

Povezanost intenziteta boli i onesposobljenosti zbog boli s površinom poprečnog presjeka velikog slabinskog mišića u osoba s kroničnom križoboljom

The Relationship Between Pain Intensity and Disability with the Cross-Sectional Area of the Psoas Major Muscle in Patients with Chronic Low Back Pain

Juraj Arbanas^{1*}, Marina Nikolić¹, Verner Marijančić², Hrvoje Vlahović²

¹ Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet, Zavod za anatomiju, Rijeka, Hrvatska

² Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija, Katedra za fizioterapiju, Rijeka, Hrvatska

Sažetak. Cilj: Veliki slabinski mišić (VSM) ima važnu stabilizacijsku ulogu lumbalnog dijela kralježnice, a s obzirom na to da on puno manje podliježe atrofičnim promjenama tijekom križobolje od ostale paravertebralne muskulature, cilj ovog istraživanja bio je ispitati povezanost intenziteta boli i onesposobljenosti zbog boli s površinom poprečnog presjeka (engl. *Cross-sectional area*; CSA) VSM-a u osoba s kroničnom križoboljom i utvrditi njegov pozitivan utjecaj na stabilizaciju lumbalne kralježnice u osoba s navedenim poremećajem. **Ispitanici i metode:** Istraživanje je provedeno na 42 ispitanika (24 muškaraca i 18 žena). Na MR snimkama određivan je CSA velikog slabinskog mišića u razini intervertebralnih diskova L3/L4, L4/L5 i L5/S1. Ispitanici su ispunili upitnike za utvrđivanje intenziteta boli (vizualna analogna skala boli) i onesposobljenosti zbog boli (upitnici Roland-Morris i *Oswestry Disability Index*). Ispitivana je povezanost između CSA velikog slabinskog mišića i intenziteta boli te onesposobljenosti zbog boli, a za određivanje povezanosti između pojedinih čimbenika unutar skupina korišten je Spearmanov koeficijent korelacije ranga. Razina statističke značajnosti određena je na razini $P < 0,05$. **Rezultati:** Rezultati istraživanja pokazali su negativnu povezanost između CSA velikog slabinskog mišića i intenziteta boli te onesposobljenosti zbog boli što znači da povećanjem CSA mišića dolazi do smanjenja intenziteta boli i onesposobljenosti zbog boli u osoba s kroničnom križoboljom. **Zaključci:** Veći CSA velikog slabinskog mišića može dovesti do smanjenja intenziteta boli i onesposobljenosti zbog boli u osoba s kroničnom križoboljom.

Ključne riječi: križobolja; magnetska rezonancija; upitnici; veliki slabinski mišić

Abstract. Aim: Psoas major muscle (PM) has an important stabilizing role of the lumbar spine, and given that it is much less subject to atrophic changes during low back pain syndrome (LBS) than other paravertebral muscles, the aim of this study was to examine the relationship between pain intensity and disability with the cross-sectional area (CSA) of the PM in people with chronic LBS and determine its impact on the stabilization of the lumbar spine in patients with the mentioned syndrome. **Patients and methods:** The research was conducted on 42 patients (24 men and 18 women). CSA of the PM was determined on MRI scans at the level of L3/L4, L4/L5 and L5/S1 intervertebral discs. Patients completed questionnaires to determine pain intensity (Visual Analogue Scale) and disability (Roland-Morris and Oswestry Disability Index questionnaires). The relationship between CSA of the PM and pain intensity and disability was examined using Spearman's rank correlation coefficient. The level of statistical significance was determined at the $P < 0.05$ level. **Results:** The results of the research showed a negative correlation between the CSA of the PM and the intensity of pain and disability, which means that increasing the CSA of the muscle leads to a decrease in the intensity of pain and disability in people with chronic LBS. **Conclusion:**

*Dopisni autor:

Izv. prof. dr. sc. Juraj Arbanas, dr. med.
Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet,
Zavod za anatomiju
Braće Branchetta 20, 51000 Rijeka,
Hrvatska
E-mail: juraj.arbanas@medri.uniri.hr

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

A greater CSA of the PM may lead to a reduction in pain intensity and pain disability in individuals with chronic LBS.

Keywords: low back pain; magnetic resonance imaging; psoas muscle; questionnaires

UVOD

Općenito prihvaćena definicija križbolje jest da to nije bolest, već se radi o skupu simptoma različite etiologije. Simptomi se najčešće prezentiraju kao bol na prijelazu lumbalnog u sakralni dio kralješnice, koja se može širiti u jednu ili obje noge. U manje od 10 % slučajeva uzroci boli su ozbiljni čimbenici (maligni procesi, frakture, infekcije, upalni procesi ili spinalna stenoza) koji onda zahtijevaju identifikaciju i specifično liječenje usmjereno na uzrok^{1,2}. Međutim, u većini slučajeva nije moguće u potpunosti definirati uzrok pojave bolova pa se tada govori o nespecifičnoj križbolji¹. Ako bolni simptomi traju manje od četiri tjedna, govorimo o akutnoj križbolji, od četiri do dvanaest tjedana o subakutnoj križbolji, a pod kroničnom križboljom podrazumijeva se trajanje simptoma duže od 12 tjedana³.

Degenerativna bolest intervertebralnog diska (IVD) najčešći je uzrok križbolje⁴, a diskogenu križbolju ima između 10 i 26 % pacijenata s križboljom, dok ostatak najvećim dijelom otpada na druge mehaničke ili funkcionalne uzroke⁵. Zglobovi i diskovi cervikalnog i lumbalnog dijela kralješnice građeni su tako da omogućuju maksimalnu pokretljivost uz zadovoljavajuću stabilnost kralješnice. Stoga su ti dijelovi posebno dinamički opterećeni, a najveća se koncentracija opterećenja nalazi na prijelazima između gibljivih segmenata (cervikalne i lumbalne) kralješnice te razmjerno rigidne torakalne kralješnice, a također i između gibljive lumbalne kralješnice i potpuno ukočenog sakruma. Na tim se mjestima stoga najčešće i nalaze degenerativne promjene kao rezultat mehaničkog preopterećenja⁶. Međutim, iako su degenerativne promjene na IVD-ima, artritis i druge promjene na kralješnici česte na radiološkim slikama, mnogi ljudi bez simptoma bolova u leđima također imaju ovakve nalaze⁷.

IVD je vezivnohrskavični spoj između terminalnih ploha dvaju susjednih kralješaka. Sastoji se od centralno smještene jezgre u vidu gelatinoznog

nukleus-pulpozusa i koncentričnih vezivnohrskavičnih vlakana koji ga okružuju u obliku *anulus fibrosus* i kod kompresijskih sila sprječavaju istiskivanje nukleus-pulpozusa. Sam IVD omogućuje i male pokrete između dvaju susjednih kralješaka u vidu pregibanja i rotacije. Normalan ustroj i funkcioniranje IVD-a podrazumijeva delikatnu ravnotežu između kataboličkih i anaboličkih procesa u samom IVD-u. Kada dođe do narušavanja navedene ravnoteže, dolazi do pojave degeneracije⁸.

Postoji negativna povezanost intenziteta boli i onesposobljenosti s površinom poprečnog presjeka velikog slabinskog mišića u osoba s kroničnom križboljom. To znači da s povećanjem boli i onesposobljenosti dolazi do atrofije VSM-a i obratno, veći CSA mišića znači i manji intenzitet boli i stupanj onesposobljenosti zbog boli u osoba s križboljom.

Najznačajnija biokemijska promjena kod degeneracije IVD-a jest gubitak proteoglikana koji uzrokuje smanjenje osmotskog tlaka u matriksu diska i posljedično smanjenje hidracije. Gubitak proteoglikana u degenerativno promijenjenom disku ima velik utjecaj na ponašanje diska tijekom opterećenja⁹. Zbog pada osmotskog tlaka u matriksu diska smanjuje se njegova sposobnost da pod opterećenjem održi hidraciju, čime se smanjuje sadržaj vode u disku, disk gubi visinu, tekućinu i nastoji se izbočiti. Zbog toga kod opterećenja može doći do pojačanog stresa na bočnim ploham ili u anulusu diska¹⁰.

Takve promjene u disku imaju jak utjecaj i na druge strukture vezane uz kralješnicu te mogu utjecati na njihovu funkciju i potaknuti ih na ozljede. Kao rezultat ubrzanog smanjenja visine diska kod opterećenja i pripadajući intervertebralni zglobovi dolaze pod utjecaj nenormalnog pritiska te se u njima posljedično mogu javiti osteoartritične promjene. Također, gubitak visine IVD-a utječe na *ligg. flava* smanjujući sile naprezanja ligamenta, zbog čega dolazi do njegova zadebljanja i gubitka elasticiteta, pa se ligament može izbočiti u spinalni kanal uzrokujući spinalnu stenozu¹⁰.

Osnovni uzroci koji dovode do degeneracije diska različiti su i uključuju genetske faktore, starost,

poremećaje u nutritivnoj opskrbi, opterećenje, što sve može oslabiti disk do te mjere da se u disku pojave strukturalni poremećaji tijekom svakodnevnih aktivnosti¹¹. IVD je najveće avaskularno tkivo u tijelu i prehranjuje se difuzijom iz okolnih kapilara koje od centra samog diska mogu biti udaljene 7 do 8 mm¹². Stoga procesi (primjerice ateroskleroza) koji smanjuju protok kroz okolne kapilare, a koje se najvećim dijelom nalaze u trupu kralješka, direktno utječu na prehranu samoga diska. Ako opskrba krvlju i ostane normalna, nutrijenti neće dospjeti do stanica diska ako terminalna ploha diska kalcificira, čime će se poremetiti difuzija hranjivih tvari i kisika, kao što je slučaj kod, primjerice, skoliotičnog diska¹⁰. Drži se i da pojačano mehaničko opterećenje također dovodi do degeneracije IVD-a pri čemu ozljeda uzrokuje strukturne promjene na disku. Deficit u transportu nutrijenata limitirat će metaboličku aktivnost stanica diska, pa posljedično tomu disk ima samo djelomičnu sposobnost oporavka nakon metaboličkih ili mehaničkih ozljeda¹¹. U zdravom disku inervacija je ograničena na vanjski dio anulusa fibrozusa, ali tijekom degeneracije urastaju u disk živčana vlakna što rezultira pojavom diskogene boli⁸. Degenerativna bolest lumbalne kralježnice počinje degeneracijom diska, a nakon razdoblja koje karakterizira razvoj različitih patoloških stanja kao što su hernijacija diska, instabilitet kralježnice i spinalna stenoza, završava stvaranjem prednjih osteofita da bi se sanirala nestabilnost kralježnice¹³.

IVD degenerira puno ranije od ostalih mišićno-koštanih struktura. Tako su konkretne degenerativne promjene u lumbalnim diskovima uočene već u osoba između 11. i 16. godine života¹⁴. Određen stupanj degeneracije diska javlja se u svih ljudi, a jasna veza postoji između starenja i degeneracije diska. Stoga je možda najbolje definirati degeneraciju IVD-a kao neizbježan, prirodan dio starenja, koji je kod simptomatskih osoba podvrgnut bilo ubrzanom procesu starenja bilo egzacerbaciji procesa starenja kao rezultatu kombinacije vanjskih utjecaja i genetskih faktora^{9, 15, 16}. Degeneracija diska utječe na njegovu visinu, a time i na mehaniku ostatka kralježnice te tako vjerojatno nepovoljno utječe na druge strukture povezane s kralježnicom kao što su mišići i ligamenti¹⁰.

Na snimkama dobivenim pomoću magnetske rezonancije (MR) degenerativni procesi u području kralježnice manifestiraju se smanjenjem intervertebralnog prostora, smanjenjem signala pulpnog nukleusa na T2 mjeranim slikama, prisutnosti fisura i tekućine unutar IVD-a, promjenama signala ligamenata i koštane srži, osteofitozom, hernijacijom diska, pomakom kralješka i stenozom¹⁷. Pored degenerativnih promjena na samim IVD-ima, na MR snimkama može se detektirati i nekoliko stupnjeva Modicovih promjena na trupovima kralješaka koje su usko povezane upravo s degeneracijom diska. Ovisno o duljini trajanja, odnosno o stupnju promjena vidljivih na MR snimkama Modicove promjene klasificiraju se kao promjene tipa 1 (upala i edem koštane srži), tipa 2 (promjena crvene u žutu koštanu srž) i tipa 3 (subhondralna koštana skleroza). Također, izostanak takvih promjena na trupovima kralješaka često se označava i kao tip 0. Na MR snimkama mogu se uočiti i miješani tipovi 1/2 ili 2/3 koji zapravo predstavljaju prelazak iz jednog tipa u drugi, kao različiti stupnjevi istog patološkog procesa¹⁸. Postoji uzročno-posljedična veza između degenerativnih promjena IVD-a i Modicovih promjena na kralješcima. Kada govorimo o Modicovim promjenama na trupovima kralješaka, tada izmijenjen intenzitet signala na MR snimkama nije, sam po sebi, uzročni patološki proces, nego odraz uzročnog procesa koji predstavlja određeni tip biomehaničkog stresa ili nestabilnosti. Te promjene vjerojatno predstavljaju odgovor spongioze na degenerativni proces koji se odvija na IVD-u. Postoji, nadalje, jako pozitivna korelacija između Modicovih promjena i degeneracije diska, pa se smatra da je degeneracija terminalnih ploha trupova kralješaka vjerojatno nastavak procesa degeneracije diska, a ne faktor koji pridonosi oštećenju diska¹⁸.

Paravertebralna muskulatura lumbalne regije u osoba s križoboljom prolazi različite promjene. Promjene uključuju atrofiju u obliku smanjenja dimenzija mišića, odnosno površine poprečnog presjeka, ali i masne infiltracije. Najizraženije promjene, prvenstveno u obliku masne infiltracije, ali i smanjenja površine poprečnog presjeka vidljive su na *m. multifidus* dok *m. erector spinae*, također kao dio autohtone muskulature leđa, te VSM ne pokazuju tako izrazite promjene¹⁹.

VSM je dugi mišić smješten bočno od lumbalnog dijela kralježnice. Polazi s lumbalnih kralješaka i odgovarajućih IVD-a, spaja se s *m. iliacus* (*m. iliopsoas*) te se zajedno s njim hvata na *trochanter minor femura*²⁰. On je jedini mišić koji spaja lumbalnu kralješnicu i donji ekstremitet pa je zbog svog smještaja i smjera uključen u izvođenje pokreta, kao i stabiliziranje kako kralježnice tako i noge.

Djelovanje VSM-a na lumbalnu je kralješnicu dvjako. VSM povlači lumbalne kralješke prema naprijed te pritom pregiba kralješnicu na svoju stranu i rotira na suprotnu te time sudjeluje u pokretanju lumbalne kralježnice²¹. Međutim, VSM ima i važnu ulogu u stabilizaciji lumbalnog dijela kralježnice. Da bi VSM mogao djelovati kao stabilizator lumbalne kralježnice, potrebno je obostrano djelovanje zdravog lijevog i desnog mišića. Oba mišića tada djeluju suprotno u smislu laterofleksije, kao i rotacije lumbalnog segmenta kralježnice, čime održavaju stabilnost lumbalnog dijela kralježnice u frontalnoj ravnini²². U medijanoj ravnini oni na lumbalni segment kralježnice djeluju u istom smislu i čini se da ne mijenjaju svoj odnos prema lumbalnoj kralješnici bez obzira na njezin položaj u smislu ventralne i dorzalne fleksije, već vuku gornje lumbalne segmente prema donjima i time povećavaju lumbalnu lordozu zatežući pritom prednji longitudinalni ligament^{22, 23}.

Cijeli vertebralni dinamički segment (dva susjedna kralješka, IVD, zglobovi, ligamenti) te *dura mater* u spinalnom kanalu dobro su inervirane strukture, pa se pri ozljedi tih struktura javlja bol koju nazivamo vertebrogenom, „prenesenom“ ili pseudoradikularnom boli (instabilitet, artroza malog zgloba, diskartroza). S druge strane, bolovi se mogu javiti zbog zamora u predjelu okolnih mišića i sveza pa tada govorimo o vertebralnom, odnosno lokalnom bolnom sindromu, a zbog kompresije i iritacije živčanih struktura unutar spinalnog kanala dolazi do kompresijskog sindroma, odnosno radikularne boli (hernija diska, patološki ili traumatski prijelom, tumor u spinalnom kanalu). Od kompresijskih sindroma najčešća je kompresija korijena ishijadičnog živca koja se ispoljava kroz kliničku sliku lumboishijalgije⁶.

U pacijenata s križoboljom neobično je značajno procijeniti njegovu funkcionalnu sposobnost. Specifičnost funkcije lumbalne kralježnice, opće zdravstveno stanje pojedinca, bol, radna onespo-

sobljenost i pacijentovo zadovoljstvo parametri su koji su uključeni u takozvane sržne mjere ishoda križobolje. Navedeni parametri omogućuju mjerenje fiziološko-bioloških varijabli, simptoma, funkcionalnog statusa i općenite percepcije zdravlja, što je obuhvaćano modelom kvalitete života²⁴. U tu se svrhu koriste različiti specifični upitnici koji su, osim što daju uvid u trenutno zdravstveno stanje pacijenta, važni i u evaluaciji rezultata medicinskog tretmana pacijenata. Najzastupljeniji i najpouzdaniji upitnici koji su danas u upotrebi jesu Roland-Morrisov upitnik i upitnik za određivanje indeksa *Oswestry Disability*²⁵.

CILJ ISTRAŽIVANJA

Degenerativne promjene na IVD-u usko su povezane s križoboljom. Posljedično dolazi do narušavanja stabilnosti lumbalne kralježnice, što dodatno pridonosi pojačavanju simptomatologije križobolje. VSM ima važno stabilizacijsku ulogu lumbalnog dijela kralježnice, a s obzirom na to da on puno manje podliježe atrofičnim promjenama tijekom križobolje od ostale paravertebralne muskulature, cilj ovog istraživanja bio je ispitati povezanost intenziteta boli i onesposobljenosti zbog boli s površinom poprečnog presjeka VSM-a u osoba s kroničnom križoboljom i utvrditi njegov pozitivan utjecaj na stabilizaciju lumbalne kralježnice u osoba s navedenim poremećajem.

ISPITANICI I METODE

Ispitanici

Istraživanje je provedeno na 42 ispitanika (24 muškarca i 18 žena) na Zavodu za radiologiju u periodu od rujna do prosinca 2009. godine. Ispitanici su došli na radiološki pregled sa simptomatologijom kronične križobolje u trajanju od najmanje 12 tjedana i uputnom dijagnozom degenerativne bolesti lumbalne kralježnice, a bez simptoma radikulopatije. Ispitanici su uzimani redom, prema redoslijedu prijavljivanja za pregled. Iz ispitivanja su isključeni bolesnici s pozitivnim Lasagueovim testom, bolesnici koji su pokazivali izrazite skoliotične promjene i deformitete na lumbalnoj kralješnici, bolesnici s frakturama kralježnice te malignim i upalnim procesima u području lumbalnog dijela kralježnice.

Kod ispitanika je bilježena visina i težina te spol i dob. Na MR snimkama određivana je površina poprečnog presjeka VSM-a te površina poprečnog presjeka intervertebralnog diska. Ispitanici su ispunili upitnike za utvrđivanje intenziteta boli, onesposobljenosti zbog boli te poteškoća koje se zbog bolova javljaju pri obavljanju normalnih dnevnih aktivnosti.

VSM manje podliježe atrofičnim promjenama od ostale paravertebralne muskulature u osoba s križoboljom te njegova aktivnost kao važnog stabilizatora lumbalne kralješnice vjerojatno utječe na smanjenje stupnja boli i onesposobljenosti zbog boli u osoba s kroničnom križoboljom.

Prije prikupljanja podataka svi su ispitanici potpisali informirani pristanak za sudjelovanje u istraživanju. Svi su postupci odobreni i provedeni u skladu s etičkim standardima etičkih povjerenstava Medicinskog fakulteta u Rijeci i Kliničkog bolničkog centra Rijeka i najnovijom revizijom Helsinške deklaracije.

Metode

Magnetska rezonancija

Radiološka mjerenja provedena su na poprečnim presjecima u razini intervertebralnih diskova L3/L4, L4/L5 i L5/S1. Korišten je supravodljivi MR uređaj MAGNETOM Avanto (Siemens AG, München, Germany) snage magnetskog polja 1,5 T. Za potrebe izračuna površine poprečnog presjeka lijevog i desnog VSM-a i IVD-a učinjeni su T2 presjeci u modificiranoj transverzalnoj ravnini koja je pratila ravninu u kojoj je smješten IVD. Na snimkama su bilježene izražene degenerativne promjene na IVD-ima te prisutnost Modicovih promjena na trupovima lumbalnih kralješaka. MR snimke analizirane su pomoću programa ISSA (V.A.M.S., Zagreb, Hrvatska) instaliranog na osobno računalo. Kako bi se smanjio utjecaj tjelesne konstitucije na mjerene anatomske veličine i eliminirale moguće razlike u jačini polja u kojem su određivane površine poprečnog presjeka mišića, umjesto apsolutne vrijednosti površine poprečnog presjeka mišića izračunavala se relativna površina kao omjer površina poprečnog presjeka

mišića i pripadajućeg IVD-a. Mjerenja su nezavisno provela dva radiologa (D. M. i I. P.).

Specifični upitnici i vizualna analogna skala boli

Ispitanici su ispunili Roland-Morrisov upitnik i upitnik za određivanje indeksa *Oswestry Disability* pomoću kojih se utvrđuje onesposobljenost zbog boli kod križobolje i intenzitet boli te poteškoće koje se zbog bolova javljaju pri obavljanju normalnih dnevnih aktivnosti. Također, na vizualnoj analognoj skali boli označili su intenzitet boli u zahvaćenom području.

Vizualna analogna skala boli predstavlja subjektivan iskaz intenziteta boli u zahvaćenom području, i to u rasponu od 0 (bez boli) do 10 (najveća bol)²⁶.

Roland-Morrisov upitnik sastoji se od 24 tvrdnje koje opisuju svakodnevne poteškoće povezane s bolnim stanjem (utjecaj boli na hod, obavljanje kućanskih poslova, oblačenje, spavanje, apetit, pokretljivost i raspoloženje), a pacijent označava one tvrdnje koje opisuju njegovo trenutno zdravstveno stanje. Broj označenih tvrdnji predstavlja rezultat upitnika, pa se opseg rezultata stoga pruža od 0 (bez nesposobnosti) do 24 (maksimalna onesposobljenost)²⁷.

Upitnik za određivanje indeksa *Oswestry Disability* sastoji se od 10 pitanja vezanih uz svakodnevne aktivnosti koje prate bolna stanja, a uz svako pitanje ponuđeno je šest tvrdnji koje stupnjevito opisuju bol. Ispitanik označava onu tvrdnju koja najbolje opisuje njegove tegobe. Ako je označena prva tvrdnja, tom se pitanju dodjeljuje 0 bodova, a od druge tvrdnje nadalje redom od 1 do 5 bodova. Sakupljeni bodovi (0 – 50) pomnože se s dva te se time dobiva postotak (0 – 100 %) od mogućih maksimalnih 50 bodova, a taj postotak definira stupanj onesposobljenosti²⁸.

Statistika

Dobiveni podatci obrađeni su pomoću programa za statističku obradu podataka Statistica 8.1. (StatSoft Inc. Tulsa, SAD) i MedCalc 7.5. (MedCalc, Maraikeke, Belgium). Kako bi se odredila pouzdanost slaganja kod određivanja mjerenog obilježja između dvaju promatrača, određeni su koeficijenti korelacije (za podatke intervalne mjerne ljestvice) i koeficijenti Cohen' Kappa (za podatke nominalne mjerne ljestvice). Pomoću

analize snage testa učinjen je izračun veličine uzorka i određen potreban broj ispitanika. Snaga testova od 70 do 80 % smatrana je dostatnom za istraživanje. Normalnost raspodjele podataka iz intervalne mjerne ljestvice utvrđena je Kolmogorov-Smirnovljevim testom. Za normalno raspodijeljene podatke korištena je aritmetička sredina i standardna devijacija, a za podatke koji ne slijede normalnu raspodjelu korišteni su medijan i niz 5. – 95. percentila. Za određivanje povezanosti između pojedinih čimbenika unutar skupina korišten je Spearmanov koeficijent korelacije ranga. Razina statističke značajnosti određena je na razini $P < 0,05$.

REZULTATI

U Tablici 1 prikazane su antropološke i demografske karakteristike ispitanika uključenih u istraživanje. Ispitanici su imali prosječno malo povišen indeks tjelesne mase te su sukladno tome imali umjereno povišenu tjelesnu masu.

U Tablici 2 prikazane su relativne površine poprečnih presjeka (CSA, engl. *Cross-sectional area*) mišića VSM-a i prisutnost degenerativnih promjena u lumbalnom dijelu kralježnice. Kako vrijednosti relativnih površina poprečnog presjeka određenih za VSM nisu slijedile normalnu raspodjelu, podatci su prikazani medijanom i nizom 5. – 95. percentila. Rezultati su pokazali prisutnost većeg broja izraženih degenerativnih promjena, kao i hernija na nižim segmentima kralježnice, a posebno na L4/L5 IVD-a. Također, veći broj ispitanika (25 : 17) imao je prisutne Modicove promjene na trupovima lumbalnih kralješaka.

Na Slici 1 prikazane su korelacije između intenziteta boli iskazanog na vizualnoj analognoj skali boli (VAS) i relativnih površina poprečnog presjeka VSM-a, u visini intervertebralnih diskova L3/L4, L4/L5 i L5/S1.

Povezanosti između intenziteta boli iskazanog na VAS-u i relativne površine poprečnog presjeka VSM-a u visini L3/L4 IVD-a bila je statistički zna-

Tablica 1. Antropološke i demografske karakteristike ispitanika

	Dob (godine)	Spol		Visina (cm)	Masa (kg)	BMI (kg/m ²)
N	$\bar{x} \pm SD$	Ženski	Muški	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
42	51,1 ± 14,5	24	18	172 ± 10	79 ± 16	26,6 ± 4,4

BMI – engl. *Body Mass Indeks* – indeks tjelesne mase

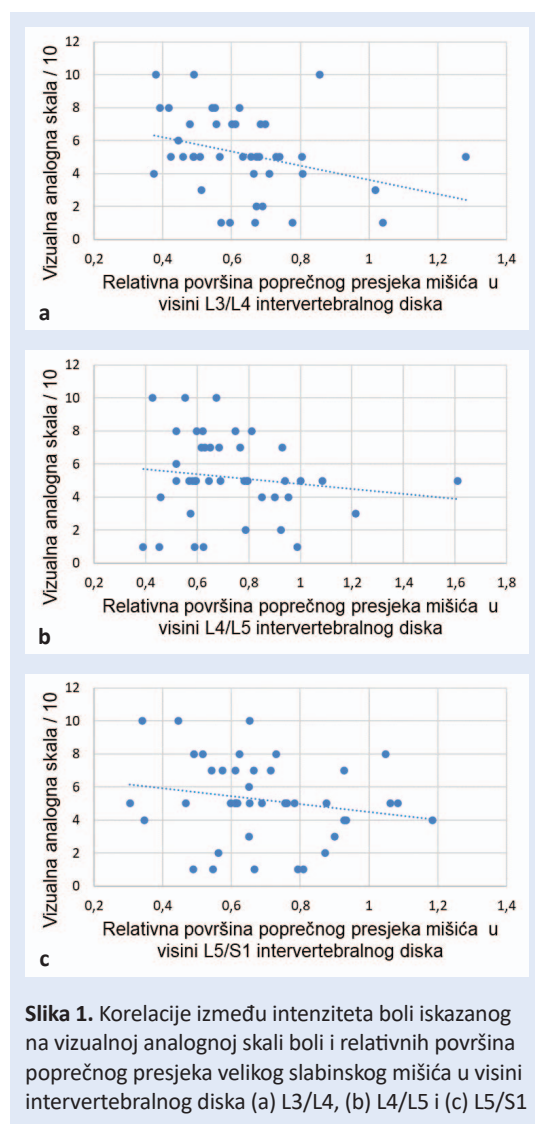
Tablica 2. Prikaz površina poprečnih presjeka (CSA) velikog slabinskog mišića (VSM), degenerativnih promjena (DP) i prisutnosti hernije u visini intervertebralnih diskova L3/L4, L4/L5 i L5/S1 te Modicovih promjena na lumbalnom dijelu kralježnice

	VSM CSA	DP	Hernija				Modic	
Visina	Medijan (5. – 95. percentila)	N	Lijeva	Dorzalna	Desna	Ukupno	Da	Ne
L3/L4	0,61 (0,40 – 1,02)	13	0	0	0	0	25	17
L4/L5	0,66 (0,45 – 1,14)	24	4	3	4	11		
L5/S1	0,67 (0,33 – 1,08)	21	0	4	1	5		

Tablica 3. Koeficijenti korelacije između intenziteta boli iskazane na vizualnoj analognoj skali boli (VAS), onesposobljenosti zbog boli utvrđene prema Roland-Morrisovu upitniku (RM) te upitniku za određivanje indeksa *Oswestry Disability* (ODI) i relativne površine poprečnog presjeka velikog slabinskog mišića u visini intervertebralnog diska L3/L4, L4/L5 i L5/S1

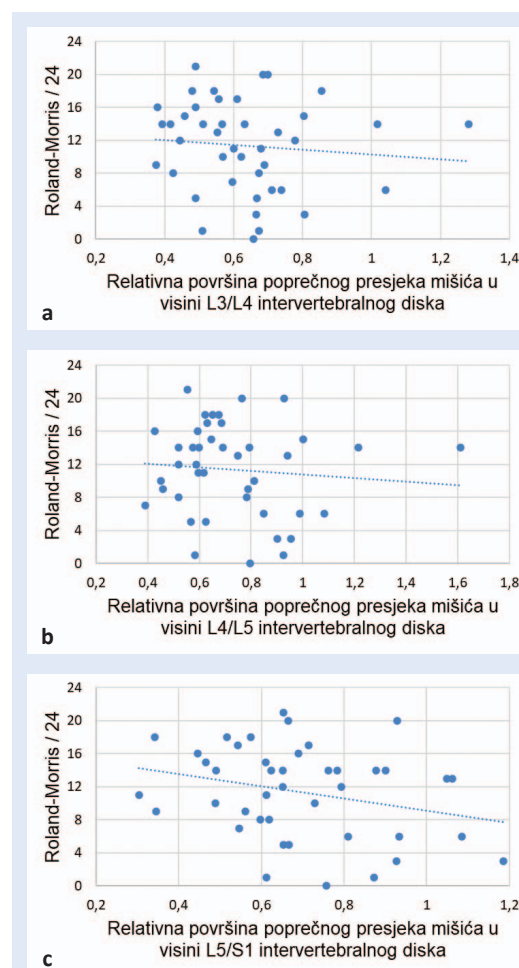
		L3/L4		L4/L5		L5/S1	
Upitnik	$\bar{x} \pm SD$	r	P	r	P	r	P
VAS (0 – 10)	5,21 ± 2,45	-0,366	0,017*	-0,132	0,404	-0,222	0,157
RM (0 – 24)	11,38 ± 5,50	-0,156	0,324	-0,069	0,545	-0,264	0,091
ODI (%)	38,67 ± 14,95	-0,170	0,283	-0,249	0,112	-0,342	0,027*

* označava statističku značajnost



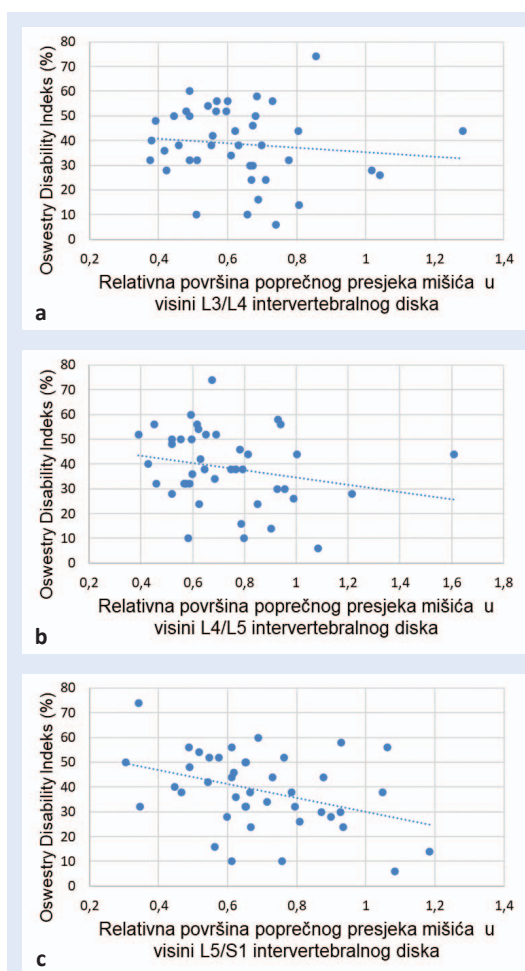
čajna ($r_s = -0,366$; $P = 0,017$), a u visini L4/L5 i L5/S1 nije bilo statističke značajnosti ($r_s = -0,132$; $P = 0,404$ i $r_s = -0,222$; $P = 0,157$). Korelacije su negativne te je s većim intenzitetom boli relativna površina poprečnog presjeka VSM-a manja, odnosno s većom relativnom površinom poprečnog presjeka mišića intenzitet boli je manji (Tablica 3).

Na Slikama 2 i 3 prikazane su korelacije između onesposobljenosti zbog boli utvrđene Roland-Morrisovim upitnikom i upitnikom za određivanje indeksa *Oswestry Disability* koji predstavljaju objektivno iskazanu onesposobljenost kod osoba s križoboljom i relativne površine poprečnog presjeka VSM-a, u visini L3/L4, L4/L5 i L5/S1 IVD-ova. Povezanosti između onesposobljenosti zbog boli utvrđene prema Roland-Morrisovu upitniku i re-



lativne površine poprečnog presjeka VSM-a su negativne, te je s većom relativnom površinom poprečnog presjeka VSM-a iskazana manja onesposobljenost zbog boli utvrđena prema Roland-Morrisovu upitniku. Korelacije nisu bile statistički značajne (L3/L4 $r_s = -0,156$; $P = 0,324$, L4/L5 $r_s = -0,069$; $P = 0,545$ i L5/S1 $r_s = -0,264$; $P = 0,091$) (Tablica 3).

Korelacije između onesposobljenosti zbog boli utvrđene prema indeksu *Oswestry Disability* i relativne površine poprečnog presjeka VSM-a su negativne te je s većom relativnom površinom poprečnog presjeka VSM-a iskazana manja onesposobljenost zbog boli utvrđena prema Roland-Morrisovu upitniku. U visini L3/L4 i L4/L5 IVD-a povezanosti nisu bile statistički značajne ($r_s = -0,170$;



Slika 3. Korelacije između indeksa *Oswestry Disability* i relativnih površina poprečnog presjeka velikog slabinskog mišića u visini intervertebralnog diska (a) L3/L4, (b) L4/L5 i (c) L5/S1

$P = 0,283$ i $r_s = -0,249$; $P = 0,112$), a u visini L4/S1 povezanost je bila statistički značajna ($r_s = -0,342$; $P = 0,027$) (Tablica 3).

RASPRAVA

Ispitivanje VSM-a provedeno je na tri razine, u visini L3/L4, L4/L5 i L5/S1 IVD-a. Na taj način obuhvaćeni su najniži segmenti lumbalne kralježnice, gdje se degenerativne promjene najčešće i javljaju (Tablica 2). Makroskopski, dva osnovna znaka koja opisuju mišićnu degeneraciju te se mogu detektirati i na MR snimkama, jesu promjena veličine (površine poprečnog presjeka) mišića i promjena količine masnoga tkiva u mišiću.

U ovom istraživanju provedene su korelacije između stupnja onesposobljenosti zbog boli utvr-

đene prema Roland-Morrisovu (RM) upitniku i upitniku za određivanje indeksa *Oswestry Disability* (ODI) i relativne površine poprečnog presjeka VSM-a. Također, provedene su i korelacije između intenziteta boli iskazanog na vizualnoj analognoj skali (VAS) i relativne površine poprečnog presjeka VSM-a.

Rezultati našeg istraživanja pokazali su negativnu korelaciju između upitnika RM i relativne površine poprečnog presjeka VSM-a, i to na svim razinama ispitivanja mišića. To znači da ispitanici kojima je na upitniku RM dokazan manji stupanj onesposobljenosti, pokazuju veću površinu poprečnog presjeka mišića i obrnuto (Tablica 3). Na isti način rezultati pokazuju povezanost između upitnika ODI i površine poprečnog presjeka mišića. I u ovom slučaju korelacija je negativna, a u visini L5/S1 IVD-a povezanost je iskazana značajnim koeficijentom korelacije (Tablica 3). VAS, za razliku od navedenih upitnika koji daju objektivnu procjenu onesposobljenosti zbog boli, predstavlja subjektivan iskaz intenziteta boli u zahvaćenom području, i to u rasponu od 0 do 10. Rezultati ovog istraživanja također su, kao i u slučaju upitnika RM i ODI, pokazali negativnu povezanost intenziteta boli s površinom poprečnog presjeka VSM-a, no u ovom slučaju povezanost je statistički značajna u visini L3/L4 IVD-a (Tablica 3).

Ovakav rezultat upućuje na atrofiju VSM-a u pacijenata s križoboljom, koja je u direktnoj vezi s boli. Ako promatramo ovo smanjenje poprečnog presjeka VSM-a iz perspektive boli, odnosno onesposobljenosti zbog boli, tada je inaktivnost bolesnika zbog boli jedan od mehanizama koji može dovesti do smanjenog poprečnog presjeka mišića. Degenerativne promjene, naime ne samo lumbalne kralježnice, praćene su bolnim stanjima (križoboljom). Bolesnici tada, nastojeći smanjiti osjećaj boli, reduciraju ili u potpunosti zaustavljaju pokrete u bolnoj regiji, čime indirektno isključuju iz uporabe pojedine skupine ili pak izolirane mišiće. Neaktivnost dovodi do atrofije mišića, što je poznat fenomen, karakterističan za različita stanja koja dovode do inaktiviteta, pa tako i za kroničnu križobolju²⁹. Što je bolnost veća, i sam stupanj neaktivnosti se povećava, pa samim time bolesnici s većim stupnjem boli više „štede“, odnosno isključuju iz uporabe mišiće bolne regije,

čime je i stupanj smanjena mišića tada posljedično veći.

Drugi mogući mehanizam smanjenja veličine mišića mogla bi biti artrogena mišićna inhibicija (AMI). Takva se inhibicija javlja kao posljedica bolnih stanja uslijed ozljeda zglobova kada osjetni podražaji ometaju voljnu aktivaciju muskulature, što dovodi do slabosti i ubrzane mišićne atrofije³⁰. Čini se da AMI zapravo ometa aktivnost alpha-motoneurona u prednjem rogu leđne moždine³⁰, mada se iz mehanizma artrogene mišićne inhibicije ne može isključiti ni uloga gama-motoneurona³¹. U pravilu se AMI povezuje s atrofijom mišića kod ozljeda lokomotornog sustava, odnosno donjih ekstremiteta (koljeno, gležanj)³⁰, ali i osoba s križoboljom gdje se utjecaj artrogene mišićne inhibicije povezuje s atrofijom *m. multifidus*³².

Inače, na najnižem ispitivanom segmentu (visina L5/S1 IVD-a), upitnikom ODI utvrđena je i statistička značajnost korelacije s površinom poprečnog presjeka mišića (Tablica 3), što objašnjavamo činjenicom da je upravo prijelaz između lumbalne kralješnice i sakruma (promontorij) pod najvećim opterećenjem uslijed biomehaničkih odnosa, pa su samim time i promjene na tom mjestu najizraženije i bolnost najveća.

Međutim, analiziramo li ovakav rezultat iz perspektive aktivnosti mišića, tada ovakva negativna korelacija također ukazuje na to da s porastom površine poprečnog presjeka VSM-a dolazi do smanjenja intenziteta boli i manje onesposobljenost. Pri tom treba uzeti u obzir i činjenicu da VSM u križobolji najmanje atrofira od ostalih paravertebralnih mišića – za razliku od, primjerice, autohtone muskulature leđa, a prije svega multifidusa¹⁹. Pored toga, VSM, osim što najmanje atrofira kako u vidu smanjenja poprečnog presjeka tako i u vidu masne infiltracije, također ostaje aktivan bez obzira na prisutnost degenerativnih promjena lumbalne kralješnice u osoba s križoboljom³³. Sve to upućuje na mogućnost da osobe koje imaju razvijeniji odnosno jači VSM, imaju manji osjećaj boli i posljedično manju onesposobljenost zbog aktivnijeg mišića koji dovodi do većeg stabiliziranja u lumbalnom dijelu kralješnice. Osim toga, povezanost intenziteta boli utvrđenog skalom VAS i relativne površine poprečnog presjeka VSM-a bila je statistički značajna na najvi-

šem ispitivanom nivou (Tablica 3). VSM započinje segmentalno od lumbalnih kralješaka i pripadajućih IVD-a te se spušta distalno²⁰ pri čemu se postupno povećava njegov volumen. To bi značilo da je u njegovu proksimalnom dijelu presjek manji, a samim time je slabije i djelovanje na kralješnicu. Posljedično, stabilizacijska aktivnost također je manja, što može rezultirati povećanom bolnošću u kranijalnom dijelu lumbalne kralješnice.

Dosadašnja istraživanja koja su proučavala povezanost površine poprečnog presjeka VSM-a i intenziteta boli te onesposobljenosti zbog boli, ne podudaraju se u potpunosti s našim rezultatima. Rezultati tih istraživanja nisu pokazali značajnu povezanost između navedenih parametara, iako neka ukazuju na negativnu povezanost između površine poprečnog presjeka VSM-a i intenziteta boli odnosno onesposobljenosti zbog boli^{34–37}.

Ploumis i sur. istraživali su povezanost površine poprečnog presjeka paraspinalnih mišića i VSM-a u osoba s unilateralnom križoboljom i ODI-ja³⁴. Pored toga ispitali su i povezanost morfologije mišića s VAS-om. U istraživanje je bilo uključeno 40 pacijenata s perzistentnom boli u trajanju od minimalno tri mjeseca. Analizirani su ispitanici koji su imali degenerativne promjene diska samo na jednom nivou i praćena je atrofija mišića na zahvaćenoj strani koja je potom korelirana sa specifičnim upitnicima. Za razliku od našeg istraživanja, oni su uključili i IVD na nivou L2/L3, a rezultati su kao i kod nas pokazali najveći broj degenerativnih promjena na nižim nivoima, posebno na nivoima L4/L5 i L5/S1. Iako su njihovi rezultati pokazali značajno manju površinu poprečnih presjeka svih ispitivanih mišića na oboljeloj strani, nije bilo statistički značajne povezanosti atrofije mišića s ODI-jem ili VAS-om, pri čemu ne navode je li povezanost sama po sebi bila pozitivna ili negativna. Međutim, treba napomenuti da su ispitanici u ovom istraživanju bili aktivne vojne osobe, iako su za vrijeme izraženih simptoma bili izuzeti on napornih vojnih vježbi. Samim time njihova je muskulatura utrenirana, a i same vojne osobe vjerojatno bolje toleriraju bol i posljedično osjećaju manju onesposobljenost zbog boli, na što upućuje i evidentno manji srednji ODI (25,2) u odnosu na naše ispitanike (38,67), dok je u isto vrijeme VAS skor bio gotovo isti kao i u naših ispitanika (5,3 naprama 5,21).

Baker i sur. također su istraživali pacijente s unilateralnom križoboljom i trajanjem simptoma više od 12 tjedana na nivoima IVD-ova od L2/L3 do L5/S1, a analizirali su *m. multifidus* i VSM³⁵. Kao i u prethodnom istraživanju²⁵, ispitivali su povezanost morfologije mišića s ODI-jem i VAS-om. Iako su i oni našli značajno smanjenje površine poprečnog presjeka mišića izraženog u postotcima, na oboljeloj strani nisu pronašli značajnu povezanost atrofije VSM-a i ODI-ja. Međutim, njihovi su rezultati pokazali značajnu pozitivnu povezanost skale VAS s postotkom smanjenja površine poprečnog presjeka VSM-a zahvaćene strane. Pozitivna povezanost s postotkom smanjenja CSA zapravo bi odgovarala negativnoj povezanosti s apsolutnom površinom poprečnog presjeka mišića. VAS je puno subjektivnija metoda procjene od ODI-ja jer ona predstavlja subjektivan osjećaj stupnja boli te je moguće da stupanj boli koji su ispitanici navodili da osjećaju, ne mora u potpunosti odgovarati stupnju onesposobljenosti zbog boli te je to mogući razlog značajne povezanosti s površinom poprečnog presjeka mišića iako kod ODI-ja takve povezanosti nije bilo.

Jokar i sur. ispitivali su povezanost između morfologije VSM-a i onesposobljenosti zbog boli u pacijenata s bilateralnom kroničnom nespecifičnom križoboljom³⁶. Za razliku od prethodnih istraživanja koristili su upitnik RM, a istraživanja su proveli samo na nivou L3/L4 i L4/L5 IVD-ova. Osim CSA, oni su mjerili i mediolateralni i anteroposteriorni presjek mišića. Ni oni nisu opisali značajnu povezanost između morfologije VSM-a i onesposobljenosti zbog boli, ali navode da je povezanost bila negativna. Međutim, treba napomenuti kako oni nisu uključili u ispitivanje nivo L5/S1 kao što je bio slučaj s našim i istraživanjima Ploumis i sur.²⁵ te Bakera i sur.²⁶, i to pod obrazloženjem da VSM nema polazište na navedenom IVD-u. U tome možda leži razlog zbog kojeg nisu našli značajnu povezanost između upitnika RM i površine poprečnog presjeka VSM-a iako je RM skor njihovih ispitanika (15,8) bio vidljivo veći nego u naših ispitanika (11,38). Doduše, i naši rezultati također ukazuju na negativnu povezanost koja nije statistički značajna u slučaju RM-a, ali je u korelaciji na nivou L5/S1 u slučaju ODI-ja bila statistički značajna.

Kook i sur. ispitivali su povezanost između onesposobljenosti zbog boli utvrđene pomoću ODI-ja i površine poprečnog presjeka mišića trupa u korejskih ribara³⁷. Za procjenu križobolje koristili su i skalu VAS. Zasebno su ispitivali povezanost kod ženskih i muških ispitanika. Ispitivanje je provedeno samo na nivou donjeg ruba kralješka L4. Rezultati su pokazali negativnu, ali ne i značajnu povezanost onesposobljenosti zbog boli i površine poprečnog presjeka VSM-a kako kod žena tako i kod muškaraca. Međutim, treba napomenuti da su onesposobljenost zbog boli (ODI: muškarci – 6,13 %; žene – 13,86 %) i intenzitet boli (VAS: muškarci – 2,45; žene – 3,49) njihovih ispitanika bili vidljivo manji od naših (ODI: 38,67; VAS: 5,21).

ZAKLJUČCI

Postoji negativna povezanost između intenziteta boli i onesposobljenosti zbog boli i površine poprečnog presjeka VSM-a u osoba s kroničnom križoboljom, što znači da s povećanjem boli i onesposobljenosti dolazi do atrofije VSM-a, ali i obratno. Dakle, veća površina poprečnog presjeka mišića znači i manji intenzitet boli i manji stupanj onesposobljenosti zbog boli u osoba s križoboljom. S obzirom na to da VSM ima važnu stabilizacijsku ulogu lumbalnog dijela kralježnice, a i da puno manje podliježe atrofičnim promjenama tijekom križobolje od ostale paravertebralne muskulature, takav rezultat ukazuje na njegovu ulogu u smanjenju intenziteta boli i onesposobljenosti zbog boli koja se javlja kao rezultat degenerativnih promjena na lumbalnoj kralježnici u osoba s križoboljom, a pogotovo kada je bol i onesposobljenost većeg stupnja.

Izjava o sukobu interesa: Autori izjavljuju kako ne postoji sukob interesa.

LITERATURA

1. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S et al. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet* 2018;391:2356-2367.
2. Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain. *Lancet* 2017;389:736-747.
3. Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forciea MA; Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians; Denberg TD et al. Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2017;166:514-530.

4. Luoma K, Riihimäki H, Luukkonen R, Raininko R, Viikari-Juntura E, Lamminen A. Low back pain in relation to lumbar disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:487-92.
5. Nemčić T, Grazio S. Diskogena križobolja. In: Grazio S, Buljan D (eds). *Križobolja*. Jastrebarsko: Naklada Slap, 2009;79-94.
6. Kovač V, Pečina M. Kralježnica i zdjelica. In: Pečina M (ed). *Ortopedija*. Zagreb: Naklada Ljevak, 2004;201-27.
7. Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas NJ, Wiesel SW. Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72:403-8.
8. Kirnaz S, Capadona C, Wong T, Goldberg JL, Medary B, Sommer F et al. Fundamentals of Intervertebral Disc Degeneration. *World Neurosurg* 2022;157:264-273.
9. Cassinelli EH, Hall RA, Kang JD. Biochemistry of intervertebral disc degeneration and the potential for gene therapy applications. *Spine J* 2001;1:205-14.
10. Urban JP, Roberts S. Degeneration of the intervertebral disc. *Arthritis Res Ther. Arthritis Res Ther* 2003;5:120-30.
11. Adams MA, Roughley PJ. What is intervertebral disc degeneration, and what causes it?. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006;31:2151-61.
12. Urban JP, Smith S, Fairbank JC. Nutrition of the intervertebral disc. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:2700-9.
13. Kasai Y, Kawakita E, Sakakibara T, Akeda K, Uchida A. Direction of the formation of anterior lumbar vertebral osteophytes. *BMC Musculoskelet Disord* 2009;10:4.
14. Boos N, Weissbach S, Rohrbach H, Weiler C, Spratt KF, Nerlich AG. Classification of age-related changes in lumbar intervertebral discs: 2002 Volvo Award in basic science. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27:2631-44.
15. Battié MC, Videman T, Kaprio J, Gibbons LE, Gill K, Manninen H et al. *Spine J* 2009;9:47-59.
16. Kalichman L, Hunter DJ. The genetics of intervertebral disc degeneration. Familial predisposition and heritability estimation. *Joint Bone Spine* 2008;75:383-7.
17. Modic MT, Ross JS. Lumbar degenerative disk disease. *Radiology* 2007;245:43-61.
18. Rahme R, Moussa R. The modic vertebral endplate and marrow changes: pathologic significance and relation to low back pain and segmental instability of the lumbar spine. *Am J Neuroradiol* 2008;29:838-42.
19. Seyedhoseinpoor T, Taghipour M, Dadgoo M, Sanjari MA, Takamjani IE, Kazemnejad A et al. Alteration of lumbar muscle morphology and composition in relation to low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Spine J* 2022;22:660-676.
20. Standring S. *Gray's anatomy*. 39th Edition. The anatomical basis of clinical practice. Edinburgh: Elsevier, Churchill Livingstone, 2005;1444-6.
21. Lacôte M, Chevalier AM, Miranda A, Blenton JP, Stevenin P. Clinical evaluation of muscle function. Edinburgh London Melbourne and New York: Churchill Livingstone, 1987;318.
22. Santaguida PL, McGill MS. The psoas major muscle: a three-dimensional geometric study. *J Biomech* 1995;28:339-45.
23. Penning L. Psoas muscle and lumbar spine stability: a concept uniting existing controversies. *Eur Spine J* 2000;9:577-85.
24. Grubišić F, Grazio S. Procjena težine i aktivnosti bolesti i funkcionalna procjena pacijenata s križoboljom. In: Grazio S, Buljan D (eds). *Križobolja*. Jastrebarsko: Naklada Slap, 2009;213-228.
25. Garg A, Pathak H, Churyukanov MV, Uppin RB, Slobodin TM. Low back pain: critical assessment of various scales. *Eur Spine J* 2020;29:503-518.
26. Thong ISK, Jensen MP, Miró J, Tan G. The validity of pain intensity measures: what do the NRS, VAS, VRS, and FPS-R measure?. *Scand J Pain* 2018;18:99-107.
27. Roland Morris Disability Questionnaire [Internet]. RMDQ: Roland Morris Disability Questionnaire, C2025 [cited 2024 Oct 21]. Available from: <https://www.rmdq.org/>.
28. Yates M, Shastri-Hurst N. The Oswestry Disability Index. *Occup Med* 2017;3:241-242.
29. Verbunt JA, Seelen HA, Vlaeyen JW, van de Heijden GJ, Heuts PH, Pons K et al. Disuse and deconditioning in chronic low back pain: concepts and hypotheses on contributing mechanisms. *Eur J Pain* 2003;7:9-21.
30. Norte G, Rush J, Sherman D. Arthrogenic Muscle Inhibition: Best Evidence, Mechanisms, and Theory for Treating the Unseen in Clinical Rehabilitation. *J Sport Rehabil* 2021;31:717-735.
31. Konishi Y, Yoshii R, Ingersoll CD. Gamma Loop Dysfunction as a Possible Neurophysiological Mechanism of Arthrogenic Muscle Inhibition: A Narrative Review of the Literature. *J Sport Rehabil* 2022;31:736-741.
32. Russo M, Deckers K, Eldabe S, Kiesel K, Gilligan C, Viecei J et al. Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain. *Neuromodulation* 2018;21:1-9.
33. Arbanas J, Pavlovic I, Marijancic V, Vlahovic H, Starcevic-Klasan G, Peharec S et al. MRI features of the psoas major muscle in patients with low back pain. *Eur Spine J* 2013;22:1965-71.
34. Ploumis A, Michailidis N, Christodoulou P, Kalaitzoglou I, Gouvas G, Beris A. Ipsilateral atrophy of paraspinal and psoas muscle in unilateral back pain patients with monosegmental degenerative disc disease. *Br J Radiol* 2011;84:709-13.
35. Barker KL, Shamley DR, Jackson D. Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in patients with unilateral back pain: the relationship to pain and disability. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:515-9.
36. Jokar F, Hosseini SM, Taheri N. The relationship between the psoas major muscle morphology characteristics with disability index and pain in patients with chronic nonspecific low back pain. *J Bodyw Mov Ther* 2024;38:454-458.
37. Kook M, Kim I, Seo J, Kim H, Nam H, Han N. The Relationship Between Low Back Pain and Sagittal Spinal Alignment and Back Muscle Mass in Korean Fishery Workers. *Ann Rehabil Med* 2023;47:459-467.