu dinamičnega raztezanja sta bila izvedena 2 seta desetih vaj, kjer je bilo preiskovancem naročeno, da vsako vajo izvajajo 30 sekund. Izvajane vaje so bile: hoja po petah in prstih (angl. heel-toe walking), počepi (angl. squats), izpadni koraki (angl. lunges), nizki skiping (angl. skipping), visoki skiping (angl. high knees), udarjanje pet nazaj (angl. high heels), poudarjeno grabljenje (angl. straight leg marching), tek s poudarjenim odzivom (angl. bounding), križni korak (angl. carioca running), poudarjeni stranski odzivi (angl. lateral bounding).

Walsh (2016)	Skupina statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja in kontrolna skupina (navzkrižni tip raziskave).	15 minut kolesarjenja pri 70% preiskovančeve predvidene maksimalne srčne frekvence.	Statični raztegi so bili 90 sekund zadržani na točki blagega neugodja. Med raztegi je bilo 30 sekund premora. Raztezani so bili fleksorji in ekstenzorji kolenskega sklepa.	Tako kot pri protokolu statičnega raztezanja so bili cilj vaj fleksorji in ekstenzorji kolenskega sklepa. Dinamično raztezanje je bilo sestavljeno iz 3 serij po 12 ponovitev posameznega giba. Preiskovanci so si sami izbrali hitrost izvedbe giba, med serijami pa je bilo 30 sekund premora.
Blazevich et al. (2018)	Skupina 5-sekundnega statičnega raztezanja, 30-sekundnega sekundnega statičnega raztezanja, dinamičnega raztezanja in kontrolna skupina (navzkrižni tip raziskave).	3 minute teka pri 50% subjektivno ocenjene maksimalne intenzitete in 5 sekund visokega skipinga ter udarjanja pet nazaj.	Vključenih je bilo 9 raztegov, ki so bili 5 ali 30 sekund zadržani na točki blagega neugodja. Raztezani so bili plantarni fleksorji, fleksorji in ekstenzorji kolenskega sklepa, fleksorji, ekstenzorji in adduktorji kolčnega sklepa, pronatorjo stopala mišice zgornjega dela prsnega koša in ramen.	Dinamični raztegi so bili prav tako izvedeni za plantarne fleksorje, fleksorje in ekstenzorje kolenskega sklepa, fleksorje, ekstenzorje in adduktorje kolčnega sklepa, pronatorje stopala, mišice zgornjega dela prsnega koša in ramen. Vsak razteg so preiskovanci ponovili petkrat v polnem obsegu giba.