

# UTJECAJ VJEŽBI ISTEZANJA NA PRETKLON LUMBALNE KRALJEŽNICE I LATEROFLEKSIJU TIJELA

---

**Vidmar Tomac, Valentina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:356697>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-26**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ  
FIZIOTERAPIJA

Valentina Vidmar Tomac  
UTJECAJ VJEŽBI ISTEZANJA NA PRETKLON LUMBALNE KRALJEŽNICE I  
LATEROFLEKSIJU TIJELA: rad s istraživanjem  
Diplomski rad

Rijeka, 2024.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF HEALTH STUDIES  
GRADUATE UNIVERSITY STUDY OF  
PHYSIOTHERAPY

Valentina Vidmar Tomac

THE INFLUENCE OF STRETCHING EXERCISES ON THE BEND LUMBAR SPINE  
AND LATEROFLEXION OF THE BODY: research

Rijeka, 2024.

## Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

Opći podatci o studentu:

Sastavnica	Fakultet zdravstvenih studija Rijeka
Studij	Sveučilišni diplomski studij Fizioterapija
Vrsta studentskog rada	Diplomski rad
Ime i prezime studenta	Valentina Vidmar Tomac
JMBAG	1003099527

Podatci o radu studenta:

Naslov rada	UTJECAJ VJEŽBI ISTEZANJA NA PRETKLON LUMBALNE KRALJEŽNICE I LATEROFLEKSIJU TIJELA
Ime i prezime mentora	prof. dr. sc. Daniela Malnar
Datum predaje rada	13. rujan 2024.
Identifikacijski br. podneska	2456722300
Datum provjere rada	17. rujan 2024.
Ime datoteke	DIPLOMSKI VALENTINA FZSRI
Veličina datoteke	1.94M
Broj znakova	56 487
Broj riječi	8793
Broj stranica	43

Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	3%
Internet	2%
Publikacije	1%

Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	Pozitivno
Datum izdavanja mišljenja	
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	*
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	Rad zadovoljava sve uvjete znanstvenog rada.

Datum

Potpis mentora

Rijeka, 17. rujan 2024.

Mentor rada: prof. dr. sc. Daniela Malnar

Diplomski rad obranjen je dana 30. rujna 2024. na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. doc. dr. sc. Andrica Lekić
2. doc. dr. sc. Mirela Vučković
3. prof. dr. sc. Daniela Malnar

## **ZAHVALA**

Iskreno zahvaljujem svojoj mentorici, prof. dr. sc. Danieli Malnar, na stručnom vodstvu, podršci i nesebičnom dijeljenju znanja, što je bilo ključno za izradu ovog rada. Njeno strpljenje i savjeti bili su mi velika motivacija.

Zahvaljujem i profesorima i asistentima na fakultetu koji su pridonijeli mom obrazovanju te svojim znanjem i trudom usmjerili moj razvoj. Također, hvala mojim kolegama na podršci i prijateljstvu kroz sve izazove studija.

Na kraju, veliko hvala mojoj obitelji i prijateljima na ljubavi i podršci bez koje ovaj uspjeh ne bi bio moguć!

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Anatomija i fiziologija kralježnice .....	1
1.2. Pokreti kralježnice .....	3
1.3. Lumbalni dio kralježnice .....	5
1.4. Bol u lumbalnom dijelu leđa .....	6
1.5. Liječenje .....	8
1.6. Prevencija boli u lumbalnom dijelu leđa .....	9
1.7. Biomehanika istezanja .....	10
1.8. Vježbe istezanja .....	12
1.9. Vrste istezanja .....	13
1.10. Indikacije i kontraindikacije istezanja .....	14
2. CILJEVI I HIPOTEZE .....	16
3. ISPITANICI I METODE .....	17
3.1. Ispitanici/materijali .....	17
3.2. Postupak i instrumentarij .....	17
3.3. Statistička obrada podataka .....	18
3.4. Etički aspekti istraživanja .....	18
4. REZULTATI .....	19
5. RASPRAVA .....	24
6. ZAKLJUČAK .....	27
LITERATURA .....	28
PRIVITCI .....	33
Privitak A: Popis slika .....	33
Privitak B: Popis tablica .....	33
ŽIVOTOPIS .....	34

**POPIS KRATICA:**

<b>ACSM</b>	<i>engl. American College of Sports Medicine</i>
<b>HKF</b>	Hrvatska komora fizioterapeuta
<b>NSAR</b>	nesteroidni antireumatici
<b>PNF</b>	proprioceptivna neuromuskularna facilitacija
<b>PIR</b>	post-izometrijska relaksacija
<b>VAS</b>	<i>engl. Visual Analog Scale</i>



## **SAŽETAK:**

**Uvod:** Bol u lumbalnom dijelu kralježnice sve je češća dijagnoza, zbog čega raste potreba za fizikalnom terapijom. Lumbalni dio kralježnice podložan je najvećem opterećenju, što dovodi do čestih degenerativnih oštećenja. Kada bol traje duže od tri mjeseca, smatra se kroničnom. Prevencija, s posebnim naglaskom na kinezioterapiji, ima važnu ulogu.

**Cilj istraživanja:** Cilj istraživanja bio je ispitati učinak petnaestodnevnog programa vježbi istezanja na promjene u pretklonu, laterofleksiji i osjećaju boli.

**Ispitanici i metode:** Istraživanje je obuhvatilo 50 ispitanika s bolnim lumbalnim sindromom, oba spola, dobi od 45 do 65 godina. Podaci su prikupljeni prije i poslije programa vježbi istezanja, pomoću centimetarske trake, vizualne skale boli i vage. Analiza je provedena u programu Statistica 14.0.0.15, koristeći t-test i korelaciju.

**Rezultati:** Program vježbi istezanja nije pokazao statistički značajnu razliku u pretklonu ni laterofleksiji tijela. Korelacija između pretklona i tjelesne težine također nije bila značajna, dok je za laterofleksiju postojala statistički značajna povezanost. Značajno smanjenje boli zabilježeno je nakon provedenih vježbi.

**Zaključak:** Iako vježbe istezanja nisu značajno poboljšale fleksibilnost u pretklonu i laterofleksiji tijela, zabilježeno je smanjenje bolnosti, što ukazuje na pozitivan učinak programa na subjektivni osjećaj boli.

**Ključne riječi:** bol, degenerativna oštećenja, lumbalna kralježnica, prevencija, vježbe istezanja

## **SUMMARY:**

**Introduction:** Low back pain is an increasingly common diagnosis, leading to a growing need for physical therapy. The lumbar spine is subjected to the greatest load, resulting in frequent degenerative damage. When pain lasts for more than three months, it is considered chronic. Prevention, with a focus on kinesitherapy, plays a crucial role.

**Aim of the research:** The study aimed to examine the effect of a fifteen-day stretching exercise program on changes in trunk flexion, lateral flexion, and pain perception.

**Participants and methods:** The study included 50 participants with painful lumbar syndrome, both male and female, aged 45 to 65. Data were collected before and after the stretching exercise program using a measuring tape, a visual pain scale, and a scale. Data analysis was conducted using Statistica 14.0.0.15, applying the t-test and correlation.

**Results:** The stretching program showed no statistically significant difference in trunk flexion or lateral flexion. The correlation between trunk flexion and body weight was not significant, while a statistically significant correlation was found for lateral flexion. A significant reduction in pain was noted after the exercises.

**Conclusion:** Although the stretching exercises did not significantly improve trunk flexion or lateral flexion, a reduction in pain was observed, indicating a positive effect on subjective pain perception.

**Key words:** degenerative damage, lumbar spine, pain, prevention, stretching exercises

## 1. UVOD

Smatra se da 80% opće populacije barem jednom u životu iskusi bol u donjem dijelu kralježnice. Lumbalni dio kralježnice izložen je najvećem opterećenju, zbog čega se ovdje najčešće javljaju degenerativne promjene (1). Ako bol traje dulje od tri mjeseca unatoč liječenju, dijagnosticira se kao kronični bolni sindrom (2). Ova bol može perzistirati kao oštra, s mogućim širenjem prema nozi, jednostrano ili obostrano, što nazivamo lumboishalgijom. Prevalencija boli u donjem dijelu leđa prisutna je u više od 70% industrijaliziranih zemalja, a dokazano je da je najčešća u populaciji između 35. i 55. godine, pogotovo među radno aktivnim osobama (3). Za ovu vrstu boli uobičajeno je propisati vježbanje, pri čemu se preporučuje redovito kretanje kako bi se smanjila bolnost (4). Vježbe su usmjerene na mišiće koji okružuju kralježnicu, s ciljem promicanja njene stabilnosti (5). U kratkotrajnom liječenju koriste se paracetamol, nesteroidni antireumatici i mišićni relaksansi, dok liječnik prilagođava terapiju na temelju relevantnih podataka i iskustva (6).

Uz kinezioterapiju, posebnu pažnju treba posvetiti vježbama istezanja. Ove vježbe povećavaju elastičnost tetiva, mišića i ligamenata, poboljšavaju fleksibilnost i opseg pokreta te smanjuju rizik od ozljeda. Istezanje je važna metoda za zagrijavanje, promicanje tjelesnog zdravlja i fleksibilnosti (7). Fleksibilnost ovisi o obliku zgloba, strukturi mišića i njihovoj elastičnosti, a može varirati između različitih zglobova (8). Postoje četiri vrste istezanja koje se koriste za poboljšanje fleksibilnosti: statičko, dinamičko, balističko te proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (PNF) (9).

Istraživanja su potvrdila važnost svakodnevnog vježbanja u prevenciji bolova u lumbalnom dijelu kralježnice, jer ono jača mišiće, stabilizira kralježnicu, ublažava simptome i općenito doprinosi boljem zdravlju (10).

Svrha ovog istraživanja je ispitati učinak petnaestodnevnog programa vježbi istezanja na pretklon, bolnost lumbalnog dijela kralježnice i laterofleksiju tijela.

### *1.1. Anatomija i fiziologija kralježnice*

Kralježnica (Slika 1.) ljudskog tijela predstavlja glavnu osovinu i ima nekoliko važnih funkcija, poput potpore tijelu i održavanja uspravnog stava u odnosu na gravitacijsku silu, apsorpcije i raspodjele opterećenja uzrokovanih stalnim kretanjem, omogućavanja mobilnosti

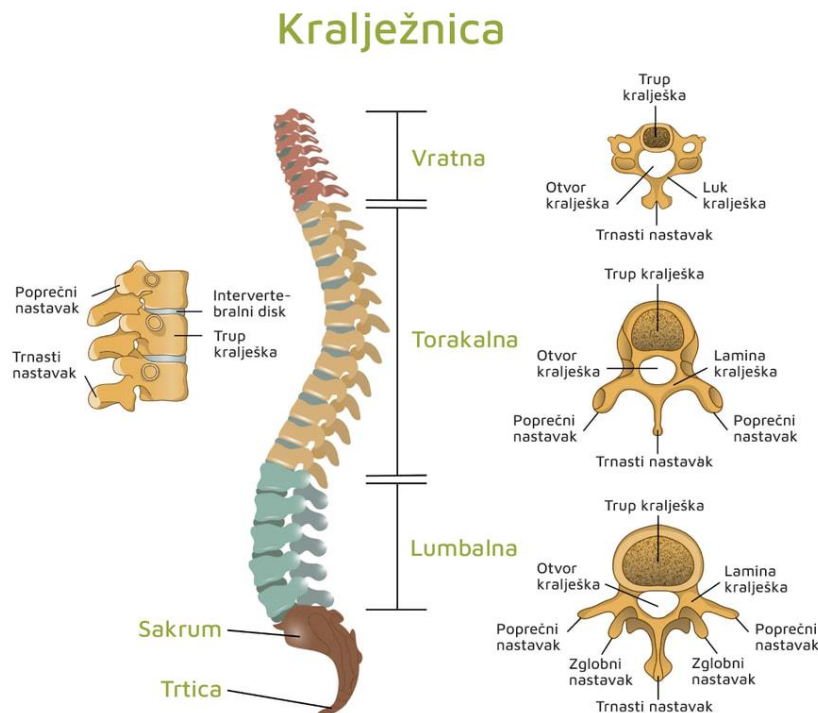
te zaštite leđne moždine i živaca smještenih u kralježničnom kanalu (1). Sastoji se od 33 do 34 kralješka podijeljenih u pet skupina. Cervikalna kralježnica ima 7 kralježaka (*vertebrae cervicales*), torakalna 12 kralježaka (*vertebrae thoracicae*), lumbalna 5 kralježaka (*vertebrae lumbales*), križna kralježnica 5 sraštenih kralježaka (*vertebrae sacrales*), a trtična kralježnica se sastoji od 4 do 5 kralježaka, spojenih s križnom kosti, koji tvore trtičnu kost (*os coccygis*). Kralješci (*vertebrae*) su građeni poput kratkih kostiju i svaki kralježak se sastoji od trupa (*corpus*). Trup vratnih kralježaka uglavnom je jajolik, kod prsnih kralježaka je trokutast, a donji prsni i gornji slabinski kralješci imaju okrugao oblik. Donji slabinski kralješci imaju bubrežasti oblik. Na stražnjem dijelu trupa kralješka nalazi se luk (*arcus*) koji okružuje kralježnični otvor (*foramen vertebrale*). Kralješci su poredani jedan na drugi, tvoreći cijev (*canalis vertebralis*) u kojoj je smještena kralježnična moždina. Na luku kralješka s obje strane nalaze se urezi (*incisurae*), dublji s donje, a plići s gornje strane, što između kralježaka stvara međukralješčane otvore (*foramina intervertebralia*). Luk jednog kralješka ima sedam nastavaka: dva zglobna nastavka (*processus articulares*), postavljena prema gore i dolje na početku luka, dva poprečna nastavka (*processus transversus*) usmjerena u stranu te jedan trnasti nastavak (*processus spinosus*) koji strši straga (11).

Između svakog kralješka nalazi se intervertebralni disk koji kralježnici omogućava fleksibilnost. Disk se sastoji od tri anatomska dijela: jezgre (*nucleus pulposus*), prstena (*annulus fibrosus*) i hrskavične završne ploče. Jezgra je gelasto tkivo bogato proteoglikanima i visoko hidrirano. Ona stvara intradiskalni tlak koji razdvaja dva kralješka, zateže prsten i ravnomjerno raspoređuje pritisak između susjednih kralježaka (12).

Za održavanje uspravnog položaja kralježnice te njenu stabilnost pri raznim pokretima i položajima odgovorni su duboki leđni mišići, smješteni uzdužno s obje strane kralježnice. Ovi mišići omogućuju pokrete kralježnice i uključuju mnoge manje mišiće. Duboke leđne mišiće čine mišić uspravljач kralježnice (*m. erector spinae*) i poprečnotrnasti mišić (*m. transversospinalis*), koji se dalje dijele na manje mišiće. Kratki duboki leđni mišići uključuju međutrnaste mišiće (*mm. interspinales*), međupoprečne mišiće (*mm. intertransversarii*) i mišiće podizачe rebara (*mm. levatores costarum*) (11).

Kralježnica je blago savijena u obliku slova "S", a kod odraslih postoje četiri zavoja: vratni i lumbalni zavoj su konveksni prema naprijed, dok su torakalni i sakralni zavoj konveksni prema natrag. Ovi zavoji nastaju zbog opterećenja prilikom sjedenja i stajanja te se razvijaju

oko 10. mjeseca života, a potpuno se formiraju nakon puberteta. Prekomjerno savijanje kralježnice može uzrokovati patološke promjene (11).



Slika 1. Prikaz kralježnice

Izvor: <https://www.rekreativa-medical.com/kraljeznica.html>

## 1.2. Pokreti kralježnice

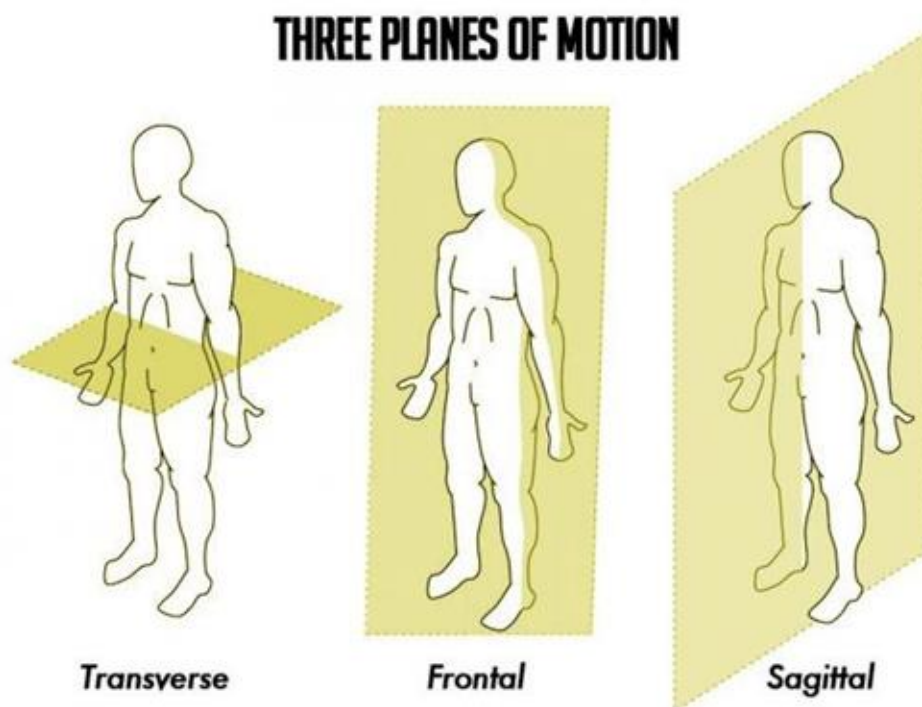
Fiziološki pokreti kralježnice proučavaju se više od 40 godina, a tijekom tog vremena razvijeni su brojni alati i protokoli za njihovo mjerenje. Rani pristupi uključivali su jednostavne instrumente poput goniometara i inklinometara, dok su današnji napredak i tehnološki razvoj omogućili upotrebu sofisticiranih mobilnih aplikacija koje preciznije bilježe pokrete i mjere opseg pokreta kralježnice (1). Ovi alati značajno su poboljšali razumijevanje biomehanike kralježnice i omogućili precizniju dijagnostiku i terapiju u kliničkim i rehabilitacijskim postupcima.

Standardna anatomska pozicija ljudskog tijela, u kojoj se ono promatra i mjeri, podrazumijeva uspravan položaj s rukama ispruženim uz tijelo, a dlanovima okrenutim prema

naprijed. Kralježnica se, kao ključna struktura za održavanje ravnoteže i kretanja, promatra unutar tri osnovne tjelesne ravnine, koje definiraju različite pokrete (13) (Slika 2.).

Prva je sagitalna ravnina, koja omogućava pokrete fleksije i ekstenzije. Fleksija podrazumijeva savijanje kralježnice prema naprijed, dok ekstenzija označava ispružanje kralježnice prema natrag. Ovi pokreti najizraženiji su u lumbalnom i cervikalnom dijelu kralježnice, gdje je mobilnost najveća. Druga je frontalna ravnina, u kojoj se izvode pokreti laterofleksije, odnosno savijanje kralježnice u lijevu i desnu stranu. Laterofleksija omogućava nagnjanje tijela u stranu, a u najvećoj mjeri uključuje torakalni i lumbalni dio kralježnice. Treća, transverzalna ravnina, odgovorna je za rotacijske pokrete kralježnice. Rotacija podrazumijeva vrtnju kralježaka oko njihove osi, a najviše je prisutna u cervikalnoj i torakalnoj kralježnici, gdje se odvija većina rotacijskih pokreta. Rotacija je ključna za aktivnosti koje uključuju torziju trupa, poput okretanja tijela ili glave u različitim smjerovima (11,13).

Razumijevanje ovih osnovnih pokreta kralježnice ključno je za dijagnostiku problema s leđima, kao i za planiranje odgovarajućih rehabilitacijskih programa (13).



Slika 2. Tri temeljne tjelesne ravnine ljudskog tijela

Izvor: <https://www.natus.hr/Skolioza>

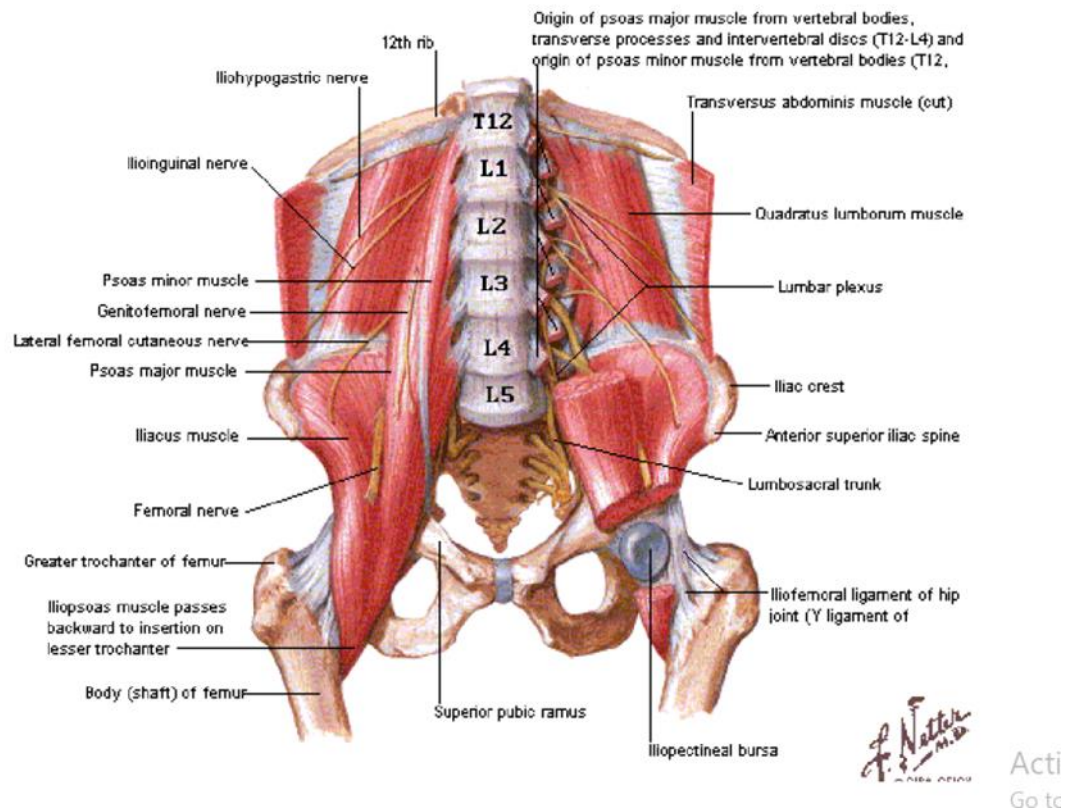
### 1.3. Lumbalni dio kralježnice

Degenerativni oblici kralježnice predstavljaju značajan problem u modernom društvu i napreduju s godinama. Ovi poremećaji povezani su s bolovima u donjem dijelu kralježnice, iako je točan uzrok još uvijek nepoznat. Degeneracija može uzrokovati promjene u mehaničkim svojstvima kralježnice, što doprinosi nestabilnosti lumbalnog dijela i može dovesti do drugih patologija. Te promjene često zahvaćaju intervertebralni disk, fasetne zglobove, trup kralješka ili ligamente, s najčešćim zahvaćanjem nucleus pulposus unutar diska, dok su ostali dijelovi zahvaćeni kao popratni fenomeni (14).

Kralježnica, koja podnosi najveće opterećenje u lumbosakralnom dijelu, sastoji se od lumbalnih kralješaka koji su najveći i nose najveći teret. U ovom dijelu kralježnica je fiziološki savijena prema naprijed u sagitalnoj ravnini, stvarajući lumbalnu lordozu na prijelazu u sakralni dio, što je rezultat uspravnog stava i opterećenja (1). Posebno se ističe peti lumbalni kralješak, koji omogućuje pregib kralježnice pod kutem od oko 130°, što je ključno za uspravan hod, karakterističan za čovjeka (13). Lumbalni dio kralježnice omogućuje pokrete kroz svoju povezanost sa zdjelicom (14), a stabilnost lumbalne kralježnice u velikoj mjeri ovisi o mišićima pregibačima kuka, kao što su *m. iliopsoas* i *m. rectus femoris*. *M. iliopsoas*, koji se sastoji od velikog slabinskog mišića (*m. psoas major*) i bočnog mišića (*m. iliacus*), utječe na funkciju lumbalnog dijela i kuka te njegovo skraćenje može uzrokovati bol u lumbalnom dijelu. *M. rectus femoris*, dio četveroglavog bedrenog mišića, započinje iznad zdjelične čašice i spušta se prema koljenu, sudjelujući u ekstenziji potkoljenice i fleksiji natkoljenice. Trbušni mišići također imaju važnu ulogu u stabilizaciji lumbalne kralježnice. Ravni trbušni mišić (*m. rectus abdominis*), vanjski i unutarnji kosi trbušni mišići (*m. obliquus externus* i *m. obliquus internus*) te poprečni trbušni mišić (*m. transversus abdominis*) svi doprinose stabilizaciji trupa i povećavaju intraabdominalni tlak. Četverokutni slabinski mišić (*m. quadratum lumborum*) također doprinosi stabilizaciji i laterofleksiji tijela (1) (Slika 3.).

Zdjelični mišići, koji počinju s zdjeličnih kostiju i dijelom s križne kosti, uključuju veliki zdjelični mišić (*m. psoas major*) te mišiće stražnjice (*m. gluteus maximus*, *m. gluteus medius*, i *m. gluteus minimus*). Njihova funkcija uključuje pokrete u zglobu kuka poput fleksije, abdukcije, addukcije i rotacije. Kruškoliki mišić (*m. piriformis*) započinje s unutarnje strane križne kosti i sudjeluje u abdukciji, ekstenziji i vanjskoj rotaciji kuka (15).

Za održavanje stabilnosti lumbalne kralježnice i zdjelice od ključne je važnosti stabilnost sakroilijakalnog zgloba, koja se aktivira putem mišića *multifidus*, *transversus abdominis*, unutarnjeg kosog mišića i *gluteus maximus* (18).



Slika 3. Prikaz lumbalne kralježnice te mišića lumbanog i zdjeličnog područja

Izvor:

<https://iro.uiowa.edu/esploro/outputs/doctoral/9983777023202771/filesAndLinks?index=0>

#### 1.4. Bol u lumbalnom dijelu leđa

Otprilike 80% populacije osjeti bol u leđima barem jednom u životu. Bol se može klasificirati na različite načine: oko 10% bolesnika ima specifične bolove s identificiranim etiologijama, poput degenerativnih promjena, lumbalne spinalne stenoze, hernije diska, spondilolisteze, prijeloma kralježnice, upalnih bolesti ili kompresije korijena živca. Preostalih 90% bolesnika osjeća nespecifičnu bol, gdje uzrok nije moguće u potpunosti identificirati (18).



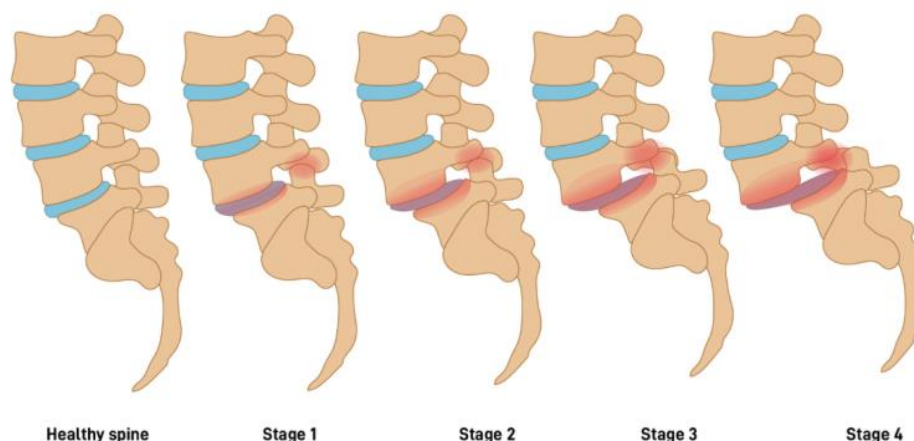
Kada bol traje dulje od tri mjeseca, smatra se kroničnom, dok bol koja traje kraće od tri mjeseca klasificira se kao akutna (19).

Degenerativni oblici kralježnice predstavljaju značajan problem u modernom društvu i obično napreduju s godinama. Iako uzrok bolova u donjem dijelu kralježnice nije uvijek poznat, promjene u mehaničkim svojstvima zbog degeneracije mogu uzrokovati nestabilnost lumbalnog dijela kralježnice i dovesti do drugih patologija, koje mogu biti ubrzane ozljedama i deformitetima. Ove promjene najčešće zahvaćaju intervertebralni disk, posebno *nucleus pulposus*, dok utjecaj na druge dijelova kralježnice su popratna okolnost (14).

Jedan od glavnih uzroka bolova u lumbalnom dijelu kralježnice je lumbalna diskus hernija, koja nastaje kada dođe do prekida *annulus fibrosus*, ekstruzije *nucleus pulposus* i stimulacije živčanih vlakana, što rezultira boli. Liječenje može biti operativno ili konzervativno, ovisno o stupnju hernije (20). Kod ove vrste križobolje, bol se pojačava u sjedećem položaju ili pri fleksiji kralježnice kada je tlak između diskova najveći. Bol se smanjuje prilikom ustajanja i ekstenzije kralježnice, dok horizontalni položaj tijekom odmora često donosi značajno olakšanje (21).

Lumbalna stenoza obuhvaća bilo kakvu prenatrpanost spinalnog kanala ili kanala kroz koji izlazi korijen živca, što može uzrokovati neurogenu ili vaskularnu kompresiju. Neurogene kompresije su češće i manifestiraju se kroz bol, paresteziju ili mišićnu slabost u donjim ekstremitetima tijekom aktivnosti ili stajanja. Simptomi se često povlače pri fleksiji kralježnice, što omogućuje proširenje kanala (22).

Spondilolisteza (Slika 4.) se javlja kada se jedan kralješak pomakne unaprijed u odnosu na susjedni kralješak. Simptomi uključuju bol u lumbalnoj kralježnici, bol u donjim ekstremitetima, osjećaj zatezanja u tetivama koljenog zgloba i mišićne grčeve. Najčešće se javlja na razini L4-L5 (23).



Slika 4. Spondilolisteza

Izvor: <https://images.app.goo.gl/teKe4gv1yVQwQyex5>

Prijelomi kralježaka, posebno među starijom populacijom, obično su patološki prijelomi uzrokovani slabljenjem koštane mase, dok drugi prijelomi nastaju uslijed primjene velike sile (24).

### 1.5. Liječenje

Liječenje boli u leđima često je dugotrajan proces koji zahtijeva puno strpljenja i suradnju specijalista, uključujući fizijatre, neurokirurge i druge stručnjake. Ključ u liječenju leži u identificiranju i uklanjanju uzroka boli, a često je potrebna i promjena životnog stila. U početnim fazama bolesti, kada je bol akutna, liječenje uključuje poštadni režim i farmakološku terapiju. Poštadni režim podrazumijeva zauzimanje položaja tijela koji pacijentu najviše odgovara i pažljivo planiranje pokreta. Uz to, primjena lijekova je neophodna. Najčešće se koriste nesteroidni antireumatici (NSAR), paracetamol i slabi opijati. Rjeđe se koriste mišićni relaksansi, antikonvulzivi, antidepresivi, topički anestetici ili lokalni glukokortikoidi. U akutnoj fazi, paracetamol i NSAR su lijekovi prvog izbora. Prema ljestvici Svjetske zdravstvene organizacije, paracetamol je indiciran za bolove prvog stupnja, dok NSAR, zbog svog protuupalnog učinka, češće koriste za liječenje boli (25). Za kroničnu bol, koriste se različite kombinacije lijekova s različitim mehanizmima djelovanja, a paracetamol i NSAR su najčešće

propisivani lijekovi, dok se za nociceptivnu komponentu boli mogu primijeniti opiodi i antidepresivi (25).

Nakon početnog liječenja, koje uključuje poštediti režim i farmakološku terapiju, preporučuje se primjena fizikalne terapije i, ako je potrebno, psihološke terapije (26). Fizikalna terapija uključuje analgeziju kroz elektroterapiju i magnetoterapiju, a posebno je važna ciljana kinezioterapija. Vježbe za jačanje malih mišića kralježnice ključne su za smanjenje bolova i poboljšanje funkcionalnosti, posebno kod kronične boli. Cilj fizikalne terapije je poboljšati funkciju i spriječiti pogoršanje invaliditeta (27).

Kada konzervativne metode liječenja nisu učinkovite, operativno liječenje postaje neophodno. Spinalna kirurgija postaje sve češće korištena i ključna je za dekompresiju neuralnih struktura, stabilizaciju kralježnice i korekciju deformiteta (28). Operativni zahvati, poput dekompresije živčanih struktura i laminektomije, smanjuju pritisak na živčane korijene i leđnu moždinu, što može značajno ublažiti neurogene bolove, posebno kod spinalne stenozе (29,30). Spinalna fuzija, koja se koristi za stabilizaciju kralježnice i sprečavanje daljnjih degeneracija, često se kombinira s dekompresijom. Novije minimalno invazivne metode zamjenjuju tradicionalne otvorene zahvate, smanjujući rizik od postoperativnih komplikacija i omogućujući brži oporavak (31). Iako kirurško liječenje može donijeti značajne benefite, važno je pažljivo odabrati pacijente i razmotriti sve aspekte njihove anamneze kako bi se minimizirali rizici poput infekcija, krvarenja i neuspjelih operacija (32).

#### *1.6. Prevencija boli u lumbalnom dijelu leđa*

Prevencija boli u lumbalnom dijelu kralježnice ostvaruje se kroz pravilnu tjelesnu aktivnost, edukaciju o pravilnoj posturi tijela i usvajanje zdravih životnih navika. Specifične rizične skupine uključuju osobe koje obavljaju fizički zahtjevan rad, one koje većinu vremena provode u sjedećem položaju, starije osobe koje su pogođene degenerativnim promjenama, osobe s prirođenim anomalijama kralježnice te one koje su pretrpjele ozljede ili operacije kralježnice (33).

Redovite vježbe istezanja i jačanja trbušne i leđne muskulature, koje fizioterapijska znanost preporučuje, mogu značajno smanjiti i prevenirati bolove u lumbalnom području te smanjiti rizik od tjelesnih ozljeda. Vježbe jačanja muskulature trupa, kao što su pilates i specifične vježbe za stabilizaciju kralježnice, dokazano pomažu u održavanju optimalne

funkcije kralježnice i prevenciji boli (33). Prema smjernicama Hrvatske komore fizioterapeuta (HKF), individualizirani planovi terapije trebaju biti prilagođeni svakom pojedinom pacijentu kako bi se osigurala učinkovitost terapije. To uključuje prilagodbu vježbi prema specifičnostima svakog pacijenta i njegovom trenutnom zdravstvenom stanju (34).

Fizioterapeuti također imaju značajan utjecaj u edukaciji pacijenata o pravilnom podizanju tereta, ergonomskom uređenju radnog prostora i pravilnom držanju tijela kako bi se smanjilo opterećenje lumbalnog dijela kralježnice. Osim toga, pravilno savjetovanje o tjelesnoj aktivnosti i tehnike opuštanja mogu značajno doprinijeti prevenciji bolova u leđima. Smjernice ukazuju na to da intervencije usmjerene na prevenciju i liječenje trebaju započeti što ranije kako bi bile učinkovitije i dugoročno koristile pacijentima (34).

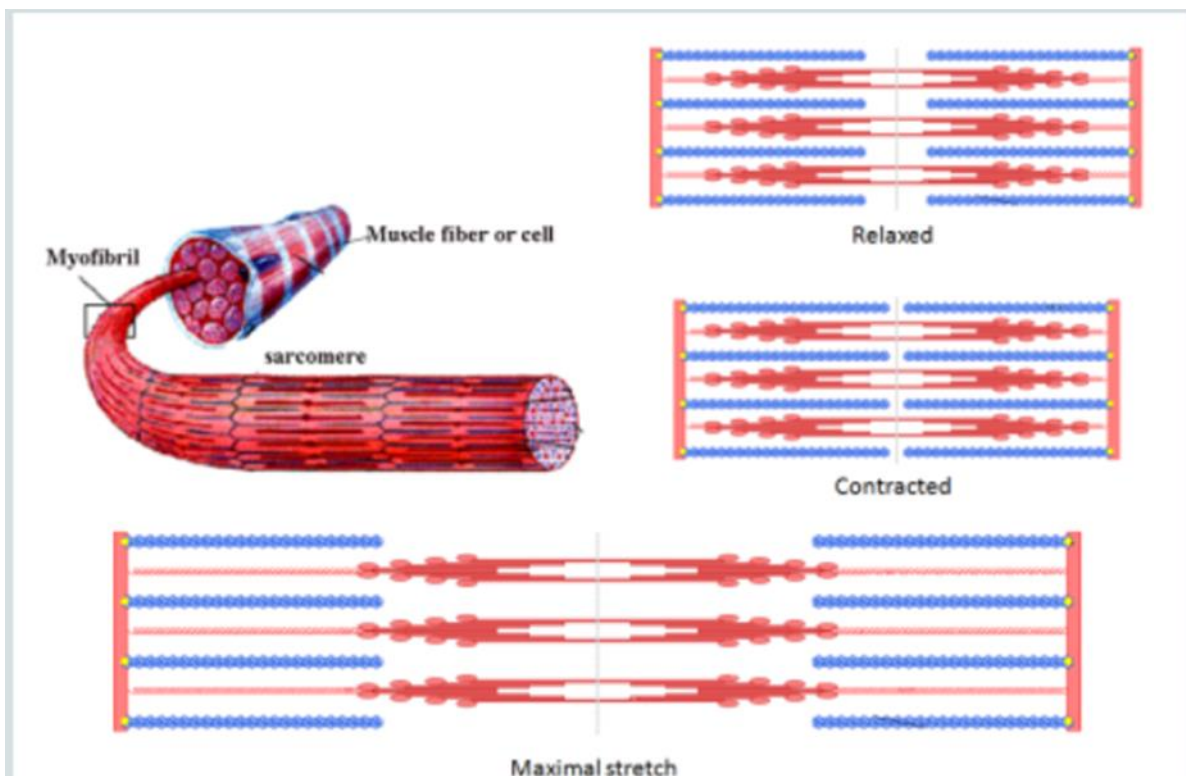
Ove preventivne mjere mogu uključivati i prilagodbu svakodnevnih aktivnosti, kao što su pravilno sjedenje i stajanje, te usvajanje tehnika koje smanjuju stres na kralježnicu. Također, redovite fizičke aktivnosti i održavanje zdrave tjelesne mase doprinose smanjenju rizika od razvoja bolova u lumbalnom dijelu (33).

### *1.7. Biomehanika istezanja*

Mišići su složeni organi koji se sastoje od mišićnih stanica, fascija, tetiva, krvnih žila i živaca. Mišićne stanice i živčane stanice (neuroni) su električki nabijene, pri čemu je potencijal membrane u mirovanju oko -70 milivolta. Ove stanice aktiviraju se promjenom naboja membrane. Komunikacija između stanica odvija se otpuštanjem neurotransmitera, koji omogućuju pozitivnim ionima natrija ulazak u stanice, čime se potencijal membrane pozitivizira. Kada potencijal membrane dostigne oko -62 milivolta, stanice postaju aktivne. Aktivni neuroni otpuštaju dodatne neurotransmitere, što dovodi do aktivacije drugih neurona i kontrakcije mišićnih stanica. Potencijal membrane može se mijenjati kako bi se olakšala ili inhibirala aktivacija neurona. Olakšanje nastaje kada potencijal membrane u mirovanju lagano poraste iznad normalnog, što povećava vjerojatnost otpuštanja neurotransmitera i aktivaciju neurona. Inhibicija se događa kada potencijal membrane padne ispod normalne razine, što sprječava aktivaciju neurona (35).

Osnovna funkcionalna jedinica mišića je motorička jedinica, koja se sastoji od motoričkog neurona i svih mišićnih stanica na koje se povezuje. Motorička jedinica može obuhvaćati nekoliko mišićnih stanica, koje se ponekad organiziraju u mišićna vlakna. Mišićno

vlakno je skup štapičastih struktura, poznatih kao miofibrili, koje se sastoje od ponavljajućih struktura zvanih sarkomere, koje su osnovne funkcionalne jedinice mišića. Sarkomere se sastoje od triju filamenata: tankih, debljih i Z-linija. Tijekom mišićne kontrakcije, tanke niti klize preko debljih, pri čemu se tijekom koncentrične kontrakcije tanke niti približavaju jedna drugoj, dok tijekom ekscentrične kontrakcije debele niti sprječavaju razdvajanje tankih niti. U izometrijskom radu, niti se ne pomiču. Svaki oblik mišićnog rada započinje otpuštanjem kalcijevih iona iz sarkomere, a opuštanje i prestanak rada nastaju kada se ioni kalcija ponovo nakupe unutar sarkomere (34,35) (Slika 5.).

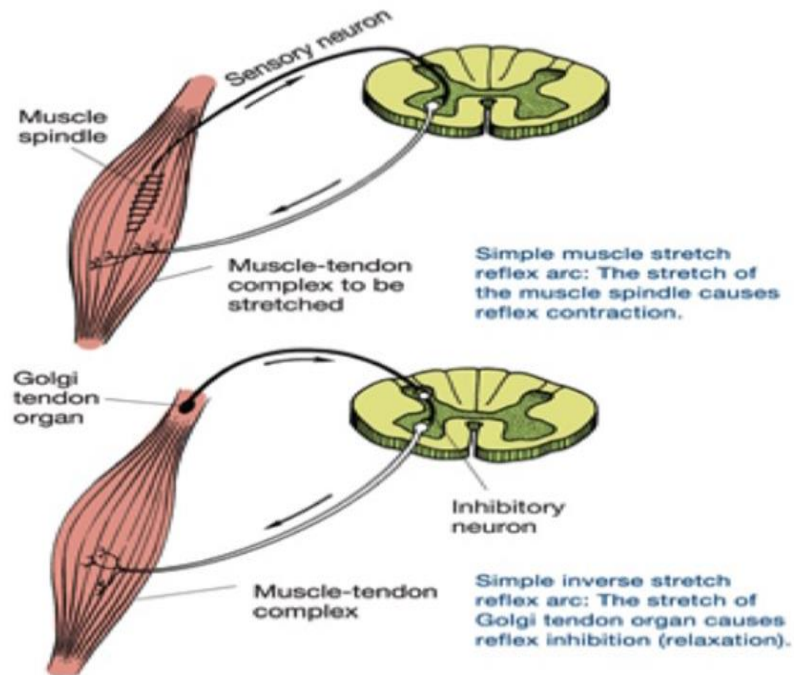


Slika 5. Shematski prikaz kontrakcije mišićnih vlakana

Izvor: <https://antisensescienceblog.wordpress.com/2014/04/25/stretching-whats-the-big-whoop-debunking-one-of-the-oldest-exercise-myths/>

Duljinu sarkomere kontroliraju proprioceptori, koji služe kao senzori za informacije o duljini mišića, napetosti i položaju mišića. Ovi proprioceptori uključuju mišićna vretena i Golgijev tetivni organ. Mišićna vretena imaju brzu dinamičku komponentu koja registrira brze promjene duljine mišića, dok sporija statička komponenta omogućava prilagodbu novoj duljini mišića. Brze promjene mogu izazvati miotatički refleks, koji se odupire promjeni duljine mišića

kontrakcijom, dok sporije promjene omogućuju prilagodbu mišića opuštanjem. Golgijev tetivni organ bilježi napetost u tetivi i aktivira reakcije produljenja kada napetost prijeđe prag tolerancije, kako bi se spriječila prekomjerna kontrakcija mišića i potaknulo opuštanje. Tako tijelo prilagođava reakcije na akutno i kronično istežanje. Znanstvene studije pokazale su da istežanje tijekom 10 do 15 minuta dnevno, 3 do 4 puta tjedno, može pozitivno utjecati na mišićnu snagu, izdržljivost, fleksibilnost i pokretljivost (35) (Slika 6.).



Slika 6. Komunikacija između mišića i leđne moždine

Izvor: <https://fitnes-uciliste.hr/istezanje-sto-mi-ustvari-radimo/>

### 1.8. Vježbe istežanja

Vježbe istežanja često se koriste kao rutina zagrijavanja prije tjelesne aktivnosti s ciljem povećanja opsega pokreta u zglobovima (15). Istežanje se definira kao metoda koja poboljšava fleksibilnost, što uključuje istežanje mišićno-tetivnog kompleksa primjenom sile koja produžuje mišiće i tetive na njihovu maksimalnu duljinu (36). Ovaj proces ne samo da povećava fleksibilnost, već i poboljšava elastičnost, prokrvljenost, koordinaciju pokreta i živčanu provodljivost. Istežanje je uobičajena praksa među sportašima, starijim osobama,

pacijentima u rehabilitaciji, rekreativcima i onima koji se bave fitnessom (37). Osim što sprječava ozljede, vježbe istezanja također poboljšavaju motoričku učinkovitost (35).

Vježbe istezanja pružaju brojne prednosti koje uključuju povećanje amplitude pokreta. Među ključnim prednostima su poboljšanje fleksibilnosti, izdržljivosti mišića i mišićne snage. Vježbe istezanja mogu smanjiti bolove u mišićima, poboljšati pokretljivost mišića i zglobova, te povećati mišićnu fluidnost i kretanje. Ove vježbe također unapređuju sposobnost iskazivanja mišićne sile kroz širi raspon pokreta. Osim toga, istezanje može pomoći u prevenciji problema u donjem dijelu leđa i poboljšati izgled te sliku o sebi. Poboljšava držanje i posturu cijelog tijela, dok također može pozitivno utjecati na razinu glukoze u krvi i krvni tlak. Konačno, istezanje doprinosi boljem zagrijavanju i hlađenju tijekom vježbi (36).

### *1.9. Vrste istezanja*

Istezanje možemo podijeliti na nekoliko glavnih vrsta, uključujući statičko i dinamičko istezanje, a unutar tih kategorija nalaze se i druge specifične metode, kao što su aktivno, pasivno, balističko, izometričko istezanje i PNF istezanje (36).

Statičko istezanje podrazumijeva produljenje mišića do točke nelagode i držanje tog položaja određeno vrijeme. Ovaj pristup poboljšava fleksibilnost i povećava opseg pokreta mišića (38).

Dinamičko istezanje, s druge strane, uključuje kontinuirano kretanje zgloba kroz cijeli opseg pokreta kontroliranom brzinom (39). Ovaj tip istezanja može se prilagoditi i otežati napredovanjem u vježbama, ali važno je ostati unutar granica prirodnog raspona pokreta kako bi se izbjegle ozljede. Površinska tjelesna temperatura može se povećati pri ovoj vrsti istezanja (40).

Aktivno istezanje, poznato i kao statičko aktivno istezanje, koristi vlastitu mišićnu snagu za pružanje otpora. Ova metoda zahtijeva kontrakciju agonističkog mišića kako bi se istegnuo antagonist. Položaj se drži oko 15 sekundi, a prednosti uključuju poboljšanu fleksibilnost, ravnotežu, protok krvi i pravilnu posturu tijela.

Pasivno istezanje uključuje primjenu vanjske sile kako bi se postigla maksimalna amplituda pokreta. Ovu silu često primjenjuje druga osoba, a korisnik se potpuno opušta tijekom istezanja. Rizik kod pasivnog istezanja leži u mogućnosti da vanjska sila premaši granicu koju mišić može podnijeti.

Balističko istezanje koristi pokrete odskakanja bez zadržavanja položaja, čime se brzo povećava raspon pokreta. Ova metoda može povećati rizik od ozljeda i stoga se ne preporučuje početnicima ili osobama s vrlo zategnutim mišićima. Balističko istezanje namijenjeno je iskusnijim sportašima koji se pripremaju za intenzivne aktivnosti (35).

PNF istezanje uključuje aktivaciju proprioceptora kroz kombinaciju pasivnog istezanja i izometričke kontrakcije mišića. Nakon istezanja kroz cijeli opseg pokreta, mišić se opušta prije ponovnog istezanja. Ova metoda omogućuje istezanje iznad uobičajenih granica i povećava raspon pokreta i snagu mišića. PNF istezanje često uključuje različite tehnike kao što su "kontraktno-opuštanje", "zadrži-opušteno" i "kontraktno-opušteni agonist kontrakt". Sve ove tehnike zahtijevaju visok stupanj kontrakcije mišića i pomoći druge osobe. Također se koristi postizometrička relaksacija (PIR), koje zahtijeva manju kontrakciju (oko 25%) prije istezanja (37).

#### *1.10. Indikacije i kontraindikacije istezanja*

Svaka fizioterapijska intervencija dolazi s određenim indikacijama i kontraindikacijama koje fizioterapeut mora pažljivo razmotriti. Pravilno prepoznavanje stanja u kojem je vježbanje istezanja preporučljivo ili kontraindicirano ključno je za učinkovito i sigurno liječenje. Nepravilna primjena može dovesti do pogoršanja pacijentovog stanja i dodatnih komplikacija.

Indikacije za vježbe istezanja uključuju poboljšanje opsega pokreta zglobova, vraćanje neuromuskularne ravnoteže među mišićnim skupinama, smanjenje ozljeda i oštećenja, te smanjenje bolova u mišićima. Ove vježbe mogu biti izuzetno korisne u postizanju bolje funkcionalnosti i prevenciji daljnjih problema. S druge strane, postoje i kontraindikacije za primjenu vježbi istezanja. One uključuju ograničene kretnje u zglobu uzrokovane prisustvom koštanog bloka, akutne upale ili infekcije, te neposredni postoperativni period nakon prijeloma dok se kost još nije potpuno zaliječila. Također, istezanje treba izbjegavati ako pacijent osjeća oštru bol tijekom pokreta, ima hematome ili druge traume mekog tkiva, ili pokazuje znakove hiperomobilnosti (38).

Pravilno izvođenje vježbi istezanja ključno je za postizanje optimalnih rezultata i sprječavanje ozljeda. Tijekom izvođenja vježbi istezanja, važno je postupati polako i kontrolirano, izbjegavajući nagle pokrete. Poziciju treba zadržati od pola minute do minute,



omogućujući mišićima dovoljno vremena za opuštanje i produžavanje. Naglasak treba staviti na pravilno disanje; ravnomjernim i dubokim disanjem tijelo šalje signale za lakše opuštanje mišića. Literatura ističe značaj redovitog istezanja kao sastavnog dijela cjelokupnog programa tjelesne aktivnosti. Prema smjernicama Američkog koledža za sportske medicine (ACSM), redovito istezanje ključno je za održavanje fleksibilnosti i pokretljivosti zglobova, što smanjuje rizik od ozljeda i poboljšava sportske performanse (40). Također pravilno izvođenje vježbi istezanja pomaže u sprječavanju mišićne napetosti, poboljšava cirkulaciju i doprinosi boljoj regeneraciji mišića, čime se podržava cjelokupno tjelesno zdravlje (41).

## 2. CILJEVI I HIPOTEZE

Glavni cilj istraživačkog rada je ispitati učinak petnaestodnevnog programa vježbi istezanja na promjene u pretklonu lumbalne kralježnice i laterofleksiju tijela.

Specifični ciljevi rada su:

C1: Ispitati učinak petnaestodnevnog programa vježbi istezanja na pretklon lumbalne kralježnice i laterofleksiju tijela kod osoba s prisutnim bolnim sindromom lumbalnog dijela kralježnice.

C2: Ispitati učinak petnaestodnevnog programa vježbi istezanja na pretklon i laterofleksiju tijela s obzirom na tjelesnu masu.

C3: Analizirati utjecaj petnaestodnevnog programa vježbi istezanja na osjećaj boli kod osoba s prisutnim bolnim sindromom u lumbalnom dijelu kralježnice.

Hipoteze istraživanja prema navedenim ciljevima su:

H1: Nakon petnaestodnevnog programa vježbi istezanja pretklon lumbalne kralježnice i laterofleksija tijela bit će veći nego prije programa vježbi kod osoba s prisutnim bolnim sindromom lumbalnog dijela kralježnice.

H2: Nakon petnaestodnevnog programa vježbi istezanja pretklon lumbalne kralježnice i laterofleksija će biti veća kod ispitanika s manjom tjelesnom masom.

H3: Nakon petnaestodnevnog programa vježbi istezanja bol će biti manja nego prije provođenja vježbi kod osoba s prisutnim bolnim sindromom lumbalne kralježnice.

### 3. ISPITANICI I METODE

#### 3.1. Ispitanici/materijali

U istraživanju su sudjelovale osobe koje su dolazile na fizikalnu terapiju Doma zdravlja Primorsko – goranske županije, ispostava Delnice, zbog bolnog lumbalnog sindroma. Ukupno je sudjelovalo 50 ispitanika, odabranih prigodnim uzorkom. Uključeni su bili pojedinci s bolnim lumbalnim sindromom, koji su se upisali na fizikalnu terapiju, u dobi između 45 i 65 godina, bez obzira na spol. Isključeni su oni s drugim tjelesnim oštećenjima te oni koji nisu željeli sudjelovati u istraživanju. Istraživanje je provedeno od srpnja do rujna 2024. godine.

#### 3.2. Postupak i instrumentarij

Ispitanici su regrutirani među pacijentima koji su dolazili na fizikalnu terapiju i pristali sudjelovati u istraživanju. Prije početka, svi ispitanici su upućeni u informirani pristanak koji je uključivao detaljan opis istraživanja i obavijest o mogućnosti odustajanja u bilo kojem trenutku. Za potrebe istraživanja korišteni su standardni instrumenti: centimetarska traka, vizualna skala boli (VAS) i vaga. Ovi instrumenti nisu izrađeni specijalno za istraživanje, već su se koristili u svakodnevnoj praksi.

Mjerenja su provedena dva puta: prije i nakon petnaestodnevnog programa vježbi istezanja. Prvo mjerenje uključilo je procjenu pretklona. Ispitanici su zauzeli stojeći položaj i izveli lagani pretklon tijela, pri čemu je centimetarskom trakom izmjerena udaljenost vrha srednjeg prsta od podloge. Rezultati su uneseni u početni upitnik. Zatim su se izmjerili rezultati laterofleksije tijela. Ispitanici su iz stojećeg stava izvodili laterofleksiju, a udaljenost vrha srednjeg prsta od poda mjerena je na obje strane tijela. Bol se procijenila pomoću VAS skale, dok je tjelesna masa izmjerena vagom. Sve rezultate su zabilježeni u početni upitnik.

Podatci su prikupljeni individualno i za svaki set mjerenja bilo je potrebno desetak minuta. Nakon inicijalnog mjerenja, ispitanici su radili u manjim grupama, gdje se provodila kinzioterapija s naglaskom na vježbe istezanja. Svaka vježba prvo je demonstrirana, a zatim su ispitanici ponovili vježbu, držeći svaki položaj 30 sekundi. Program vježbi istezanja trajao je 15 radnih dana, s trajanjem od 20 do 30 minuta dnevno. Nakon završetka programa, ponovljena su mjerenja na isti način kao pri početnom testiranju.

Kinezioterapija, uključujući vježbe istezanja i postupak mjerenja, provedena je u kinezioterapijskoj dvorani Doma zdravlja Primorsko – goranske županije, ispostava Delnice. Svi ispitanici imali su jednake uvjete za sudjelovanje, a kvalitetu istraživanja osiguravao je samo jedan terapeut.

### *3.3. Statistička obrada podataka*

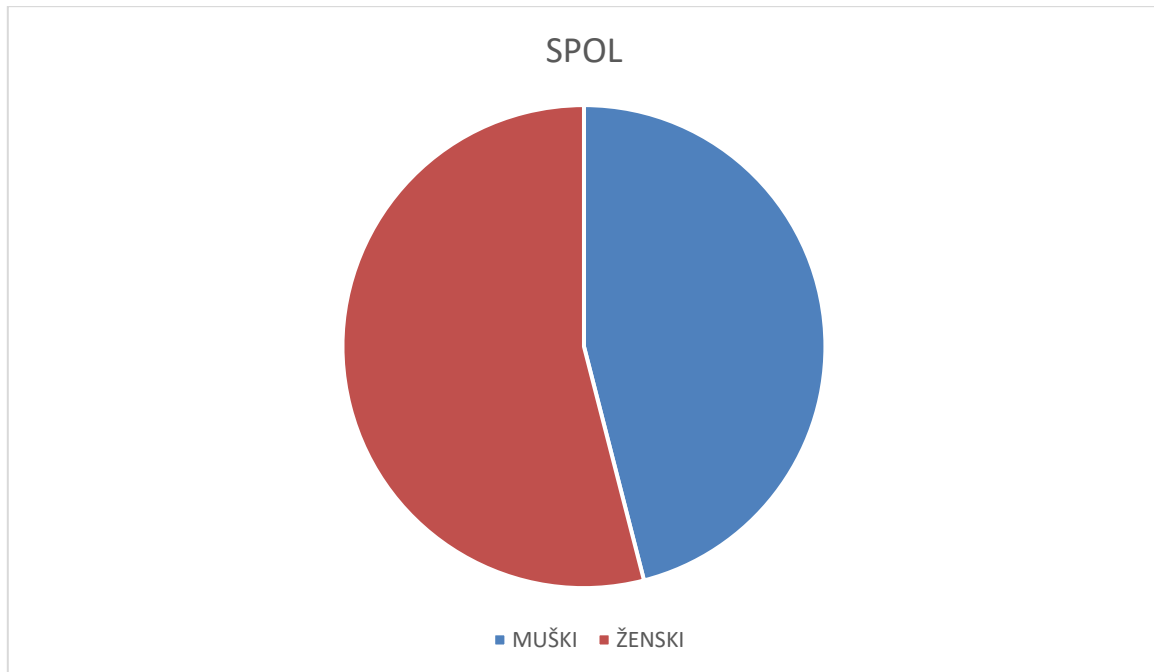
Po završetku istraživanja, prikupljeni podatci obrađeni su u programima *Statistica 14.0.0.15* (TIBCO Software Inc.) i *Microsoft Office Excel 2016*. Statistička obrada podataka uključivala je deskriptivnu statistiku i odgovarajuće analitičke metode. Rezultati istraživanja prikazani su pomoću grafikona, tablica i brojčanih prikaza radi lakšeg razumijevanja dobivenih podataka. Varijable pretklona lumbalne kralježnice i laterofleksije tijela mjerile su se na omjernoj ljestvici, dok su bol (procijenjena VAS skalom 1-10) i tjelesna masa (kg) bile prikazane na intervalnoj ljestvici. U analizi rezultata pretklona i laterofleksije korišteni su aritmetička sredina i standardna devijacija. Za testiranje prve i treće hipoteze korišten je t-test za zavisne uzorke kako bi se usporedili rezultati pretklona, laterofleksije i intenziteta boli između prvog i drugog mjerenja. Za testiranje druge hipoteze korištena je Pearsonova korelacija za usporedbu promjena u pretklonu i laterofleksiji s obzirom na tjelesnu masu. Rezultati su smatrani statistički značajnima na razini  $p < 0,05$ .

### *3.4. Etički aspekti istraživanja*

Prije početka istraživanja, ispitanici su dali svoj informirani pristanak za sudjelovanje. Bili su slobodni u bilo kojem trenutku napustiti istraživanje ukoliko nisu željeli ili mogli izvršavati zadatke. Istraživanje je predstavljalo niski rizik, a od Doma zdravlja Primorsko-goranske županije je zatražena dozvola za njegovo provođenje br. 01-86/4-5-24. Sigurnost podataka bila je osigurana svim sudionicima, kao i etičnost provedbe istraživanja u svim fazama. Podatci su bili dostupni istraživaču isključivo za potrebe ovog istraživanja. Svi prikupljeni podatci korišteni su u znanstveno-istraživačke svrhe.

#### 4. REZULTATI

U istraživanju je sudjelovalo 50 ispitanika. Od čega je bilo 27 ispitanika ženskog spola (54%) i 23 ispitanika muškog spola (46%) (Slika 7.). Prosječna dob ispitanika iznosi 53,08 godina.



Slika 7. Raspodjela ispitanika prema spolu

Prosječna masa ispitanika ženskog spola prije terapije iznosila je 75,33 kg, a nakon terapije 75,29 kg. Dok je za ispitanike muškog spola masa prije terapije iznosila je 94,17 kg te nakon terapije 94,16 kg. T-test pokazao je da nema statistički značajne razlike u prosječnoj tjelesnoj masi prije i poslije terapije ni kod žena ( $p > 0,05$ ) ni kod muškaraca ( $p > 0,05$ ) (Tablica 1.).

Tablica 1. Prikaz prosječne tjelesne mase ispitanika prije i poslije terapije

Spol	Prosječna masa prije terapije (kg)	Prosječna masa poslije terapije (kg)	p
Žene	75,33	75,29	$>0,05$
Muškarci	94,17	94,16	$>0,05$

p-vrijednost - statistička značajnost razlike

Statistička analiza pokazuje da postoji značajno smanjenje jačine boli (VAS skora) nakon terapije kod žena ( $p < 0,001$ ). Prosječna razlika u VAS skoru iznosi -1.64, što znači da se bol u prosjeku smanjila za 1.64 jedinice na VAS skali. Slično, rezultati za muškarce pokazuju statistički značajno smanjenje boli nakon terapije ( $p < 0,05$ ). Prosječna razlika u VAS skoru iznosi -0.93, što znači da se bol u prosjeku smanjila za 0.93 jedinice na VAS skali (Tablica 2.). Ova tablica jasno prikazuje promjenu u intenzitetu boli prije i poslije terapije za oba spola i omogućava uvid u statističku značajnost tih promjena.

Tablica 2. Razlika u jačini boli mjerene VAS skalom prije i poslije terapije

<b>Spol</b>	<b>VAS prije (Prosjek ± SD)</b>	<b>VAS poslije (Prosjek ± SD)</b>	<b>Srednja razlika (Prosjek ± SD)</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>Žene</b>	5.64 ± 2.67	4.00 ± 2.52	-1.64 ± 1.84	-5.53	< 0,001
<b>Muškarci</b>	5.57 ± 2.51	4.64 ± 2.44	-0.93 ± 1.66	-3.29	< 0,05

VAS prije (Prosjek ± SD) - prosječna vrijednost VAS skora prije terapije i standardna devijacija, VAS poslije (Prosjek ± SD) - prosječna vrijednost VAS skora poslije terapije i standardna devijacija, srednja razlika (prosjek ± SD) - prosječna razlika u VAS skoru prije i poslije terapije, sa standardnom devijacijom, t - vrijednost t-testa za zavisne uzorke, p - statistička značajnost razlike

Interpretacija rezultata pokazuje da se očekivani učinak vježbi istezanja nije dogodio kako je primarno postavljeno hipotezom. Iako je pretklon trebao biti veći nakon terapije, rezultati ukazuju na suprotno. Za žene, prosječno smanjenje u pretklonu prije i poslije vježbi iznosi -1.38 cm, uz t-vrijednost od -3.82 i  $p < 0,05$ , što znači da je došlo do značajnog smanjenja fleksibilnosti umjesto povećanja. Za muškarce, prosječno smanjenje u pretklonu je -0.77 cm, s t-vrijednošću od -2.44 i  $p < 0,05$ , što također pokazuje značajno smanjenje fleksibilnosti (Tablica 3.).

Tablica 3. Razlika u pretklonu prije i poslije terapije

<b>Spol</b>	<b>Pretklon prije vježbi (Prosje- jek ± SD)</b>	<b>Pretklon poslije vježbi (Prosje- k ± SD)</b>	<b>Srednja razlika (Prosje- k ± SD)</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>Žene</b>	13.03 ± 13.53	11.65 ± 12.85	-1.38 ± 2.15	-3.82	< 0,05
<b>Muškarci</b>	20.39 ± 15.71	19.62 ± 15.37	-0.77 ± 1.58	-2.44	< 0,05

pretklon prije vježbi (Prosje-  
k ± SD) - prosječna vrijednost pretklona prije vježbi i standardna devijacija, pretklon poslije vježbi (Prosje-  
k ± SD) - prosječna vrijednost pretklona poslije vježbi i standardna devijacija, srednja razlika (Prosje-  
k ± SD) - prosječna razlika u pretklonu prije i poslije vježbi, sa standardnom devijacijom, t - vrijednost t-  
testa za zavisne uzorke, p - statistička značajnost razlike

Tablica 4. prikazuje prosječne vrijednosti laterofleksije tijela lijevo i desno kod muškaraca i žena prije i poslije terapije, s minimalnim promjenama u oba slučaja. Kod žena, prosječna vrijednost laterofleksije prije terapije iznosi 50,03 cm lijevo i 49,88 cm desno, dok nakon terapije te vrijednosti blago variraju na 49,42 cm lijevo i 50,05 cm desno. Kod muškaraca, lijeva laterofleksija prije terapije iznosi 54,52 cm, a desna 53,92 cm, s minimalnim promjenama nakon terapije na 54,30 cm lijevo i 53,91 cm desno. Ovi rezultati pokazuju da terapija nije značajno utjecala na poboljšanje laterofleksije kod oba spola, s obzirom na zanemarive promjene u prosjeku (Tablica 4.).

Tablica 4. Razlika u laterofleksiji prije i poslije terapije

<b>Spol</b>	<b>Laterofleksija li- jevo prije terapije (cm)</b>	<b>Laterofleksija de- sno prije terapije (cm)</b>	<b>Laterofleksija lijevo poslije terapije (cm)</b>	<b>Laterofleksija desno poslije te- rapije (cm)</b>
<b>Žene</b>	50,03	49,88	49,42	50,05
<b>Muškarci</b>	54,52	53,92	54,30	53,91

Rezultati t-testa pokazuju da nema statistički značajnih razlika u laterofleksiji tijela lijevo i desno prije i poslije terapije kod muškaraca i žena. Za žene, t-vrijednost od 1.949 za

lijevu stranu i 0.157 za desnu stranu, uz  $p > 0,05$ , ukazuju na izostanak značajnih promjena. Slično tome, kod muškaraca t-vrijednosti od 1.262 za lijevu stranu i -0.318 za desnu, s  $p > 0,05$ , potvrđuju da terapija nije dovela do značajnih poboljšanja (Tablica 5.).

Tablica 5. Rezultati t-testa za procjenu statističke značajnosti promjena u laterofleksiji prije i poslije terapije

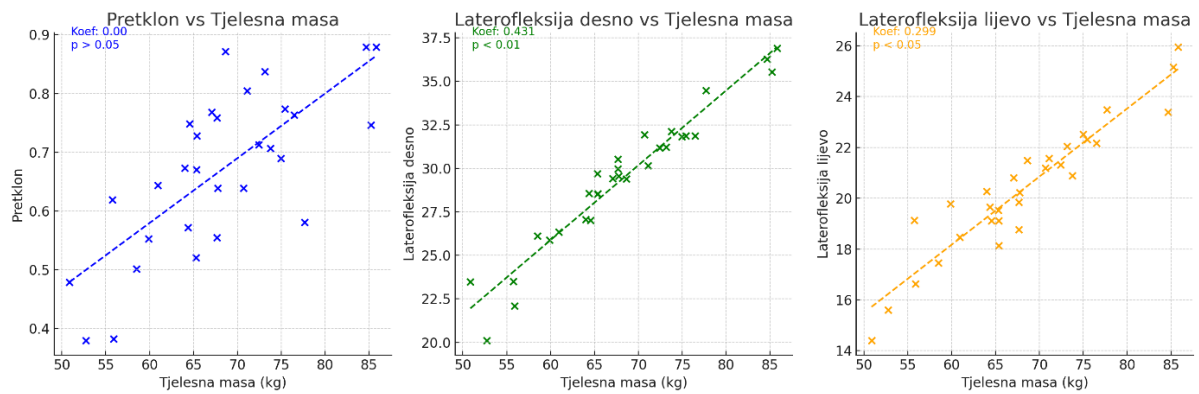
Spol	Strana	t	p
Žene	Lijevo	1.949	$> 0,05$
Žene	Desno	0.157	$> 0,05$
Muškarci	Lijevo	1.262	$> 0,05$
Muškarci	Desno	-0.318	$> 0,05$

t - vrijednost t-testa za zavisne uzorke, p - statistička značajnost razlike

Prva hipoteza, prema kojoj bi nakon petnaestodnevnog programa vježbi istezanja pretklon lumbalne kralježnice i laterofleksija tijela bili veći nego prije programa kod osoba s bolnim sindromom lumbalnog dijela kralježnice, nije potvrđena. Suprotno očekivanjima, došlo je do smanjenja fleksibilnosti u pretklonu kod oba spola. Žene su zabilježile prosječno smanjenje od -1.38 cm, dok je kod muškaraca smanjenje iznosilo -0.77 cm, što statistički ukazuje na značajno smanjenje fleksibilnosti. Slično tome, nije zabilježen značajan napredak u laterofleksiji tijela, s minimalnim promjenama prije i poslije terapije, što dodatno potkopava postavljenu hipotezu (Tablica 3., 4. i 5.).

Druga hipoteza, koja je predviđala da će pretklon lumbalne kralježnice i laterofleksija biti veći kod ispitanika s manjom tjelesnom masom nakon programa vježbi, pokazuje mješovite rezultate. Pearsonova korelacijska analiza između tjelesne mase i pretklona nakon vježbi nije otkrila značajnu povezanost ( $p > 0,05$ ), što sugerira da tjelesna masa ne utječe značajno na promjene u pretklonu. Međutim, rezultati su pokazali značajnu pozitivnu korelaciju između tjelesne mase i laterofleksije desno (koeficijent korelacije = 0.431,  $p < 0,01$ ) te laterofleksije lijevo (koeficijent korelacije = 0.299,  $p < 0,05$ ) nakon vježbi, što ukazuje na to da veća tjelesna masa može biti povezana s većom fleksibilnošću u tim smjerovima. Ipak, budući da nisu svi aspekti fleksibilnosti pokazali značajnu povezanost s tjelesnom masom, hipoteza nije potpuno potvrđena (Slika 8.).





Slika 8. Korelacija između tjelesne mase i fleksibilnosti u tri smjera nakon programa vježbi

Treća hipoteza, koja je predviđala smanjenje boli nakon programa vježbi, potvrđena je. Ispitanici su osjetili značajno smanjenje boli nakon terapije. Kod žena je prosječna razlika u VAS skoru iznosila -1.64, dok je kod muškaraca smanjenje iznosilo -0.93, s visokim stupnjem statističke značajnosti. Ovi rezultati pokazuju učinkovitost vježbi istezanja u smanjenju boli kod osoba s bolnim sindromom lumbalnog dijela kralježnice, iako nisu rezultirali očekivanim poboljšanjem fleksibilnosti (Tablica 2.).

## 5. RASPRAVA

Ovo istraživanje imalo je za cilj procijeniti učinke programa vježbi istezanja na fleksibilnost i bol kod osoba s bolnim sindromom lumbalnog dijela kralježnice. Rezultati pokazuju kompleksnu sliku učinkovitosti terapije s obzirom na različite mjerene parametre. Rezultati ovog istraživanja pokazali su kako vježbe istezanja nisu dovele do očekivanog povećanja fleksibilnosti u pretklonu niti značajnih promjena u laterofleksiji tijela, iako su uspješno smanjile bol kod ispitanika s bolnim sindromom lumbalnog dijela kralježnice. Ovi rezultati mogu se staviti u kontekst s prethodnim istraživanjima Magnussona koja su proučavala utjecaj istezanja na mišićnu fleksibilnost i izvedbu (42).

Prva hipoteza, koja je predviđala povećanje fleksibilnosti u pretklonu lumbalne kralježnice i laterofleksiji tijela nakon terapije, nije potvrđena. Štoviše, došlo je do statistički značajnog smanjenja fleksibilnosti u pretklonu kod oba spola. Žene su zabilježile prosječno smanjenje od -1.38 cm, dok je kod muškaraca smanjenje iznosilo -0.77 cm, što ukazuje na nepredviđeni ishod terapije (Tablica 3.). Ovo smanjenje fleksibilnosti može biti posljedica raznih čimbenika, uključujući mogući utjecaj boli ili napetosti mišića tijekom istezanja, što bi moglo ograničiti sposobnost sudionika da dosegnu veći raspon pokreta. Međutim, važno je napomenuti da su razlike unatoč svojoj statističkoj značajnosti bile relativno male te stoga možda ne predstavljaju klinički značajne promjene u svakodnevnom životu ispitanika. Ovakvi rezultati mogu se povezati s nalazima Konrada i suradnika, koji su u svojoj metaanalizi proučavali utjecaj istezanja fleksora kuka na performanse. Njihovi rezultati ukazuju da, iako istezanje može poboljšati performanse, ne dovodi uvijek do željenih rezultata u fleksibilnosti, što je slično nalazima našeg istraživanja (17). Slično tome, Weppeler i Magnusson ističu kako povećanje mišićne ekstenzibilnosti nije nužno rezultat povećanja duljine mišića, već promjene senzorne percepcije, što bi moglo objasniti rezultate našeg istraživanja. Iako je bol smanjena, fleksibilnost se nije značajno poboljšala, što bi moglo biti posljedica promjena u percepciji senzacije, a ne stvarne fizičke promjene u mišićima (43). Matsuo i suradnici također su istraživali kako različito trajanje istezanja utječe na fleksibilnost i snagu, a njihovi nalazi ukazuju da trajanje istezanja ima važnu ulogu u postizanju većih promjena (44). U našem istraživanju, moguće je da trajanje terapije nije bilo dovoljno dugo da izazove značajne promjene u fleksibilnosti, čime se dodatno podupire naša hipoteza da terapija nije imala očekivani učinak na povećanje fleksibilnosti.

Druga hipoteza, koja je predviđala da će fleksibilnost biti veća kod ispitanika s manjom tjelesnom masom, također nije u potpunosti potvrđena. Pearsonova korelacijska analiza pokazala je da nema značajne povezanosti između tjelesne mase i pretklona ( $p > 0,05$ ), no postoji značajna pozitivna korelacija između tjelesne mase i laterofleksije u desnu i lijevu stranu ( $p < 0,01$  za desnu stranu i  $p < 0,05$  za lijevu stranu). Ovi rezultati sugeriraju da osobe s većom tjelesnom masom mogu pokazati veću fleksibilnost u laterofleksiji, no ta veza nije konzistentna za sve mjere fleksibilnosti, što ukazuje na složenost faktora koji utječu na pokretljivost tijela. Franchi i suradnici istraživali su utjecaj treninga s otporom na strukturu i funkciju mišića kod starijih osoba, a njihovi rezultati sugeriraju da bi trening s otporom mogao pomoći u poboljšanju fleksibilnosti, posebno kod starijih osoba. S obzirom na prosječnu dob naših ispitanika, razlike u tjelesnoj masi mogle bi biti povezane s različitim odgovorima na terapiju (45). Matsuo i suradnici dodatno podržavaju ovu tvrdnju svojim nalazima, gdje ističu da bi produženo istezanje moglo donijeti bolje rezultate kod ispitanika s većom tjelesnom masom, iako to nije izričito potvrđeno u našem istraživanju (44).

Najznačajniji rezultat istraživanja potvrđuje treću hipotezu, koja je predviđala smanjenje boli nakon terapije. Statistička analiza pokazala je značajno smanjenje intenziteta boli kod oba spola. Kod žena je prosječna razlika u VAS skoru iznosila -1.64, dok je kod muškaraca smanjenje bilo -0.93, što potvrđuje učinkovitost programa vježbi u smanjenju boli (Tablica 2.). Ovi rezultati sugeriraju da, iako vježbe istezanja nisu dovele do očekivanog poboljšanja fleksibilnosti, one su ipak značajno doprinijele smanjenju bolnog sindroma kod ispitanika. Ovi rezultati podudaraju se s istraživanjima Opplerta i Babaulta, koji su proučavali akutne učinke dinamičkog istezanja na fleksibilnost i performanse. Njihova analiza pokazuje kako dinamičko istezanje može značajno smanjiti bol, iako se u našem istraživanju koristilo statičko istezanje (46). U svakom slučaju, smanjenje boli kod naših ispitanika može se povezati s općim učinkom istezanja na smanjenje mišićne napetosti i nelagode. Nadalje, Weppler i Magnusson ističu da smanjenje boli može biti povezano s promjenom senzorne percepcije tijekom istezanja, što je relevantno za naše rezultate, budući da smanjenje boli nije nužno bilo povezano s povećanjem fleksibilnosti (43).

Zanimljiv je nalaz da tjelesna masa nije imala značajan utjecaj na promjene u pretklonu, ali je povezana s laterofleksijom. To bi moglo značiti da različite vrste pokreta (savijanje prema naprijed u pretklonu nasuprot lateralnim pokretima tijela) reagiraju drugačije na tjelesnu konstituciju i težinu. Ipak, budući da su promjene u fleksibilnosti minimalne i statistički

značajne samo za određene smjerove, ovi rezultati ne omogućuju donošenje čvrstih zaključaka o vezi između tjelesne mase i fleksibilnosti.

Iako terapija nije poboljšala fleksibilnost kako se očekivalo, rezultati ipak pružaju vrijedne uvide u smanjenje boli kod ispitanika. U usporedbi s prethodnim istraživanjima, naši rezultati pokazuju da, iako vježbe istezanja mogu smanjiti bol, one same po sebi možda nisu dovoljne za značajno poboljšanje fleksibilnosti. Moguće je da je potrebno prilagoditi metodu, trajanje i vrstu istezanja kako bi se postigli optimalni rezultati. Jedan od glavnog nedostataka ovog istraživanja je u kratkom vremenskom razdoblju izvedbi vježbi te što nisu uvedene druge potencijalno korisne metode u povećanju fleksibilnosti.

## 6. ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju sudjelovalo je 50 ispitanika, od čega 27 ženskog spola i 23 muškog spola, prosječne dobi od 53,08 godina. Na temelju postavljenih hipoteza proizlaze sljedeći zaključci:

- Prva hipoteza, koja je predviđala povećanje fleksibilnosti nakon programa vježbi istezanja, nije potvrđena. Umjesto očekivanog poboljšanja, rezultati su pokazali statistički značajno smanjenje fleksibilnosti u pretklonu kod oba spola.

- Druga hipoteza, prema kojoj bi osobe s manjom tjelesnom masom imale veći napredak u fleksibilnosti, djelomično je potvrđena. Iako nije pronađena značajna povezanost između tjelesne mase i promjena u pretklonu, pronađena je pozitivna korelacija između tjelesne mase i laterofleksije tijela.

- Treća hipoteza, koja je predviđala smanjenje boli nakon programa vježbi istezanja, potvrđena je. Rezultati pokazuju značajno smanjenje boli kod oba spola, s većim smanjenjem boli kod žena nego kod muškaraca.

Zaključno, program vježbi istezanja bio je učinkovit u smanjenju boli, no nije doveo do poboljšanja fleksibilnosti kako je bilo predviđeno, što sugerira potrebu za daljnjim istraživanjima u cilju optimizacije terapijskih protokola.

## LITERATURA

1. Jurdana H, Mokrović H, Legović D, Šantić V, Gulan G, Boschi V. Križobolja i ozljede malih zglobova te ligamentarno-mišićnog aparata lumbalne kralježnice u sportaša. *Medicina Fluminensis*. 2007 [Pristupljeno: 4.5.2024.]; 43(3):234-40. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/23437>
2. Nemčić T, Budišin V, Vrabec-Matković D, Grazio S. Comparison of the effects of land-based and water-based therapeutic exercises on the range of motion and physical disability in patients with chronic low-back pain: Single-blinded randomized study. *Acta clinica Croatica*. 2013 [Pristupljeno 4.5.2024.]; 52(3):321-6. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/116712>
3. van Tulder M, Becker A, Bekkering T, et al. Chapter 3. European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care. *Eur Spine J*. 2006 Mar;15 Suppl 2:169-91.
4. Steele J, Bruce-Low S, Smith D, Jessop D, Osborne N. Isolated lumbar extension resistance training improves strength, pain, and disability, but not spinal height or shrinkage ("creep") in participants with chronic low back pain. *Cartilage*. 2020 Apr;11(2):160-8.
5. Yang D, Huang H, Xu DD, Zhao Y. Effects of Baduanjin exercise on patients with chronic nonspecific low back pain and surface electromyography signs of erector spinal muscle: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2023 Oct 17;102(43).
6. Gnjidić Z. Pregled konzervativnog liječenja križobolje. *Reumatizam*. 2011;58(2). [Pristupljeno: 4.5.2024.] Dostupno na: [http://www.reumatologija.org/Datoteke/Reumatizam/Reumatizam%202011%2058\(2\)%201-212.pdf](http://www.reumatologija.org/Datoteke/Reumatizam/Reumatizam%202011%2058(2)%201-212.pdf)
7. Liang F, Hongfeng H, Ying Z. The effects of eccentric training on hamstring flexibility and strength in young dance students. *Sci Rep*. 2024;14:3692.
8. Wicke J, Gainey K, Figueroa M. A comparison of self-administered proprioceptive neuromuscular facilitation to static stretching on range of motion and flexibility. *J Strength Cond Res*. 2014;28(1):168-72.
9. Judge LW, Avedesian JM, Bellar DM, Hoover DL, Craig BW, Langley J, et al. Pre- and post-activity stretching practices of collegiate soccer coaches in the United States. *Int J Exerc Sci*. 2020;13(6):260-72.

10. Opplert J, Paizis C, Papitsa A, Blazevich AJ, Cometti C, Babault N. Static stretch and dynamic muscle activity induce acute similar increase in corticospinal excitability. *PLoS One*. 2020;15(3).
11. Keros P, Pećina M, Ivančić-Košuta M. *Temelji anatomije čovjeka*. Zagreb: Medicinska biblioteka, Naprijed; 1999. p. 32-4.
12. Vergroesen PP, Kingma I, Emanuel KS, Hoogendoorn RJ, Welting TJ, van Royen BJ, et al. Mechanics and biology in intervertebral disc degeneration: a vicious circle. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015;23(7):1057-70.
13. Esteban-González P, Sánchez-Romero EA, Villafañe JH. Analysis of the Active Measurement Systems of the Thoracic Range of Movements of the Spine: A Systematic Review and a Meta-Analysis. *Sensors (Basel)*. 2022;22(8):3042.
14. Niosi CA, Oxland TR. Degenerative mechanics of the lumbar spine. *Spine J*. 2004;4(6 Suppl).
15. Konrad A, Močnik R, Titze S, Nakamura M, Tilp M. The Influence of Stretching the Hip Flexor Muscles on Performance Parameters. A Systematic Review with Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(4):1936.
16. Kim B, Yim J. Core Stability and Hip Exercises Improve Physical Function and Activity in Patients with Non-Specific Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Tohoku J Exp Med*. 2020;251(3):193-206.
17. Turci AM, Nogueira CG, Nogueira Carrer HC, Chaves TC. Self-administered stretching exercises are as effective as motor control exercises for people with chronic non-specific low back pain: a randomised trial. *J Physiother*. 2023;69(2):93-9.
18. Cunha C, Silva AJ, Pereira P, Vaz R, Gonçalves RM, Barbosa MA. The inflammatory response in the regression of lumbar disc herniation. *Arthritis Res Ther*. 2018;20(1):251.
19. Houra K, Perović D, Kvesić D, Radoš I, Kovač D, Kapural L. Prve hrvatske smjernice za dijagnostiku i liječenje križobolje i lumboishalgije minimalno invazivnim procedurama. *Liječ Vjesn*. 2013 [Pristupljeno 27.8.2024.];135(7-8). Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/172482>
20. Henky J, Yasuda M, Arifin MZ, Takayasu M, Faried A. Trumpet laminectomy microdecompression for lumbar canal stenosis. *Asian Spine J*. 2014;8(5):667-74.
21. Hu SS, Tribus CB, Diab M, Ghanayem AJ. Spondylolisthesis and spondylolysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(3):656-71.

22. Tuan TA, Luong TV, Cuong PM, Long V, Huy HQ, Duc NM. Cement Leakage in Percutaneous Vertebroplasty for Multiple Osteoporotic Vertebral Compression Fractures: A Prospective Cohort Study. *Orthop Res Rev.* 2020;12:105-11.
23. Grazio S, Ćurković B, Vlak T, Bašić Kes V, Jelić M, Buljan D, et al. Dijagnostika i konzervativno liječenje križobolje: Pregled i smjernice Hrvatskog vertebrološkog društva. *Acta Med Croatica.* 2012 [Pristupljeno 27.8.2024.];66(4):259-93. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/104089>
24. Knezevic NN, Candido KD, Vlaeyen JWS, Van Zundert J, Cohen SP. Low back pain. *Lancet.* 2021;398(10294):78-92.
25. Shipton EA. Physical Therapy Approaches in the Treatment of Low Back Pain. *Pain Ther.* 2018;7(2):127-37.
26. Frymoyer JW. Lumbar disk disease: epidemiology and treatment outcome. *J Am Acad Orthop Surg.* 1992;1(1):1-10.
27. Evans L, O'Donohoe T, Morokoff A, Drummond K. The role of spinal surgery in the treatment of low back pain. *Med J Aust.* 2023;218(1):40-5.
28. Vialle EN, Vialle LR, Henao JE, Giraldo G. Lumbar spinal stenosis: pathophysiology, clinical and diagnostic aspects, and the therapeutic role of neural decompression. *Rev Bras Ortop.* 2021;56(1):10-20.
29. Mobbs RJ, Phan K, Malham G, Seex K, Rao PJ. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. *J Spine Surg.* 2015;1(1):2-18.
30. Ghogawala Z, Dziura J, Butler WE, Dai F, Terrin N, Magge SN, et al. Laminectomy plus fusion versus laminectomy alone for lumbar spondylolisthesis. *N Engl J Med.* 2019;374(15):1424-34.
31. Hrvatska komora fizioterapeuta. Kliničke smjernice u fizioterapiji. Zagreb: Hrvatska komora fizioterapeuta; 2011. Dostupno na: <https://www.hkf.hr/wp-content/uploads/2018/12/Klini%C4%8Dke-smjernice-u-fizikalnoj-terapiji1.pdf>
32. McGill S. Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation. 3rd ed. *Human Kinetics;* 2015 [Pristupljeno 16.7.2024.]. Dostupno na: <https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=ePF6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=McGill,+S.+M.+Low+Back+Disorders:+EvidenceBased+Prevention+and+Rehabi>



[litation.+3rd+Edition,+Human+Kinetics,+2016.&ots=025RTYXtGG&sig=Du8PVmv  
gDRmsUbEz-3NbcgCTqDk&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](#)

33. Nelson AG, Kokkonen J. Stretching anatomy. Champaign, IL: Human Kinetics; 2007.
34. Sands WA, McNeal JR, Penitente G, Murray SR, Nassar L, Jemni M, et al. Stretching the spines of gymnasts: A review. Sports Med. 2016;46(3):315-27.
35. Page P. Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. Int J Sports Phys Ther. 2012;7(1):109-19.
36. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. Appl Physiol Nutr Metab. 2016;41(1):1-11.
37. Konrad A, Alizadeh S, Daneshjoo A, Anvar Z, Nakamura M, Tilp M. A systematic review on the acute effects of stretching on strength performance. Eur J Appl Physiol. 2022;122(1):11-21.
38. Mann DP, Jones MT. Guidelines to the implementation of a dynamic stretching program. Strength Cond J. 1999 Dec;21(6):53
39. Stretching [Internet]. Physio-pedia.com. [Pristupljeno: 18.8.2024.]. Dostupno na: [https://www.physiopedia.com/Stretching?utm\\_source=physiopedia&utm\\_medium=search&utm\\_campaign=ongoing\\_internal](https://www.physiopedia.com/Stretching?utm_source=physiopedia&utm_medium=search&utm_campaign=ongoing_internal)
40. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. [Pristupljeno: 18.8.2024.] Dostupno na: [https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=WVcvDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Therapeutic+Exercise:+Moving+Toward+Function,+4th+Edition\).&ots=XX4aeEKspc&sig=1hb7O1uJqbl46oHPUVMqU-jld0&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Therapeutic%20Exercise%3A%20Moving%20Toward%20Function%2C%204th%20Edition\).&f=false](https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=WVcvDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Therapeutic+Exercise:+Moving+Toward+Function,+4th+Edition).&ots=XX4aeEKspc&sig=1hb7O1uJqbl46oHPUVMqU-jld0&redir_esc=y#v=onepage&q=Therapeutic%20Exercise%3A%20Moving%20Toward%20Function%2C%204th%20Edition).&f=false)
41. Hougum PA. Therapeutic exercise for musculoskeletal injuries. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2016. [Pristupljeno: 18.8.2024.] Dostupno na: [https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=hhosAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=ACSM%27s+Guidelines+for+Exercise+Testing+and+Prescription,+11th+Edition,+2021&ots=llC6-IYSx&sig=ITTq5AA9NHrcwivejy6FXN68cqc&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=hhosAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=ACSM%27s+Guidelines+for+Exercise+Testing+and+Prescription,+11th+Edition,+2021&ots=llC6-IYSx&sig=ITTq5AA9NHrcwivejy6FXN68cqc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

42. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sørensen H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol.* 1996;497(1):291-8.
43. Weppeler CH, Magnusson SP. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Phys Ther.* 2010 Mar;90(3):438-49.
44. Matsuo S, Suzuki S, Iwata M, Banno Y, Asai Y, Tsuchida W, et al. Acute effects of different stretching durations on passive torque, mobility, and isometric muscle force. *J Strength Cond Res.* 2013 Dec;27(12):3367-76.
45. Franchi MV, Arampatzis A, Narici MV. Resistance Training and Its Impact on Muscle and Tendon Structure and Function in Old Age. *Sports Med.* 2022;52(2):291-317.
46. Opplert J, Babault N. Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of Mechanisms and Recommendations. *Sports Med.* 2021;51(4):377-404.

## PRIVITCI

### Privitak A: Popis slika

Slika 1. Prikaz kralježnice.....	3
Slika 2. Tri temeljne tjelesne ravnine ljudskog tijela.....	4
Slika 3. Prikaz lumbalne kralježnice te mišića lumbanog i zdjeličnog područja.....	6
Slika 4. Spondilolisteza.....	8
Slika 5. Shematski prikaz kontrakcije mišićnih vlakana.....	11
Slika 6. Komunikacija između mišića i leđne moždine.....	12
Slika 7. Raspodjela ispitanika prema spolu.....	19
Slika 8. Korelacija između tjelesne mase i fleksibilnosti u tri smjera nakon programa vježbi.....	23

### Privitak B: Popis tablica

Tablica 1. Prikaz prosječne tjelesne mase ispitanika prije i poslije terapije.....	19
Tablica 2. Razlika u jačini boli mjerene VAS skalom prije i poslije terapije.....	20
Tablica 3. Razlika u pretklonu prije i poslije terapije.....	21
Tablica 4. Razlika u laterofleksiji prije i poslije terapije.....	21
Tablica 5. Rezultati t-testa za procjenu statističke značajnosti promjena u laterofleksiji prije i poslije terapije.....	22

## ŽIVOTOPIS

### OSOBNNE INFORMACIJE:

Ime i prezime: Valentina Vidmar Tomac

Spol: žensko

Datum i mjesto rođenja: 21. Veljače 1992., Rijeka

Državljanstvo: Hrvatsko

### OBRAZOVANJE:

Zovem se Valentina Vidmar Tomac. Osnovnu školu Ivana Gorana Kovačića završila sam u Delnicama, a nakon toga upisala srednju Medicinsku školu u Rijeci, smjer fizioterapeutske tehničar. Po završetku srednje škole odradila sam pripravnički staž u KBC-u Rijeka. Godine 2013. nastavila sam obrazovanje na Zdravstvenom veleučilištu u Zagrebu, gdje sam stekla titulu prvostupnice fizioterapije. Nakon toga, 2017. godine, zaposlila sam se u Domu zdravlja Primorsko-goranske županije, ispostava Delnice, na Odjelu za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju, gdje radim i danas. U međuvremenu sam postala majka, a obrazovni put nastavila sam 2022. godine upisom diplomskog studija na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci.