



UNIVERZITET U NOVOM SADU
MEDICINSKI FAKULTET
DOKTORSKE STUDIJE KLINIČKIH ISTRAŽIVANJA

**KLINIČKA EFIKASNOST PROGRAMA VEŽBI LUMBALNE
STABILIZACIJE I TORAKALNE MOBILIZACIJE U
SANACIJI HRONIČNOG LUMBALNOG BOLA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor: prof. dr Snežana Tomašević-Todorović

Kandidat: Stefan Kostadinović

Novi Sad, 2018 godine

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ НОВИ САД

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Stefan Kostadinović
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Prof. dr Snežana Tomašević-Todorović
Naslov rada: NR	Klinička efikasnost programa vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u sanaciji hroničnog lumbalnog bola
Jezik publikacije: JP	Srpski
Jezik izvoda: JI	Srpski / engleski
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Vojvodina
Godina: GO	2018
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	21000 Novi Sad, Hajduk Veljkova 3, Srbija

Fizički opis rada: FO	8 poglavlja / 135 stranica / 13 grafikona / 24 tabele / 13 slika / 185 referenci / 6 priloga /
Naučna oblast: NO	Medicina
Naučna disciplina: ND	Medicinska rehabilitacija
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	lumbalni bol; hronični bol; terapijsko vežbanje; modaliteti fizikalne terapije; električna stimulacija; merenja bola; stimulacija kičmene moždine; ishod terapije
UDK	616.711-009.7:615.825
Čuva se: ČU	U biblioteci Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, Hajduk Veljkova 3, 21000 Novi Sad, Srbija
Važna napomena: VN	
Izvod: IZ	<p>Uvod: Individualno kreiran program vežbi lumbalne stabilizacije, mogao bi da doprinese boljem oporavku pacijenata sa hroničnim bolom u donjem delu leđa. Program vežbi u lečenju hroničnog lumbalnog bola je prilično raznolik, ali je dokazano da su vežbe stabilizacije najefikasnije, posebno vežbe u zatvorenom kinetičkom lancu. Cilj: je bio da se uporedi program vežbi lumbalne stabilizacije u otvorenom i zatvorenom kinetičkom lancu, u odnosu na program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu kao i da se proceni klinička efikasnost oba programa vežbi.</p> <p>Metode: Istraživanje je sprovedeno kao prospektivna, eksperimentalna studija na 80 ispitanika oba pola (35 muškaraca, 45 žena), prosečne životne dobi (48.45+/- 10.22 godina) sa hroničnim lumbalnim bolom. Istraživanje je sprovedeno na Klinici za rehabilitaciju „dr Miroslav Zotović“ u Beogradu u periodu od juna 2017. do marta 2018. godine. Ispitanici su podeljeni u dve grupe od 40 pacijenata. Prva grupa ispitanika je sprovodila program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu (LSTMZ), a druga program vežbi lumbalne stabilizacije u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu (LSZO). Pored opštih demografskih, antropometrijskih podataka o ispitanicima, korišćeni su sledeći upitnici i testovi: za procenu intenziteta bola u leđima i donjim ekstremitetima- vizuelna analogna skala (VAS), za procenu neuropatske</p>

komponente bola- DN4 (Douleur Neuropathique en 4 Questions), za procenu funkcionalnog statusa korišćen je Oswestrijev upitnik o onesposobljenosti (ODI), procena sagitalne pokretljivosti lumbosakralne kičme Schober testom, procena mišićne snage - manuelnim mišićnom testom; Ispitivanje senzitivnosti na ključnim senzornim tačkama za dermatome je vršeno prema ASIA (American Spinal Injury Association) skali, testom istezanja ishiadičnog (Lazarevićev) i femoralnog nerva ispitivano je prisustvo kompresije nervnih korenova, za procenu stabilnosti lumbosakralne kičme- je korišćen test nestabilnosti u proniranom položaju (Prone Instability test). Ispitanici su ergonomski edukovani, sprovedena je transkutana elektro-nervna stimulacija (TENS) i primenjena je laseroterapija male snage. Pacijentima je određena osmonedeljna kineziterapija koja je obuhvatala vežbe za jačanje dubokih stabilizatora lumbalne kičme. Retestiranje je rađeno nakon 4 i 8 nedelja.

Rezultati: Kod obe grupe ispitanika u svim intervalima merenja je nađena visoka statistički značajna ($p < 0,001$) redukcija intenziteta bola prema VAS skali za lumbalnu kičmu i donje ekstremitete, poboljšanje funkcionalnog statusa (Oswestry) i sagitalne pokretljivosti (Schober). Statistički značajan ($p < 0,05$) oporavak ispitanika grupe 1 u odnosu na grupu 2, ostvaren je u svim intervalima merenja kod parametara: Intenzitet bola (VAS LS i VAS za nogu), stepen onesposobljenosti (ODI), vrednost motornog skora za trup merenog ASIA skalom i vrednost neuropatske komponente bola (DN4). Statistički značajan ($p < 0,05$) oporavak ispitanika u grupi 2 u odnosu na grupu 1, ostvaren je posle 8 nedelja kod parametra za procenu vrednosti senzornog skora dodir prema ASIA skali. Utvrđeno je da veće početne vrednosti intenziteta bola prema skalama Vas ls i Vas za nogu i stepena onesposobljenosti prema ODI, negativno utiču na krajnji ishod ovih parametara kod pacijenata sa HLB-om u obe grupe ($p < 0,05$). Pacijenti sa pozitivnom neuropatskom komponentom bola imaju lošiji ishod lečenja HLB-a vežbama stabilizacije i torakalne mobilizacije ($p < 0,05$). **Zaključci:** Pacijenti

	koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu su imali bolji funkcionalni oporavak i značajniju redukciju intenziteta bola u odnosu na ispitanike koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu.
Datum prihvatanja teme od strane Senata: DP	14.09.2017
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO	predsednik: član: član:

University of Novi Sad
Faculty of Medicine

Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD Thesis
Author: AU	Stefan Kostadinović
Mentor: MN	Prof. dr Snežana Tomašević-Todorović
Title: TI	Clinical efficacy of the program of the lumbar stabilization and thoracic mobilization exercises in low back pain repair
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	English / Serbian
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2018
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	21000 Novi Sad, Serbia, Hajduk Veljkova 3

Physical description: PD	8 chapters / 135 pages / 24 tables / 13 graphs / 13 figures / 185 references / 6 appendices
Scientific field SE	Medicine
Scientific discipline SD	Clinical medicine, Medical rehabilitation
Subject, Key words SKW	Low Back Pain; Chronic Pain; Exercise Therapy; Physical Therapy Modalities; Electric Stimulation; Pain Measurement; Spinal Cord Stimulation; Treatment Outcome
UC	616.711-009.7:615.825
Holding data: HD	Library of Medical faculty Novi Sad, Hajduk Veljkova 3, 21000 Novi Sad, Serbia.
Note: N	
Abstract: AB	<p>Introduction: An individual program of lumbar stabilization exercises could contribute to a better recovery of patients with chronic lower back pain. The exercise program in the treatment of chronic lumbar pain is quite diverse, but it has been proven that stabilization exercises are most effective, especially in a closed kinetic chain. Objective: was to compare the program of lumbar stabilization exercises in the open and closed kinetic chain, in relation to the program of lumbar stabilization exercises and thoracic mobilization in a closed kinetic chain, and to evaluate the clinical efficacy of both exercise programs. Methods: The study was conducted as a prospective, experimental study of 80 subjects of both sexes (35 men, 45 women), average life expectancy (48.45 +/- 10.22 years) with chronic lumbar pain. The research was conducted at the Rehabilitation Clinic "Dr. Miroslav Zotović" in Belgrade in the period from June 2017 to March 2018. Respondents were divided into two groups of 40 patients. The first group of respondents carried out a lumbar stabilization and thoracic mobilization program in a closed kinetic chain (LSTMZ) and the second, program of lumbar stabilization exercises in closed and open kinetic chain (LSZO). In addition to general demographic, anthropometric data on respondents, the following questionnaires and tests were used: for assessing the intensity of back pain and lower extremities - visual analogue scale (VAS), for assessing the</p>

neuropathic pain component DN4 (Douleur Neuropathique en 4 Questions), for functional status assessment was used Oswestry disability index (ODI), for assessment of sagittal mobility of the lumbosacral spine- Schober test, muscular strength assessment - manual muscle test; Sensitivity testing at key sensory points for dermatomas was performed according to the ASIA (American Spinal Injury Association) scale, stretching test of the ishiadic (Lazarević) and femoral nerves was udes for detection of nerve root irritation, and the Prone Instability test was used to assess the stability of the lumbosacral spine. Respondents were ergonomically educated, transcutaneous electrical-nerve stimulation (TENS) and low-power laser therapy were performed. Patients were given an eight-week kinesiotherapy that included exercises to strengthen the deep lumbar spine stabilizers. Retesting was done after 4 and 8 weeks. **Results:** In both groups of subjects, high statistically significant ($p < 0.001$) reduction of pain intensity to VAS scale for lumbar spine and for the leg, functional disability (Oswestry) sagittal mobility of lumbar spine (Schober) improvement were found at all measurement intervals. The statistically significant ($p < 0.05$) recovery of group 1 subjects compared to group 2 was achieved at all measurement intervals in the parameters: Pain intensity (VAS LS and VAS for the leg), degree of disability (ODI), motor score value for the trunk measured by the ASIA scale and the value of the neuropathic pain component (DN4). Statistically significant ($p < 0.05$) recovery of group 2 subjects compared to group 2 was achieved after 8 weeks with the parameter for assessing the sensory touch score value to the ASIA scale. It has been found that higher initial pain intensity values to VAS ls and VAS for leg and degree of disability to ODI, negatively affect the final outcome of these parameters in patients with chronic low back pain in both groups of subject ($p < 0,05$). Patients with a positive

	<p>neuropathic pain component have a lower outcome of chronic low back pain treatment with lumbar stabilization and thoracic mobilization exercises ($p < 0,05$). Conclusions: Patients who performed lumbar stabilization and thoracic mobilization exercises program in a closed kinetic chain had better functional recovery and a significant reduction in pain intensity compared to respondents who performed a lumbar stabilization program in a closed and open kinetic chain.</p>
<p>Accepted on Scientific Board on: AS</p>	<p>14.09.2017</p>
<p>Defended: DE</p>	
<p>Thesis Defend Board: DB</p>	<p>president: member: member:</p>

SADRŽAJ:

1. Uvod.....	1
1.1. Lumbalna segmentna nestabilnost i njen nastanak.....	1
1.2. Delovi stabilizacionog sistema kičmenog stuba i njihova uloga.....	3
1.3. Anatomija lumbosakralne kičme.....	6
1.3.1. Koštani deo lumbosakralne regije.....	6
1.3.2. Mišići lumbosakralne regije.....	8
1.3.3. Kičmena moždina i nervi.....	10
1.4. Funkcionalna anatomija i biomehanika lumbosakralne kičme.....	11
1.5. Epidemiologija lumbalnog bola.....	13
1.6. Etiologija i patogeneza lumbalnog bola.....	13
1.7. Klasifikacija lumbalnog bola.....	17
1.8. Faktori nastanka lumbalnog bola.....	18
1.9. Patofiziologija bola.....	19
1.10. Klinička slika i dijagnostika lumbalnog bola.....	21
1.11. Lečenje lumbalnog bola.....	28
1.12. Principi kineziterapije u lečenju lumbalnog bola.....	29
1.13. Vežbe lumbalne stabilizacije.....	32
1.13.1. Korišćenje recipročne inhibicije u vežbama lumbalne stabilizacije.....	33
2. Ciljevi i hipoteze istraživanja.....	35
2.1. Ciljevi istraživanja.....	35
2.2. Hipoteze istraživanja.....	35
3. Materijal i metode istraživanja.....	36
3.1. Način izbora i grupisanja ispitanika.....	36
3.2. Metode prikupljanja i obrade podataka.....	37
3.2.1. Biološko-demografski, sociološki i antropometrijski parametri.....	37
3.2.2. Specifični upitnici za lumbalni bol.....	37

3.2.3.	Terapija	39
3.2.4.	Statistička obrada i prezentovanje rezultata.....	42
4.	Rezultati	43
4.1.	Biološko-demografski i klinički podaci ispitanika	43
4.2.	Razlike kliničkih parametara ispitanika između grupe 1 i 2	71
4.3.	Korelacija inicijalnih kliničkih parametara sa finalnim rezultatima.....	75
4.4.	Višestruka linearna regresija	91
5.	Diskusija.....	96
5.1.	Biološko-demografske i socijalne karakteristike ispitanika.....	97
5.2.	Razlike kliničkih parametara ispitanika sa HLB-om u obe grupe.....	99
5.3.	Korelacija kliničkih parametara između dve grupe	100
5.3.1.	Korelacija parametara između grupa pacijenata koji su bili uključeni u program vežbi stabilizacije u odnosu na program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije	106
5.4.	Uticaj inicijalnih parametara na ishod lečenja.....	108
6.	Zaključci.....	111
7.	Reference.....	113
8.	Prilozi	123

1. Uvod

Lumbalni sindrom predstavlja skup različitih simptoma, čija je zajednička karakteristika bol u lumbosakralnoj regiji sa ili bez iradijacije duž jedne ili obe noge, sa mogućim pratećim motornim ili senzitivnim poremećajima (1). Predstavlja jedan od najčešćih sindroma u medicini (2). U SAD je prisutan kod više od 5 miliona ljudi, sa troškovima do 20 milijardi dolara godišnje (3). Epidemiološki podaci ukazuju da oko polovina odraslih oseti bol u leđima svake godine, a da oko dve trećine ima bol u leđima u nekom trenutku svog života (4). Oko četvrtine ga je imalo najmanje jedan dan, tokom poslednja tri meseca, a oko 15% odraslih prijavljuje česte bolove u leđima koji traju duže od 2 nedelje godišnje (5).

Lumbalni bol je kompleksni bolni sindrom uzrokovan promenama na lumbo-sakralnom segmentu kičmenog stuba i promenama u neuromatriksu bola. Kao posledica bola, dolazi do deficijencije segmentne stabilizacije, narušenog posturalnog balansa i limitiranog obima pokreta (6). Analizom pokreta svakog segmenta kičme gde su bile prisutne degenerativne promene na diskusima, ustanovljeno je da je jedan od najznačajnijih uzročnika lumbalnog bola lumbalna segmentna nestabilnost (LSN) (7, 8).

1.1. Lumbalna segmentna nestabilnost i njen nastanak

Panjabi je definisao lumbalnu segmentnu nestabilnost (LSN) kao značajno smanjenu mogućnost stabilizacionog sistema kičmenog stuba da održi intervertebralnu neutralnu zonu u okviru fizioloških granica i tako spreči neurološke ispade, deformitete i bol (9). Neutralna zona je deo fiziološkog obima pokreta unutar intervertebralnog sistema. Ona okružuje neutralnu poziciju intervertebralnog dinamičkog segmenta tj. poziciju od početka fiziološkog obima pokreta do kraja neutralne zone. U ovom prostoru pokret se mora izvoditi uz vrlo mali otpor. Elastična zona je drugi deo obima pokreta i ona počinje od kraja neutralne i završava se u krajnjoj poziciji fiziološkog obima pokreta (slika 1). Tada se pokret izvodi uz jači otpor. Kada se neutralna zona poveća, dolazi do abnormalne pokretljivosti jednog pršljena u odnosu na drugi, što dovodi do LSN (9-11).

Panjabi zaključuje da nestabilnost nastaje kao posledica disfunkcije u jednom ili više podsistema stabilizacione jedinice, što uzrokuje povećanje neutralne zone koja doprinosi pojavi LSN i bola (11).

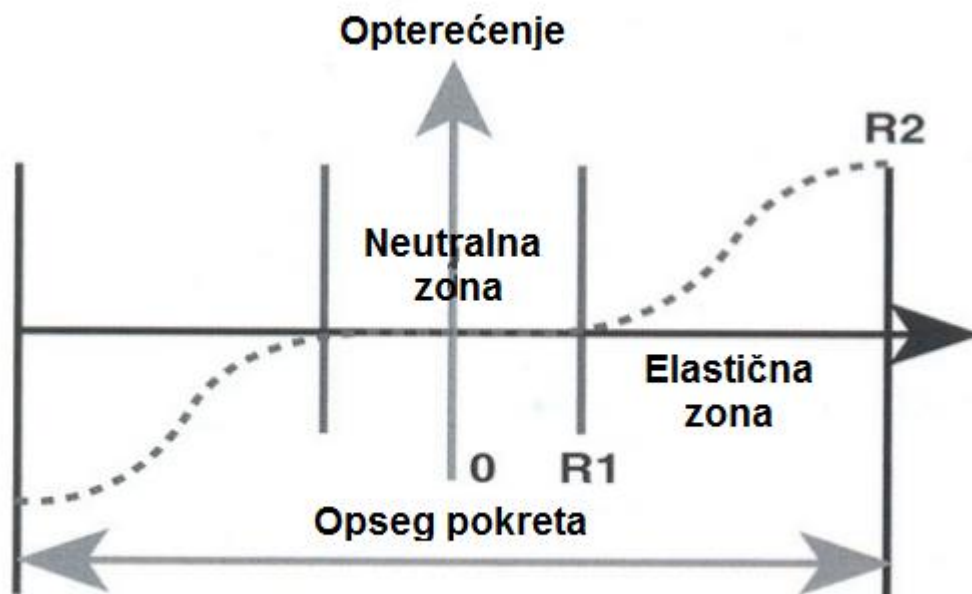
Objašnjenje LSN prvi je pokušao da postavi Knutsson (12). On je procenjivao LSN na osnovu lateralnih radiografskih snimaka načinjenih u krajnjoj fleksiji i ekstenziji kičme u odnosu na antero-posteriornu translaciju kičmenih pršljenova i zaključio da kada je disk degenerativno izmenjen, tada dolazi do znakova nestabilnosti u formi paralelnih izmeštanja i sagitalnih pomeranja između pršljenova.

Kirkaldy-Willis ističe da LSN karakteriše abnormalna pokretljivost spinalnog segmenta u uslovima opterećenja, što dovodi do bola i onesposobljenosti (13).

White i saradnici su definisali LSN kao nemogućnost kičmenog stuba da održi svoj normalan položaj pod uobičajenim fiziološkim opterećenjima (9).

Univerzalna definicija LSN ne postoji, ali se većina autora slaže da kod LSN postoji abnormalna pokretljivost između dva susedna pršljenska tela. S obzirom na tu činjenicu, simptomi i znaci su jedini sigurni pokazatelji prisustva nestabilnosti. Pacijenti opisuju stanje kao „da ih leđa izdaju i kao da će se ukočiti“ ili kao „liniju koja ih seče preko leđa“.

Slika 1. Shema obima pokreta po zonama



Izvor: https://image.slidesharecdn.com/2017/10img_0146.jpg

1.2. Delovi stabilizacionog sistema kičmenog stuba i njihova uloga

Stabilizacioni segmentni sistem kičmenog stuba čine tri dela: pasivni, aktivni i neuralni (10). Čine ga tri podsistema: osteo-ligamentozni (pasivni), mišićno-tetivni (aktivni) i kontrolni podsistem (neuralni). Ova tri dela stabilizacionog sistema su u međusobnoj zavisnosti i redukcija u funkcionisanju jednog, uzrokuje povećane funkcionalne zahteve za ostale. Većina autora se slaže da LSN nije poseban klinički entitet i da se ona manifestuje kod pacijenata koji češće imaju dugotrajnije epizode bola (9, 11, 13).

Najčešći uzrok lumbalne nestabilnosti je patološki proces u nivou osteo-ligamentnog podsistema koji podupire čitav kičmeni stub, čineći osnovu njegove građe. Promene koje mogu ukazati da je proces na ovom nivou su: translacija tj. angulacija veća od fiziološke koja je potvrđena rendgenski, spondilolisteza, razmak između fasetnih zglobova veći od 1 mm uočen na skeneru, snižen intradiskalni pritisak (izmeren lumbalnom diskometrijom) udružen sa stepenom prisutnog degenerativnog procesa dokazanog na magnetnoj rezonanci, klinički testovi nestabilnosti (14).

Mišići tzv. lumbalnog korseta, posebno *mm. multifidus* i *mm. transversus abdominis* dokazano imaju važnu ulogu u redukovanju neutralne zone i smanjenju patološke pokretljivosti unutar dinamičkog intervertebralnog segmenta i predstavljaju najznačajniju kariku stabilizacionog sistema (15-17). Kod slabosti navedenih mišića, lumbalna kičma je kompromitovana i destabilizovana čak i pri najmanjem opterećenju. Pritom, pacijenti sa hroničnim lumbalnim sindromom imaju disfunkciju u nivou aktivnog (mišićno-tetivnog) podsistema.

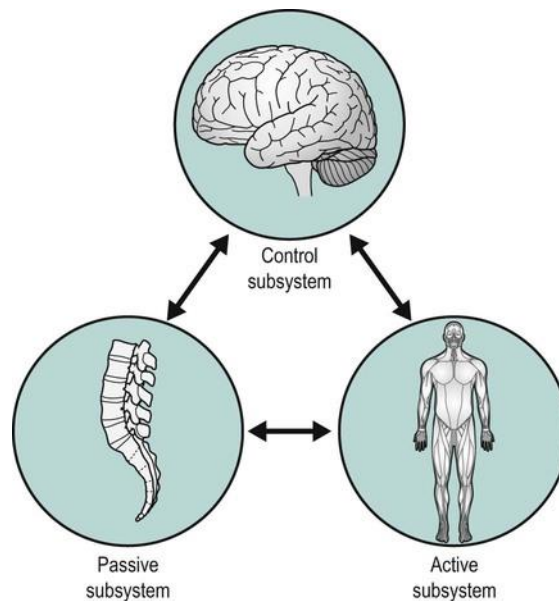
Osnovno stabilizaciono jezgro lumbalnog dela kičme čini aktivni podsistem, odnosno mišići prethodno pomenutog lumbalnog korseta: *m. transversus abdominis*, *m. multifidus*, *m. obliquus internus et externus*, *m. rectus abdominis*, *m. erector spinae* (*m. longissimus thoracis*), mišići karličnog poda (*m. levator ani: m. pubococcygeus, m. puborectalis, m. iliococcygeus i m. coccygeus*) i dijafragma. Pomoćni mišići stabilizatori su *m. latissimus dorsi*, *m. gluteus maximus* i *m. trapezius*. Aktivni stabilizacioni podsistem čine *m. transversus abdominis*, *m. multifidus*. Duboki sloj, odnosno posteriorna grupa su *m. erector spinae*, s. *sacrospinalis*, smešten paravertebralno, sa tri mišićne trake (*m. iliocostalis, m. longissimus, m. spinalis*) koji imaju ulogu u ekstenziji kičmenog stuba i održanju posture. Antagonista im je *m. rectus abdominis*. U duboki sloj se svrstavaju i *mm. transversospinales* (*m. semispinalis, m. multifidus*). *M. multifidus* je najznačajniji stabilizator kičmenog stuba. Nalazi se duboko uz kičmene pršljenove, stabilizuje njihove spojeve i redukuje degenerativne procese zglobnih

struktura. Pojedinačni fascikulusi multifidusa su postavljeni ukoso, naviše i unutra ka kičmenom stubu, pružajući se celom dužinom rtnih nastavaka susednih pršljenova. Obostrano eksteniraju kičmu, kontrolišu lateralnu fleksiju i pojedinačnu rotaciju pršljenskih tela. Osim toga, *m. multifidus* stabilizuje lokalne pokrete u svim segmentima kičmenog stuba što je od posebnog značaja.

Od posebne važnosti je posteriorna grupa, odnosno, duboki sloj mišića koji čine *mm. rotatores*, a nalaze se ispod *m. multifidusa* u torakalnom regionu kičmenog stuba. U njihovim vlaknima se nalazi gusta mreža proprioceptivnih receptora koji su važni u održanju posture. Mišići sa ekstenzornom ulogom su *mm. interspinales*, a nalaze se duž celog kičmenog stuba. U lateralnoj fleksiji trupa učestvuju *mm. intertransversarii* (anteriores, posteriores, laterales, mediales). Anteriorna grupa dubokog sloja su *m. rectus abdominis*, *m. transversus abdominis*, *m. obliquus internus et externus*. Lateralna grupa mišića dubokog sloja su: *m. quadratus lumborum*, koji vrši lateralnu fleksiju trupa, depresivno dejstvo na disajnu muskulaturu, fiksira rebra, suprotstavlja se forsiranom ekspiririjumu, ali i *m. psoas major*, koji predstavlja fleksor kuka, spoljašnji rotator zgloba kuka, ističe lumbalnu lordozu, omogućava kontralateralnu rotaciju lumbalne kičme. Kao i drugi fleksori kuka (*m. iliacus*, *m. tensor fascia latae*), *m. psoas* je često zanemareni uzročnik lumbalnog bola, koji može biti praćen zapaljenjem tetive-tendinitisom iliopsoasa - "snapping hip" sindromom (14, 18).

Neuralni podsistem koga čine proprioceptori pokreta i sile u ligamentima, tetivama i mišićima, smatra za najznačajnijim razlogom pojave rekurentnog i hroničnog lumbalnog bola. Uprkos brojnosti potencijalnih uzroka kliničke lumbalne nestabilnosti, u literaturi je najčešće opisivana kao posledica promena na intervertebralnim diskovima ili ligamentnom stabilizacionom sistemu. Smatra se da segmentna nestabilnost koja je posledica izolovane insuficijentnosti pasivnog podsistema i posledične povećane segmentne pokretljivosti, nije dovoljan indikator postojanja kliničke nestabilnosti. Potrebna je i određena predispozicija pacijenata poput naslednog faktora i opšteg stanja muskulo-skeletnog sistema (19, 20). Danas se smatra da LSN postoji kada promene jednog podsistema prave promene u pokretljivosti gde nastaje pogrešna povratna informacija neuralnog podsistema. Na primer, ako je pasivni podsistem slab, neuralni sistem prenosi opterećenje na aktivni podsistem, koji povećanom kontraktilnošću mišića (spazmom), odgovara na povećane potrebe stabilizacionog sistema (slika 2) (20).

Slika 2. Tri podsistema stabilizacionog segmentnog sistema kičmenog stuba



Izvor: https://musculoskeletalkey.com/2017/10img_0145.jpg

Panjabi-jevu teoriju potvrđuju poremećaji motorne kontrole mišića stabilizatora lumbosakralne kičme i na perifernom i na centralnom nivou kod ispitanika sa hroničnim lumbalnim bolom (HLB). Dokazano je da je sekvenca očekivane aktivacije mišića trupa značajno usporena kod ispitanika sa HLB-om i za *m. multifidus* (21) i za *m. transversus abdominis* (16, 22, 23). Studije koje su se bavile centralnom aktivnošću *m. erector spinae* a pri maksimalnoj voljnoj kontrakciji, pokazuju pomerenje ispoljavanje za *m. transversus abdominis* u motornoj kori (24) koja se restituiše nakon programa vežbi za aktivaciju ovih mišića tj. jačanja mišića stabilizatora lumbosakralnog dela kičme (24-26). Značaj ovih rezultata ukazuje na smanjenje bola kod ispitanika sa HLB-om (27). Dolazi se do jasnog zaključka da je za redukciju bola, uz aktivaciju mišića lumbalne kičme, važno uključiti i mišiće torakalnog dela. Druge studije, takođe, ukazuju na poremećaj aktivacije *m. transversus abdominis-a* kod ispitanika sa lumbalnim bolom u odnosu na zdrave ispitanike (28-31). Mehanizam poremećaja motorne kontrole u uslovima bola nije dovoljno razjašnjen ali je uočena karakteristika mnogih bolnih stanja pa tako i veze između dubokih stabilizatora LS kičme i bola. Sprovedena su ispitivanja gde je dokazano da nociceptivna stimulacija bola, dovodi do poremećaja motorne kontrole stabilizatora LS kičme usled kašnjenja očekivane aktivnosti (32, 33). Poremećaji motorne kontrole su u vezi sa centralnim regulatornim mehanizmima. Studija pokazuje da je reprezentacija *m. transversus*

abdominis u motornoj kori, pomeren posteriorno i lateralno kod ispitanika sa HLB-u u odnosu na poziciju ovog mišića kod zdravih ispitanika (24). Ciljano uvežbavanje *m. transversus abdominis-a* i ostalih mišića dubokih stabilizatora, repositionira njegovu kortikalnu reprezentaciju i približava ga stanju kao kod zdravih ispitanika (25, 26). Ovaj vid aktivnosti tj. motornog učenja, dovodi do smanjenja bola i onesposobljenosti kod ispitanika sa HLB-om (27).

1.3. Anatomija lumbosakralne kičme

Građa lumbalne kičme je prilagođena njegovoj osnovnoj ulozi. Glavni zadatak ovog dela skeleta je da podupire i nosi težinu gornjeg dela tela koju ravnomerno prenosi na karlični pojas i donje ekstremitete kao i povećanje površine pršljenova koje je u funkciji podnošenja i amortizovanja povećanja statičkog opterećenja. Sa obzirom da za ovaj deo nisu pripojena rebra, lumbalna regija ima relativno širok obim pokreta. Elementi lumbosakralne regije su pripadajući deo kičmenog stuba sa svojim:

- koštanim elementima i međupršljenjskim diskusima, fibroznim trakama koje se protežu duž celog kičmenog stuba, zglobovima pršljenjskih nastavaka, i posebnim međupršljenjskim vezama;
- mišićnim elementima;
- nervnim elementima kičmenog kanala, gde spadaju kičmena moždina i kičmeni nervi koji izlaze iz međupršljenjskih otvora.

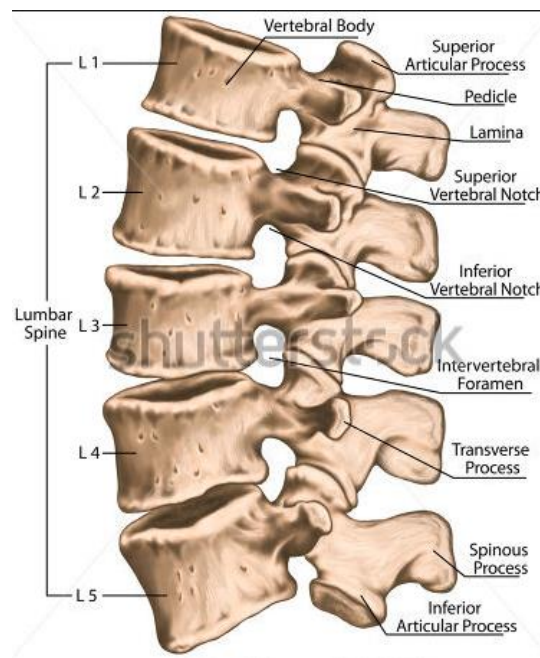
1.3.1. Koštani deo lumbosakralne regije

Lumbalni pršljenovi su najveći pršljenovi pokretnog dela kičmenog stuba. Ima ih pet (slika 3) (L1– L5). Krsna kost (*os sacrum*) je neparna, simetrična kost koja se u vidu klina nalazi između karličnih kostiju, na koju se prenosi težina trupa i pritisak. Čine je 4 – 5 krsnih pršljenova koji su se tokom razvoja spojili. Trtična kost (*os coccygis*) je završni deo kičmenog stuba i čine je 4 – 5 zakržljalih i jako izmenjenih pršljenova. Tipičan lumbalni kičmeni pršljen je veliki, veći u transferzalnom nego u anteroposteriornom dijametru. Na svakom pršljenju razlikuju se telo, dva luka i nastavci. Telo i lukovi ograničavaju pršljenjski otvor (*foramen vertebratae*). Peti lumbalni pršljen ima debelo pršljenjsko telo, mali rtni nastavak i debeo poprečni nastavak. Telo (*corpus vertebrae*) nalazi se ispred pršljenjskog otvora. Njegova veličina se povećava idući ka donjem delu kičmenog stuba.

Luk pršljena (*arcus vertebrae*) ograničava bočno i pozadi pršljenski otvor. Njegov zadnji deo, *lamina arcus vertebrae* u vidu je pravougaone ploče, a njegov prednji suženi deo je koren ili nožica (*pediculus arcus vertebrae*). Na gornjoj i donjoj ivici korena luka postoji jedan usek (*incisura vertebralis superior et in incisura vertebralis inferior*), koji između dva susedna pršljena ograničava međupršljenski otvor (*foramen intervertebrale*) za prolaz kičmenih nerava. Poprečni nastavak (*processus transversus*) je paran i pruža se upolje od mesta gde se spajaju ploča i koren luka. Zglobni nastavci pršljena (*processus articularis superior et inferior*) polaze sa mesta gde se završavaju poprečni nastavci i idu naviše i naniže. Oni na svom slobodnom kraju nose zglobne površine. Rtni nastavak (*processus spinosus*) je neparan. Rtni nastavci cervikalnih i lumbalnih pršljenova su postavljeni gotovo horizontalno (postoje izuzeci koji idu u jednu ili drugu stranu), dok su torakalni postavljeni koso prema dole.

Otvori svih kičmenih pršljenova obrazuju kičmeni kanal (*canalis vertebralis*). U kičmenom kanalu do drugog slabinskog pršljena nalazi se kičmena moždina. Od drugog slabinskog pršljena do vrha krsne kosti, kičmenim kanalom prolaze kičmeni nervi, koji zajedno podsećaju na konjski rep (*cauda equina*). Pršljenovi se spajaju međupršljenskim vezama i zglobovima.

Slika 3. Lumbalni pršljenovi



Izvor: <https://thumb10.shutterstock.com/2017/405564463.jpg>

Međupršljenski disk (*diskus intervertebralis*) nalazi se između tela dva susedna pršljena i razdvaja ih. Omogućuje pokretljivost i savitljivost kičme, kao i apsorpciju kompresivnog stresa. Može se reći da predstavljaju kičmene „amortizere“. Intervertebralni diskus je deblji u svom prednjem delu, što je naročito izraženo kod petog lumbalnog pršljena. Diskus je klinastog oblika što omogućava formiranje konveksne krivine kičme u njenom lumbalnom delu. Diskus nema krvnih sudova tako da se ishranjuje preko *anulus fibrosus*-a i hrskavičave ploče. *Anulus fibrosus* je pričvršćen sa pločastim krajem hijaline hrskavice tela koja je srasla sa koštanim delom pršljena. *Anulus* polazi od hrskavičavih ploča i ivica pršljenskih tela, spaja ih, i u svim pravcima okružuje *nucleus pulposus*. *Anulus* je mnogo deblji u svom prednjem delu gde se spaja sa prednjim longitudinalnim ligamentom koji je i sam prilično jak. Zadnji deo *anulusa* je slabiji i vezan je za zadnji longitudinalni ligament, koji je takođe slabiji od prednjeg ligamenta, što donekle objašnjava učestaliju hernijaciju diska prema nazad.

Fibrozne trake kojima se tela pršljena, pored međupršljenskog koluta, takođe povezuju, protežu se duž celog kičmenog stuba. Prednja uzdužna veza (*ligamentum longitudinale anterius*) izuzetno je jaka i čvrsto vezana za prednje strane kičmenih pršljenskih tela, a mnogo slabije za odgovarajuće pršljenske kolutove. Zadnja uzdužna kičmena veza (*ligamentum longitudinale posterius*) nalazi se u samom kičmenom kanalu i priljubljena je za zadnju stranu pršljenskih tela i međupršljenske kolutove. Posebne međupršljenske veze se pružaju između istoimenih delova pršljenova: veze pršljenskih lukova (*ligamenta flava*), veza između rtnih nastavaka (*ligamenta inter i supraspinales*) i spojevi poprečnih nastavaka (*ligamenta intertransversaria*). Zglobovi pršljenskih nastavaka (*processus articulares*) čine donji zglobni nastavci gornjeg i gornji zglobni nastavci donjeg pršljena (34).

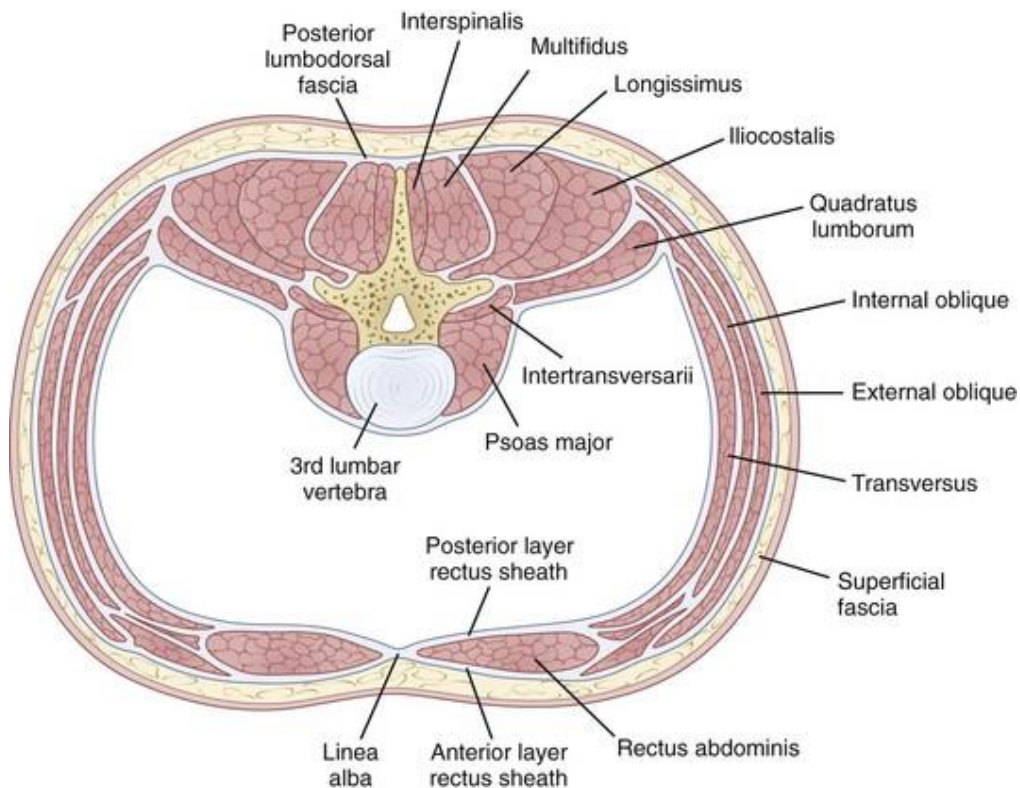
1.3.2. Mišići lumbosakralne regije

Mišići koji se nalaze pored kičmenog stuba, a vezani su za lumbosakralnu regiju spadaju u mišiće leđa. Možemo ih podeliti na površinske mišiće, koje čine tri sloja. Prvi sloj su *m. trapezius*, *m. latissimus dorsi*, drugi sloj su *mm. rhomboidei*, *m. levator scapulae*, a treći sloj čine *m. serratus posterior superior et inferior*. Osim njih postoje i duboki mišići: *m. iliocostalis*, *m. longissimus dorsi*, *m. spinalis*, *m. interspinales*, *m. multifidus*, *mm. transversospinalis* i *mm. intertransversarii* (slika 4).

U održavanju uspravnog stava i pokretanju učestvuju mnogi mišići, a od posebnog značaja za rehabilitaciju lumbalnog sindroma je pelvifemoralna muskulatura koju čini *m. iliopsoas* i mišići trbušnog zida svrstani u dve grupe. U prednje bočnu grupu spadaju *m. transversus abdominis* i *m. obliquus internus abdominis* koji obrazuju snažnu aponeurotičnu ploču u čijoj duplikaturi se nalaze

dva mišića, pravi trbušni mišić (*m.rectus abdominis*) i piramidni (*m.pyramidalis*). U zadnjem trbušnom zidu nalazi se četvrtasti mišić (*m.quadratus lumborum*). Svi ovi mišići vrše fleksiju, bočno savijanje i rotaciju trupa (34, 35).

Slika 4. Mišići lumbosakralne regije



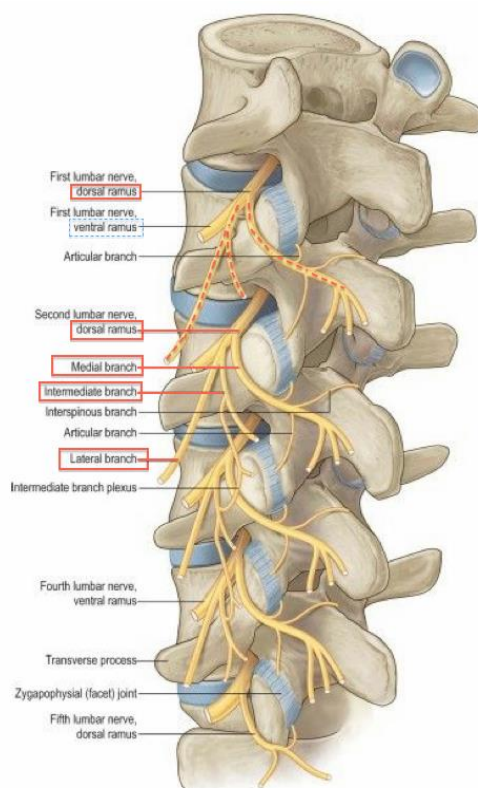
Izvor: <https://clinicalgate.com/2015/97814160672692.jpg>

1.3.3. Kičmena moždina i nervi

Jedna od osnovnih funkcija kičmenog stuba je da štiti nervne elemente smeštene u kičmenom kanalu: kičmenu moždinu i korenove kičmenih nerava. Obzirom da je kičmena moždina kraća od kičmenog stuba, u vratnoj kičmenoj oblasti izlazi osam nervnih korenova (S1–8) i to više horizontalno, dvanaest nervnih korenova iz grudne kičmene oblasti izlazi koso (Th1–12), pet nervnih korenova (L1–5) u slabinskoj oblasti kičmenog stuba i pet sakralnih nervnih korenova (S1–5) izlaze gotovo vertikalno na dole, tj. daleko dublje nego što odgovara njihovom prvobitnom mestu u kičmenoj moždini.

Lumbosakralnu regiju čine dva velika nervna spleta: slabinski nervni splet (*plexus lumbalis*) i krsni nervni splet (*plexus sacralis*). Plexus lumbalis grade prednje grane lumbalnih spinalnih nerava, odnosno *rr. anteriores nn. lumbales* I-IV (L1, L2, L3, L4). Koreni deo ovog nervnog spleta se nalazi bočno od lumbalnog dela kičmenog stuba, sakriven u dubokom delu *m. psoas major*-a. Po izlasku iz *m. psoas major*-a sve grane *plexus lumbalis*-a nalaze se u retroperitonealnom prostoru abdomena. Završne grane su: *n. iliohypogastricus*, *n. ilioinguinalis*, *n. genitofemoralis*, *n. cutaneus femoris lateralis*, *n. femoralis*, *n. obturatorius*. Prve tri grane pripadaju trbuhu, a nozi daju neznatne kožne grane, dok druge tri grane pripadaju u celosti donjem ekstremitetu. Bočne grane ovog spleta su za *m. quadratus lumborum*, *m. psoas major*, *m. psoas minor* i *mm. intercostales*. Plexus sacralis nastaje od prednjih grana lumbalnih spinalnih nerava *rr. anteriores nn. lumbales* IV, V (L4, L5) povezanih u zajedničko stablo *truncus lumbosacralis* i prednjih grana sakralnih spinalnih nerava *rr. anteriores nn. sacrales* I-III (S1, S2, S3). Koreni deo sakralnog nervnog spleta nalazi se u karlici, na prednjoj strani *m. piriformis*-a. Bočne grane ovog spleta su *rr. musculares*, *n. gluteus superior*, *n. gluteus inferior*, *n. cutaneus femoris posterior*. Završna grana sakralnog spleta je *n. ischiadicus*. *N. ischiadicus* je najširi i najduži nerv tela. Iz karlice izlazi kroz *foramen infrapiriforme*, najlateralnije postavljen. Spušta se preko malih mišića dubokog sloja sedalnog predela, i nastavlja u zadnji predeo buta. Senzorna inervacija vertebralnih i paravertebralnih struktura potiče od zadnjih primarnih grana i meningealne grane spinalnih nerava (35, 36).

Slika 5. Nervi lumbalne kičme



Izvor: <http://www.anatomy-physiotherapy.com/images/2017/1188025495.jpg>

1.4. Funkcionalna anatomija i biomehanika lumbosakralne kičme

Ukupna dužina kičmenog stuba je oko 75 cm, gde jednu četvrtinu čine međupršljenski diskovi. Zato je kičmeni stub istovremeno i čvrst i pokretljiv. Telo lumbalnog pršljena je masivno i bubrežastog oblika. Poprečni nastavak je dugačak, dok su rtni nastavci najčešće pravougaonog oblika i pružaju se horizontalno nazad. Osnovno statičko svojstvo lumbosakralnog dela kičme je prenos težine na karlicu i održavanje uspravnog stava. Sundečasta kost u telima pršljena organizovana je u sistem koštanih pregrada koji prate smerove sile opterećenja. Koštane pregrade su najređe u prednjem delu tela, tako da je to najneotpornija tačka u kojoj često nastaje prelom. Kompresivne sile koje opterećuju pršljen pasivno se kružno raspoređuju u *discus-u intervertebralis-u*. Aksijalno opterećenje je najveće upravo u lumbalnom području, pa *nucleus pulposus* tu ima najveću površinu, a samim tim i mogućnost apsorpcije opterećenja. Kompresivno opterećenje apsorbuju i pridruženi elementi, kao što su prednja i zadnja uzdužna veza, žute veze, interspinozne i supraspinozne veze, leđni i trbušni mišići.

Vertebralne veze postavljene su duž aksijalne ose i kao faktori ograničenja, sprečavaju prekomerne pokrete u svim ravnima, ali ne ograničavaju normalne pokrete i elastičnost intervertebralnog diska. Zaštitna uloga vertebralnih veza poremećena je samo u području L5–S1, gde je zadnja uzdužna veza najtanja, te slabo učvršćuje područje s najvećim pritiskom. Opterećenje međupršljenskog diska zavisi od položaja lumbalne kičme i iznosi oko 25 kg u ležećem, 100 kg u stojećem i 250 kg u sedećem položaju (34-36).

Osim svoje statičke uloge, *nucleus pulposus* deluje i kao pufer tj. amortizer između dva pršljenska tela i tako čini zglob u kome su mogući svi pokreti. Kod kompresivnog opterećenja *nucleus pulposus* rasteže fibrozni prsten, u kome se stvara suprotna sila koja nastoji da međupršljenski disk vrati u prvobitno stanje. Starenjem *anulus fibrosus* gubi elastičnost i ne može delotvorno sprečavati pokrete *nucleus pulposus*-a. Zadnja dinamička funkcionalna jedinica sastavljena je od dva luka, dva poprečna i dva rebarna nastavka i od para gornjih i donjih zglobnih nastavaka.

Zahvaljujući svojoj građi, kičmeni stub ima mogućnost izvođenja veoma različitih pokreta: u sagitalnoj ravni naglašavanjem i ispravljanjem lumbalne krivine, a zahvaljujući specifičnosti međupršljenskih zglobova i veza mogući su i pokreti rotacije i laterofleksije kičmenog stuba. Ovi pokreti se izvode zahvaljujući interakciji mnogobrojnih mišića, koji se direktno ili posredno pripajaju na kičmeni stub. U lumbalnom delu kičmenog stuba izvode se sledeći pokreti: anterofleksija, uglavnom između L5–S1, retrofleksija/ekstenzija, a ograničava je prednja uzdužna veza, kao i laterofleksija i rotacija. Ivođenjem laterofleksije u jednu stranu, lumbalni pršljen se rotira u drugu stranu.

Pokretljivost između dva susedna kičmena pršljena je minimalna, ali pokreti kičme u celini, kao zbir većeg broja manjih pokreta ima dosta veliku amplitudu. Međusobna pokretljivost dva susedna zgloba zavisi od više faktora. Pokreti su veći ako su tela pršljenova uža i niža, međupršljenski diskusi viši, širina lukova manja, *processus spinosus*-i horizontalni i ako u pokretu učestvuje više pršljenova. Naravno, sve ovo nije slučaj sa lumbosakralnim delom kičmenog stuba, pa je i pokretljivost manja. S druge strane, pokretljivost pršljenova ograničava mala rasstegljivost ligamenata kao i sudaranje nastavaka dva susedna pršljena (36).

1.5. Epidemiologija lumbalnog bola

Lumbalni bol je jedan od najčešćih problema savremenog čoveka. Oko 70 – 80% svetske populacije ga doživi jednom ili više puta sa tendencijom rasta (1). Populacija koja je najviše pogođena je starosne dobi od 25-64 godina (37). Od pacijenata koji uđu u fazu akutnog lumbalnog bola, oko 10% prelazi u hroničnu (38). Hronični lumbalni sindrom kod osoba mlađih od 45 godina, najučestaliji je razlog radne nesposobnosti (39). Posle 6 meseci bolovanja, povratak na posao kod osoba sa hroničnim lumbalnim bolom je ispod 50 %, a nakon 24 mececa gotovo da i ne postoji (40). Hronični lumbalni bol (HLB) definiše se kao bol koji traje duže od 12 nedelja. Pogađa više od 50% svetske populacije (41). Procenjeno je da je preko 70% odraslih bar u jednom trenutku života, imalo epizodu lumbalnog bola (42).

1.6. Etiologija i patogeneza lumbalnog bola

Postoje mnogobrojne strukturne i anatomske promene koje se ispoljavaju pri lumbalnom bolu ali su svakako najčešće degenerativne promene kičmenih pršljenova i diskusa. Kao sledeće najučestalije promene se ističu hernijacija intervertebralnih diskusa i mišićna slabost (43). Među etiološkim faktorima koji dovode do tegoba u lumbosakralnom predelu, degenerativni proces na elementima dinamičkih vertebralnih segmenata, a pre svega na intervertebralnom diskusu, ubedljivo je najčešći uzrok. Postoje dokazi da ove promene nastaju prvo na intervertebralnom diskusu (36). Oštećenja diskusa se javljaju isključivo na degenerativno izmenjenom diskusu (44). Mehanički faktori koji utiču na bol u lumbalnom delu kičme su deformiteti kičme, spondilolisteza, retrospondilolisteza i traume. Etiološki ne-degenerativni uzroci su tumori, infekcije, zapaljenski artritis. Bol u lumbalnoj regiji može biti i viscelarnog porekla usled brojnih ginekoloških problema kod žena poput upale jajnika, prostatitisa kod muškaraca, kod dijabetičara, usled vaskularnih (aortna stenoza) i gastrointerstinalnih bolesti (cistitisi, perforacija debelog creva) (45). Suštinski razlog nastanka lumbalnog bola je mišićna slabost kao posledica inaktivnosti. Mišićna slabost, najčešće kao posledicu ima loše posturalno držanje tela i lošu biomehaniku. To je i razlog zbog čega bi trebalo da navedene mišićne grupe budu izbalansirane. Za bolje razumevanje HLB-a, važno je napomenuti da se hroničnim bolom smatra dugotrajan neprijatan osećaj koji traje duže od tri meseca, tj. bol trajanja dužeg od očekivanog perioda tkivnog izlečenja (46).

Sa aspekta patogeneze lumbalnog sindroma potrebno je razjasniti biohemijske promene i delovanje mehaničke sile u međupršljenskom diskusu.

Biohemijske promene su pojavljuju veoma rano u matriksu nukleusa pulposusa. Matriks nukleusa sastoji se od intersticijalne tečnosti, proteoglikana, kolagena, kao i od nekolagenih proteina. Sadržaj vode u intersticijalnoj tečnosti menja se tokom života. Proteoglikani imaju sposobnost vezivanja vode i od njihove koncentracije zavise hidrodinamska svojstva nukleusa pulposusa. Njihova koncentracija dostiže maksimum u trećoj deceniji života, što odgovara najvišem stepenu imbibicije nukleusa vodom, a samim tim i povećanju intradiskalnog pritiska. Nakon toga njihova koncentracija opada. U prolabiranom diskusu postoji znatno smanjenje proteoglikana. Smatra se da se jedna od ranih promena u degeneraciji diskusa sastoji u poremećaju normalne ravnoteže između sinteze i depolimerizacije proteoglikana u nukleusu, i to u smislu povećane depolimerizacije. Dolazi i do kvalitativnih promena proteoglikana, zajedno sa promenama u kolagenu anulusa, što se nepovoljno odražava na mehanička svojstva i stabilnost diskusa, a pre svega na elastična svojstva diskusa koja obezbeđuju apsorpciju mehaničkih stresova koji deluju na diskus. Prolabirane mase nukleusa imaju veći sadržaj kolagenih vlakana u odnosu na sadržaj u normalnom diskusu. Istraživanja govore o povećanju broja ćelija fibroblasta u prolabiranom diskusu (47). Povećanje kolagena, koji vodi poreklo iz fibroblasta, čini da vlakna postaju deblja, diskus manje elastičan, ali mehanički stabilan. Poslednjih 15 godina, sve je više istraživanja koja dokazuju da su lizozomni enzimi u stanju da dovedu do degradacije proteoglikanskih kompleksa. Kao okidač ovog procesa navodi se uloga autoimune reakcije antigen-antitelo, u kojoj učestvuju granulaciono tkivo iz okoline i oštećen anulus diskusa (48).

Delovanje mehaničke sile na intervertebralni diskus ima izuzetno veliki značaj za patogenezu degenerativnog oboljenja kičmenog stuba. Veoma je važno napomenuti da se snabdevanje diskusa vodom obezbeđuje difuzijom tečnosti iz susednih pršljenova. Vertikalno opterećenje diskusa u toku dana pod dejstvom težine segmenta iznad diskusa, uz delovanje tenzionih sila usled kontrakcije leđnih mišića, u znatnoj meri otežava snabdevanje diskusa vodom. Diskus je tokom dana pod stalnim dejstvom kompresije. Smanjenje količine vode u nukleusu usled poremećene imbibicije nukleusa vodom značajan je faktor koji doprinosi poremećaju hidrodinamskih svojstava diskusa. Ravnomerna radijarna distribucija vertikalno delujuće sile na ceo diskus sve je neregularnija zbog savremenog stila života, kao i njena amortizacija, kroz konverziju u transverzalnu silu. Drugim rečima, usled poremećene imbibicije nukleusa vodom, diskus postepeno gubi svoja hidrodinamska, posebno viskozoelastična svojstva, koja obezbeđuju vršenje njegovih glavnih funkcija kao što su izvođenje pokreta u dinamičkom vertebralnom segmentu i amortizacija sile gravitacije. Tokom evolucije na

kičmenom stubu se razvio niz sagitalnih, kompenzatornih kičmenih krivina, koje su poznate kao lumbalna lordoza, torakalna kifoza i cervikalna lordoza (48).

Lumbalna lordoza, pogotovo ako je naglašena, pri trajno povećanom pritisku na konkavnoj strani krivine, uslovljava ranu pojavu promena na zadnjem delu intervertebralnih diskusa. Kasnije se na lamelama anulusa konstatuju najizraženije degenerativne promene u vidu radijalnih prskotina. Povećana lumbalna lordoza dovodi i do opterećenja intervertebralnih zglobova, što može dovesti do degenerativnih promena na njima. Loše držanje tela, sa prevelikom prednjom inklinacijom karlice, predstavlja razlog preopterećenja lumbalnih dinamičkih segmenata, uslovljavajući pojavu degenerativnih promena. Do ovoga dolazi i usled izmenjene statike kičmenog stuba i donjih ekstremiteta, do koga mogu dovesti displazija kuka, razlika u dužini ekstremiteta, amputacija donjih ekstremiteta i slično. Neravnomerna distribucija sile uslovljava migraciju masa degenerativno izmenjenog nukleusa kroz pukotine degenerativno izmenjenog anulusa (44, 49).

Patologija degenerativnog oboljenja diskusa može se posmatrati kroz tri faze patološkog procesa:

- Prva faza je faza degeneracije intervertebralnog diskusa u kojoj se pojavljuju biohemiske i biofizičke promene u diskusu. Biohemijske promene uslovljavaju da nukleus postepeno gubi svoj karakterističan sferični oblik, dolazi do njegovog smanjenja i prožimanja kolagenim vlaknima. Gubi se jasna granica između njega i anulusa. Nukleus postaje polučvrst, deli se u više fragmenata uz povećanje količine debljih kolagenih vlakana. U anulusu se javljaju fisure. Ta naprsnuća mogu biti radijalna i koncentrična. Koncentrična naprsnuća postaju veća i mogu potpuno da odvoje centralni deo diskusa sa nukleusom od ostalog dela. Radijalna naprsnuća prostiru se uglavnom u dorzolateralnom i dorzalnom pravcu, a mogu stići i do epiduralnog prostora.
- Druga faza je faza migracije nukleusa. Dolazi do delovanja sile na izmenjene strukture diskusa, uz povećan sadržaj vode u nukleusu (maksimum je u 3. deceniji). Javlja se migracija nukleusnih masa kroz prskotine anulusa fibrosusa. Može doći do istezanja i ispupčenja spoljašnjih lamela anulusa i *lig. longitudinale posterius*, što se naziva protruzijom, ili do rupture lamela anulusa, sa rupturom *lig. longitudinale posteriusa* ili bez nje, uz ekskurziju nukleusnih masa, što se naziva prolapsom. Ovo se često dešava u dorzolateralnom pravcu, dorzomedijalno u kičmeni kanal i vertikalno u pršljensko telo. Kao posledica dorzolateralne ili lateralne protruzije/prolapsa dolazi do kompresije odgovarajućeg lumbalnog ili sakralnog nerva, odnosno odgovarajućih korenova. Kao posledica dorzomedijalne protruzije/prolapsa

dolazi do kompresije više spinalnih nerava u okviru *caude equine*. Na mestu kompresije, koren spinalnog nerva je otečen usled okluzije *vasa nervorum*. Mikroskopski se konstatuje degeneracija mijelinskog omotača, infiltracija limfocitima i plazmocitima. Komprominovan koren pokazuje povećanu nadražljivost i vulnerabilnost, pre svega na mehaničke faktore u vidu istežanja.

- Treća faza je faza reparacije ili fibroze intervertebralnog diskusa. Kada dođe do prolapsa, granulaciono tkivo iz okoline prodire i urasta u oštećeni diskus. Njegovi delovi mogu mestimično da se kalcifikuju i transformišu u koštane čvoriće. U cilju reparacije, treba sprečiti pokrete u odgovarajućem dinamičkom segmentu, kao i vertikalno opterećenje. Patološke promene javljaju se i na ostalim delovima dinamičkog vertebralnog segmenta. Nastaju degenerativne promene na hrskavičavim pokrovnim pločama u vidu prskotina, a može doći i do nestanka ovih ploča. Degeneracija hrskavice nastaje usled smanjenja zapremine diskusa kada se delovanje sile prenosi direktno na hrskavicu. Na ivicama pršljenjskih tela lumbalnih pršljenova javljaju se osteofiti različite veličine. Što su veće degenerativne promene u diskusu, utoliko su veći i osteofiti. Najčešće se javljaju na anterolateralnim ivicama pršljenjskih tela, na mestima gde se pršljen spaja sa diskusom. Kao mehanizam nastanka osteofita smatra se ispušćenje anulusa koje nastaje usled smanjenja zapremine diskusa kod prolapsa, a za posledicu ima odizanje periosta i stvaranje nove kosti (36, 44, 48, 49).

Degenerativne promene na lumbalnim apofiznim zglobovima uvek prate strukturne promene u međupršljenjskim diskusima. Najčešće se primećuju jedan ili dva nivoa iznad ili ispod znatno oštećenog diskusa. Degenerativne promene mogu dovesti do diskontinuiteta lamina u *anulus fibrosus*, i tada na tom mestu dolazi do hernijacije diska tj protruzije, ekstruzije ili sekvestracije sadržaja iz nukleusa diska. Tada može da dođe do kompresije na spinalne nerve. Pod dejstvom sile gravitacije, opterećenje na kičmu može biti jače izraženo od gore ka dole tj. paralelno. Zbog ovog vertikalnog i distalnog pritiska na disk, visina *nucleus pulposus* se smanjuje. Dolazi do istovremenog širenja prema anulusu. Preko produžavanja elastičnih vlakana u anulus fibrosus, dolazi do izjednačavanja radijalnog pritiska. Tada nastaje kontrapritisak na nukleus pulposus koji ne dopušta njegovo dalje radijalno širenje. Pored lateralnog pritiska, postoji i vertikalni, koji ublažava udare i padove, vibracije između pršljenova, a kada ne uspe, dolazi do Šmorlovih hernija koje se mogu videti i na nativnom snimku. Sve promene na ovim zglobovima, dosta se razlikuju od promena na velikim zglobovima. Nije neobično da hijalina hrskavica ostane neizmenjena. Na ovim zglobovima mogu se javiti i osteofiti, koji mogu doprineti kompresiji spinalnog nerva u foramenu intervertebrale. Koliki će

intradiskalni pritisak biti, zavisi od težine i položaja trupa. Najmanji je u ležećem položaju, a najveći u položaju sedenja. Posebno pojačanje intradiskalnog pritiska je pri položajima fleksije, ekstenzije i latero-fleksije trupa (50, 51).

Kao krajnji ishod kod uznapredovalog degenerativnog procesa, može doći do pomicanja između dva susedna pršljena u sagitalnoj ravni, u smislu spondilolisteze, s tim što gornji pršljen klizi napred. Ova pojava se zove pseudospondilolisteza. Može doći i do lateralnih nestabilnosti usled čega se jedan pršljen rotira ili se pomera u stranu u odnosu na drugi. Dolazi do suženja intervertebralnog prostora sa mogućnošću kompresije spinalnog nerva (36).

1.7. Klasifikacija lumbalnog bola

Prema dužini trajanja epizode bola tj. vremenskom ispoljavanju, lumbalni sindrom se deli u tri grupe:

- Akutni lumbalni bol sa trajanjem epizode kraće od 4 nedelje
- Subakutni lumbalni bol sa trajanjem epizode od 4 do 12 nedelja
- Hronični lumbalni bol sa trajanjem epizode duže od 12 nedelja (41).

Prema kliničkoj slici, odnosno glavnim kliničkim manifestacijama, lumbalni sindrom se deli na:

- Nespecifični lumbalni sindrom (čini ga 95% obolelih), gde nije precizno potvrđen patoanatomski uzrok bola
- Sindrom radikulopatije (čini ga manje od 5% obolelih), gde se bol širi niz jednu ili obe noge zbog pritiska na koren nerva uzrokovan najčešće hernijacijom diska.
- Sindrom sa specifičnim simptomima (čini ih manje od 2% obolelih), gde dolazi do ozbiljnih sfingterskih poremećaja pražnjenja bešike i creva uz paraparezu oba donja ekstremiteta (sindrom kaude ekvine). Ovakva stanja se moraju dijagnostikovati hitno u cilju sprovođenja operativnog lečenja.
- Na osnovu karaktera i dužine trajanja, bol se može klasifikovati u dve grupe: brzi i spori bol. Brzi bol je oštar, oseti se oko 0,1 sekundu nakon nadražaja, obično je izazvan mehaničkim i termičkim stimulusima, dok su osobine sporog bola dugotrajnost, nastaje jednu ili više sekundi

nakon dejstva nadražaja i najčešće je izazvan hemijskim stimulusima. Bol se može podeliti i na osnovu lokalizacije: nastao na površini organizma (iz kože i sluzokože) i duboki bol (mišići, tetive, krvni sudovi itd) (52).

1.8. Faktori nastanka lumbalnog bola

Faktori nastanka lumbalnog bola mogu se podeliti na biološke, patofiziološke, psihološke i socijalne (53).

Od bioloških faktora, često povezivani sa lumbalnim bolom jesu pol pacijenta i starosna dob. Ženski pol je podložniji nastanku lumbalnog bola, ali i stariji pacijenti.

Sa patofiziološkog aspekta, najčešće navođeni razlozi bola su poremećaj motorne kontrole, slabost mišića stabilizatora lumbosakralne kičme i patološko pojačanje bola pri centralnoj ili perifernoj senzitivizaciji, odnosno kontinuiranoj nocicepciji.

Svaki pacijent doživljava lumbalni bol na svoj, jedinstven način i zato je veoma važno ne zanemarivati psihološke aspekte lumbalnog bola u koje spadaju bihevioralni, kognitivno-afektivni i psihofiziološki. U obrasce bihevioralnog razmišljanja najčešće spadaju preuveličana pesimistična razmišljanja pacijenata (katastrofizacija) kao i izbegavanje aktivnosti iz straha od povreda. Moderni psihološki pristupi u sanaciji hroničnog lumbalnog bola, primenjuju metode koje sugerišu pacijentima da izbegavaju negativna razmišljanja i strahove od povreda i da pritom pažnju ne usmeravaju samo na mesto gde boli već na celo telo. Najvažniji kognitivno-afektivni faktor hroničnog lumbalnog bola je depresija. Brojni autori su u svojim studijama povezali uticaj hroničnog lumbalnog bola sa depresivnim ponašanjem kao i sa viškom stresa (54). Ženski pol je podložniji nastanku depresije. Među poznatijim studijama je obimna, epidemioška studija čiji rezultati su pokazali veći broj depresivnih pacijenata koji imaju hronični lumbalni bol u odnosu na depresivne pacijente koji ga nemaju (55). Dokazano je i da se kod depresivnih pacijenata koji nemaju lumbalni bol, u roku od dve godine, pojavi lumbalni sindrom kod 3.6% ispitanika, u odnosu na one koji nisu depresivni, gde se lumbalni sindrom pojavio kod 1.1% ispitanika (56). Ellegaard i saradnici ukazuju da pored prisutne bolesti, na pojavu depresije mogu uticati i demografski i ekonomski faktori (57).

Postoje i psihofiziološki faktori koji mogu otežavati oporavak i u njih spadaju hronične i psihijatrijske bolesti.

Socijalni faktori koji su povezani sa nezadovoljstvom pojedinca u porodičnoj, poslovnoj i finansijskoj situaciji takođe imaju veoma bitan uticaj u nastanku HLB-a (53, 55, 56).

Anksioznost u odnosu na hronični lumbalni bol je takođe, dosta obrađivana tema u medicinskim istraživanjima. Ovo stanje se razlikuje od straha po tome što je usmereno na budućnost u smislu preventivnog ponašanja. Studija Tangestani-ja i saradnika, dokazala je povezanost anksioznosti i katastrofizacije i da smanjenje obe može imati pozitivan uticaj na sanaciju lumbalnog bola (58).

1.9. Patofiziologija bola

Hronični lumbalni bol je heterogena grupa poremećaja koji je po novoj klasifikaciji internacionalne asocijacije za istraživanje bola (IASP), prepoznat kao samostalni entitet i spada u mešoviti tip bola uzrokovan centralnom senzitivacijom (59, 60). Internacionalna asocijacija za istraživanje bola je dalje konstatovala da je bol uvek subjektivan i da svaka individua reč bol uči i doživljava kroz prethodna iskustva (61). Poslednjih deset godina, došlo je do velikog napretka u razumevanju mehanizama bola uopšte, prema kojima se bol kategorizuje na: nociceptivan, nenociceptivan (neuropatski), bol zbog centralne senzitivacije i mešovit (59).

Nociceptivni bol je vrsta bola uzrokovana stimulacijom perifernih nervnih vlakana preko nociceptora. Informatorni bol je udružen sa oštećenjem tkiva i infiltracijom zapaljenjskih ćelija, dok je neuropatski bol vrsta hroničnog bola uzrokovan povredom ili bolešću koja zahvata neki deo nervnog sistema, tj. somatosenzorni sistem (59, 62). Nociceptivni bol može biti somatski i viscerarni i nastaje od nociceptivnih draži, koje deluju na nociceptore (A-delta i C). Somatski bol dolazi iz kože, mekih tkiva, kostiju ili zglobova usled povreda ili upala, a visceralni bol je izazvan inflamacijom ili rastezanjem unutrašnjih organa.

Hronična bolna stanja su udružena sa devijacijama normalnog fiziološkog puta prenosa bola, što može izazvati nastanak posebnih entiteta: hiperalgezije, alodinije i spontanog bola. Hiperalgezija je povećan stepen bola nastao usled dejstva blagog stimulusa i obuhvata senzitivaciju perifernih završetaka i centralnu facilitaciju, tj. olakšanje transmisije na nivou zadnjeg roga i talamusa. Alodinija je bol izazvana stimulusom koji ne izaziva oštećenje, a spontani bol nastaje bez prethodnog stimulusa. Ovakva stanja se jednim imenom nazivaju patofiziološki nociceptivni bol (63).

Neuropatski bol nastaje kao posledica lezije ili bolesti somatosenzornih puteva u perifernom ili centralnom nervnom sistemu (59). Za razliku od nociceptivnog bola koji je prouzrokovan inflamacijom ili povredom tkiva, neuropatski bol je evociran oštećenjem nerava nociceptornog sistema. Neuropatski bol primarno ne indikuje prisustvo bolne nokse već se često javlja u drugačijim formama (kao

„žarenje” ili „elektricitet“) i može biti konstantan ili se pojavljivati u epizodama. Može biti kombinovan sa hiperalgezijom ili alodinijom ili potpunim gubitkom senzibiliteta (64, 65). Tretman ovakvog bola je često insuficijentan usled različitosti u mehanizmima nastanka u odnosu na nociceptivni bol. Svako neurološko oboljenje koje zahvati senzorni put može izazvati jak hronični bol koji nije vezan ni za kakvu povredu perifernog tkiva. Javlja se kod poremećaja centralnog nervnog sistema (CNS), ali i kod stanja vezanih za oštećenja perifernog nerva, kao što su mehanička oštećenja. Smatra se da je jedan od faktora u nedovoljno razjašnjenom mehanizmu nastanka i spontana aktivnost u oštećenim senzorskim neuronima (66).

Bol zbog centralne senzitivacije je neurofiziološki fenomen, koji ne mora biti povezan sa bolešću ili lezijom somatosenzornog sistema, nema neuroanatomsku distribuciju, i on nastaje kao posledica generalizovane hipersenzitivnosti somatosenzornog sistema na mehaničke stimulse. Manifestacije bola zbog centralne senzitivacije mogu se javiti kod pacijenata sa hroničnim regionalnim muskuloskeletnim bolom (leđni, vratni, osteoartritis, reumatoidni artritis i slična nociceptivna muskuloskeletna bolna stanja (67-69) i da pritom daju kliničku sliku mešovitog bola. Dolazi se do zaključka da svi hronični bolni sindromi mogu biti mešovita bolna stanja (70).

Mešoviti bol je složena mešavina više od jedne komponente bola, najčešće nociceptivnog i neuropatskog (59), ili i bola koji je nastao usled centralne senzitivacije (68). Prema vremenskom ispoljavanju, najčešće je hroničnog karaktera. Najbolji primer mešovitog bola je lumbalni bol (60), a kliničke studije potvrđuju mešoviti bol i kod osteoartritisa (71).

Tabela 1. Diferencijalna dijagnostika neuropatskog bola i neneuropatskog bola zbog centralne senzitacije

Neuropatski bol	Neneuropatski-centralna senzitacija
Anamneza- lezije, bolesti somatosenzornog nervnog sistema	Bez podataka o leziji ili bolesti somatosenzornog sistema
Često je povezan sa uzrokom (kancer, CVI, neurodegenerativne promene...)	Bez medicinskog uzroka
Neuroanatomski je logičan	Neuroanatomski je nelogičan (čest bol dalje od mesta izvorne nocicepcije)
Pečenje, strujanje, bockanje	Bez pečenja, strujanja, bockanja (nekada tupo)
Lokalizacija senzorne disfunkcije je ,takođe, logična	Lokalizacija senzorne disfunkcije je nelogična (brojna mesta hiperalgezije dalje od mesta ispoljavanja simptoma)
Prisutne abnormalnosti nervnog sistema ili posttraumatsko oštećenje	Bez dokaza bolesti ili oštećenja nervnog sistema koje je sprovedeno dijagnostičkim ispitivanjem

Tabela je modifikovana prema Haanpa i saradnicima (72).

1.10. Klinička slika i dijagnostika lumbalnog bola

Lumbalni sindrom se klinički javlja u dva oblika: lumbalgija i lumbalna radikulopatija. Ova dva klinička oblika javljaju se odvojeno ili češće udruženi tokom pojedinih faza lumbalnog sindroma. Lumbalgija je više prisutna u početnoj i odmakloj, a lumbalna radikulopatija u uznapredovaloj fazi oboljenja.

- Lumbalgija (bol u lumbosakralnom predelu) je glavni simptom, a ujedno i jedan od kliničkih oblika lumbalnog sindroma. Adekvatna procena bola ima izuzetan značaj za dijagnozu i terapiju (44).
- Lumbalna radikulopatija predstavlja drugi klinički oblik lumbalnog sindroma uglavnom uznapredovale i odmakle faze ovog oboljenja. Simptomi i klinički znaci lumbalne radikulopatije izraz su poremećene funkcije senzitivnog i/ili motornog korena odgovarajućeg

spinalnog nerva usled iritacije ili kompresije. U okviru nje, mogu da se jave: a) radikularni bol i b) neurološki deficit (44, 48, 68).

a) Radikularni bol najčešće je posledica toga da diskus hernija, u vidu protruzije ili ekstruzije, vrši iritaciju ili kompresiju senzitivnog korena nekog od lumbosakralnih spinalnih nerava. Rastući je broj dokaza koji ukazuju da inflamacija u kombinaciji sa kompresijom nervnog korena predstavlja glavni patološki faktor radikulopatije uzrokovane hernijacijom diska (73). Pritisnuta su ona korenska vlakna koja imaju najtanji mijelinski omotač i provode impulse bola. Osim diskus hernije, do kompresivne radikulopatije mogu dovesti i promene odnosa artikularnih površina apofiznih zglobova i osteofiti. Radikularni bol se može javiti u svim fazama lumbalnog sindroma u vidu propagacije niz nogu i počinje obično nekoliko dana posle pojave bola i antalgicne reakcije mišića u krsnom predelu. Ređe se javlja istovremeno sa lumbalgijom. Radikularni bol karakterišu dve vrste senzacije bola, površni i duboki bol (48).

Površni, kutani bol pacijent lokalizuje na površini kože koja odgovara dermatomima komprimovanog senzitivnog korena. Ovaj bol je oštar, u vidu sevanja, lokalizovan na pojedinim delovima dermatoma, na natkolenici, potkolenici, stopalu. Praćen je parestezijom, dizestezijom, a ponekad i grčevima u mišićima.

Duboka komponenta radikularnog bola teško se lokalizuje, a pacijent ga oseća u dubokim tkivnim strukturama noge odgovarajućeg miotoma. Bol je tup u vidu tištanja.

Bol u tabanu, peti i listu govori za oštećenje korena S1, bol na prednje-spoljnoj strani potkolenice, kao i na dorzumu stopala za oštećenje korena L5, a bol na prednje-unutrašnjoj strani potkolenice za oštećenje korena L4. Radikularni bol u toku akutne kompresivne radikulopatije pojačava se i pri neznatnim pokretima, naročito pri pokretima trupa ili nogu. Pojačanje bola je izraz povećane osetljivosti komprimovanog korena na dalju iritaciju, a posebno na istezanje. Pacijenti u stojećem položaju zauzimaju pognut položaj trupa sa lako flektiranom nogom u kuku, kolenu, sa osloncem na prstima noge u kojoj osećaju radikularni bol (68).

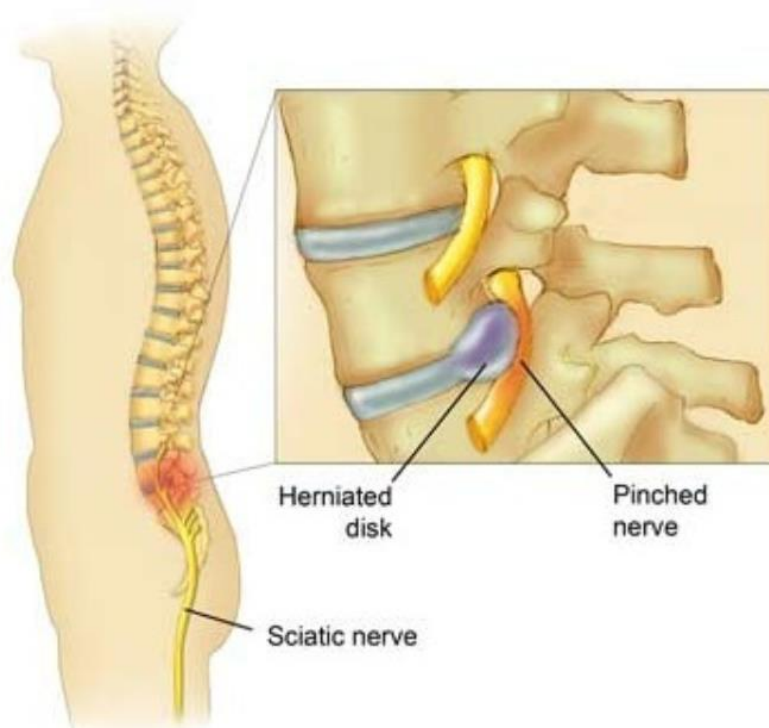
Smanjenje ili prestanak radikularnog bola obično je uslovljen prestankom dalje iritacije ili kompresije i oporavkom korena, što je prognostički povoljno.

b) Neurološki deficit odgovarajućeg lumbosakralnog spinalnog živca u toku lumbalnog sindroma izražava se poremećajem senzibiliteta, motiliteta i tetivnih refleksa.

Oštećenje spinalnog živca kod lumbalne radikulopatije se manifestuje poremećajem senzibiliteta. Razlog je najčešće što zbog nepovoljnog anatomskog položaja senzitivnih vlakana u intervertebralnom otvoru dolazi obično do pritiska na njih. Usled iritacije senzitivnih vlakana u

odgovarajućem dermatomu često se javlja hiperestezija, a zatim kao znak kompresije nastaje poremećaj površnog senzibiliteta za različite kvalitete, od hipoestezije do anestezije, uz paresteziju i dizesteziju. Kod pojedinih pacijenata mogu se ispoljiti mijelopatije. Kod takvog slučaja pacijent se žali da oseća nesigurnost u pogledu položaja stopala pri hodu. Kada tokom terapije dođe do postepenog vraćanja senzibiliteta, tada se može smatrati da dolazi do oporavka korena i smanjenja kompresije. Žalbe pacijenata da osećaju hladnoću duž noge su opravdane jer je ovo najčešće posledica iritacije mijelinskih simpatičkih vlakana u aficiranom korenu i dovode do vazomotornih poremećaja u lumbosakralnom predelu i duž odgovarajuće noge (slika 4). Usled delovanja hladnoće može doći do pojačanja bolova u ekstremitetu (68).

Slika 6. Kompresija korena ishijadičnog nerva od strane degenerativno izmenjenog diskusa



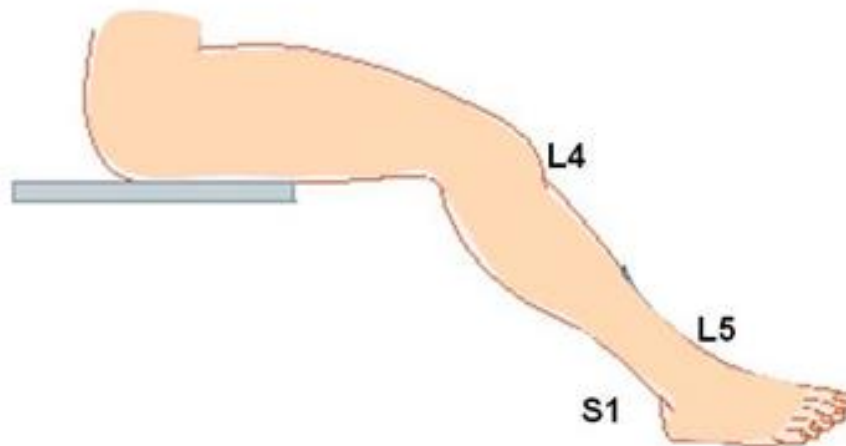
Izvor: <http://www.discspine.com/wp-content/uploads/Sciatic-Nerve/2017/.png>

Poremećaj motiliteta podrazumeva sniženje mišićne snage do pojave pareze ili paralize, uz sniženje mišićnog tonusa i atrofiju mišića. Retko je zahvaćen samo jedan mišić, već grupa mišića odgovarajućeg miotoma. Što dugotrajnije oštećenje vlakana motornog korena usled kompresije može da dovede do pareze ili u slučaju neblagovremene hirurške intervencije i do paralize pojedinih mišića. U velikom broju slučajeva do poremećaja motiliteta dolazi usled kompresije motornih korenova L5 i S1 i u vezi sa tim treba obratiti pažnju na ekstenzore prstiju i posebno nožnog palca (L5), *m.tibialis*

anterior (L4,L5), peronealne mišiće (L5), fleksore prstiju (S1), plantarne fleksore stopala, odnosno *m.triceps surae* (S1). U slučaju dorzomedijalne ekstruzije koja je dovela do pojave sindroma *cauda equine*, dolazi do oštećenja senzibiliteta u području više dermatoma („jahaće čakšire“), kao i do delimične ili potpune paralize mišića donjih ekstremiteta – paraplegije, posebno mišića glutealne regije, potkolenica i stopala, uz poremećaj funkcije sfinktera mokraćne bešike i debelog creva (48, 68).

Usled iritacije i kompresije može doći do promene tetivnih refleksa u smislu sniženja ili njihovog gašenja. Promena Ahilovog refleksa je karakteristična za oštećenje, pre svega korena S1. Često, čak i usled kompresije kod diskus hernije L5-S1, Ahilov refleks može biti očuvan. Kod oštećenja L5, Ahilov refleks može biti snižen (slika 5). Promena patelarnog refleksa je znatno ređa, i to kod kompresije korena L3 i L4 (48, 49).

Slika 7. Važni nervni korenovi donjih ekstremiteta i tetivni refleksi



Izvor: <http://accessphysiotherapy.mhmedical.com/2017.jpg>

Iako su akutna i subakutna forma lumbalnog bola više određeni znacima i simptomima, nego trajanjem, većina autora se slaže da je bol koji traje duže od 12 nedelja hroničan (38, 41). Poremećaj funkcije lumbosakralnog dela kičme nastaje postepeno i neprimetno. Na početku, poremećaj funkcije manifestan je tokom akutnog i subakutnog stadijuma.

Akutna lumbalgija može da ima nagao početak i intenzivan bol, a naročito u toku podizanja nekog tereta, uspravljanja trupa, naglog okretanja. Pacijent ga obično opisuje „kao udar nožem“.

Intenzivan bol u jednom trenutku može dovesti do kratkotrajne apneje sa kasnijim površnim disanjem da se bol ne bi pojačavao. Bolovi se pojačavaju pri kašlju, kijanju i glasnom smejanju. Bilo koji pokret može dovesti do pojačanja bolova. Akutna lumbalgija nastaje usled napinjanja ili protruzije nukleusa pulposusa i subluksacije intervertebralnog zgloba. Kod protruzije nukleusne mase dovodi do draženja slobodnih nervnih završetaka senzitivnih nervnih vlakana sinuvertebralnog nerva i do pojave inicijalnog bola. Subluksacija intervertebralnog zgloba („faset“ sindrom) dovodi do akutne lumbalgije usled nadražaja nervnih završetaka u zglobnoj kapsuli. Postepen početak akutne lumbalgije je češći. Nastaje usled postepene migracije nukleusnih masa prema nazad. Bolu može da prethodi neki fizički rad gde je narušena neutralna pozicija trupa, koji postepeno dovede do preopterećenja ovog predela. Bol se javlja posle određenog slobodnog intervala od nekoliko časova. Akutnu fazu bola odlikuje intolerancija na opterećenje u uspravnom položaju. Fleksija lumbalnog dela, čije je izvođenje obezbeđeno pomeranjem unazad i promenom oblika sferičnog nukleusa, moguća je sve manje i delom se izvodi pomeranjem i klizanjem jednog pršljena u odnosu na drugi. Ovaj nefiziološki tip pokreta biva kompenzovan povećanim mišićnim radom uz pojavu bolova i spazma. Sem poremećaja funkcije pokreta dolazi i do poremećaja amortizacije i stabilizacije segmenta (68).

Kao reakcija na bol u lumbosakralnom predelu javlja se refleksni mišićni odgovor, u vidu povišenja tonusa leđnih mišića, odnosno spazam, zaštitnog karaktera koji treba da imobilizuje ovaj predeo i na taj način spreči dalje oštećenje tkivnih struktura i pojavu bola. Spazam nastaje draženjem senzitivnim slobodnih nervnih završetaka u tkivnim strukturama, kao što se lamele anulosa, *lig. longitudinale posterius*, duralni omotač komprimovanog korena. Iz navedenih struktura draž dospeva do zadnjih rogova kičmene moždine i to je praćeno snažnim refleksnim odgovorom mišića kroz pojačanu aktivnost alfa motornog neurona, u vidu povećanog tonusa leđnih mišića. Zaštitna mišićna reakcija na bol javlja se u vidu spazma leđnih mišića i antalgicne skolioze (21).

Spazam leđnih mišića zahvata uglavnom lumbalni predeo, prilično simetrično. Delovanjem ovog spazma dolazi do fiksacije lumbosakralnog dela kičmenog stuba u tzv. antalgicni stav. Njega karakteriše blaga fleksija trupa uz smanjenje ili gubitak lumbalne lordoze, koja nekad može biti zamenjena kifozom. Kod lateralnih protruzija lumbalna lordoza je obično pojačana. Spazam mišića popušta pri ležanju, a pojačava se pri pokretima. Antalgicna skolioza predstavlja devijaciju lumbalnog dela kičmenog stuba u frontalnoj ravni usled asimetričnog refleksnog spazma leđnih mišića. Antalgicna skolioza je u suštini dekompresivna skolioza, koja doprinosi smanjenju kompresije korena od strane prolabiranih masa nukleusa ili izmenjenog intervertebralnog zgloba. Nastaje neposredno posle inicijalnog bola ili posle nekoliko dana. Prisutna je u uspravnom položaju a povlači se pri ležanju i mirovanju. Uzrok njenog nastanka je draženje slobodnih nervnih završetaka u duralnom

omotaču korena. Prisustvo antalgicne skolioze dovodi do znatno manjeg deficita na donjim ekstremitetima kod diskus hernije. Ako duže traje, može dovesti do skraćanja mišića (34).

Subakutna lumbalgija je vrlo česta. Veliki broj osoba se žali na bolove posle dužeg stajanja, sedenja, rada u sagnutom položaju. Intenzitet bola je znatno manji nego u akutnoj lumbalgiji, bitno se ne pojačava pri pokretima, a skoro se u potpunosti povlači pri ležanju. Postoji i blaga mišićna reakcija na bol. Smatra se da su kod mlađih osoba u pitanju statičke tegobe usled zamora i preopterećenja leđnih mišića, što se može smatrati uvodom u lumbalni sindrom. Kod osoba iznad 40 godina uzrok bola je najčešće degenerativne prirode.

Hronična lumbalgija se javlja u odmakloj i uznapređevaloj fazi oboljenja. Bolovi se javljaju pri nešto dužem stajanju, sedenju, hodu, ležanju, a postepeno se povlače posle fizičke aktivnosti. Spazam paravertebralne muskulature je povučen. Pacijenti se žale na jutarnji osećaj ukočenosti u donjem delu leđa, a često prijavljuju bol pri promeni položaja ili tokom dužeg zadržavanja u jednom položaju. Javljaju se zbog napredovanja degenerativnog procesa na kičmi. Bolovi su tupi, neodređeni, retko oštri (44, 48).

U dijagnostici lumbalnog bola, važno je potvrditi oboljenje i odrediti fazu oboljenja, identifikovati kompromitovani koren i stepen njegovog oštećenja. Za potvrdu toga, koriste se sledeće metode: anamneza, fizikalni pregled, laboratorijske analize, radiografija, elektromioneurografija (EMNG), magnetna rezonanca (MRI), kompjuterizovana tomografija (CT).

Anamneza ima izuzetnu važnost. Ona treba da sadrži podatke o prethodnom lumbalnom bolu tj. treba da razjasni okolnosti pod kojima se javio bol, karakter i lokalizaciju bola, koliko je lečenje trajalo. Važne su i situacije o ponašanju bola, odnosno kad se pojačava i smanjuje, prisustvo drugih bolesti, stil života.

Kada je u pitanju fizikalni pregled, inspekcijom se procenjuje postura pacijenta i eventualno prisustvo antalgicne skolioze i smanjenja lumbalne lordoze, palpacijom se omogućava uvid u tonus muskulature i prisustvo spazma pri čemu se traži osetljivost pojedinih mesta na kičmenom stubu kao i stanje ishijadičnog nerva. U okviru ove faze, može se meriti obim natkolenice i potkolenice. Zatim se radi perkusija kičmenih pršljenova

Određeni testovi i merenja su postali standard jer se smatra da su prihvatljivi za širu upotrebu zbog visoke senzitivnosti. To su standardna merenja obima pokreta u kuku, observacija i testiranje pokretljivosti u lumbalnom delu kičme po Schober-u, testiranje grube mišićne snage manuelnim mišićnim testom (MMT) i senzibiliteta. Manuelno testiranje mišićne snage obuhvata mišiće nogu, mišiće stopala i prstiju nogu. Ispituje se snaga fleksora kuka *m. Iliopsoas*, ekstenzora kolena *m*

quadriceps femoris, dorzalnih fleksora stopala, *m. extensor hallucis longus*, peronealnih mišića, *m.tibialis anterior*, *m.triceps surae* i to najčešće pružanjem otpora kroz mišićnu kontrakciju. Za grubu procenu snage dorzalnih i plantarnih fleksora stopala služi hod na petama, odnosno prstima. Pri određivanju senzibiliteta utvrđuje se senzibilitet na dodir, ubod, vibracije ili promenjen osećaj na toplo/hladno.. Za orijentaciju pri određivanju pogodne su šeme dermatoma. Za utvrđivanje radikularne kompresije neophodno je primeniti i testove istezanja ishijadičnog nerva kao što su Lazarevićev (Lassegue test) ili Bragardov znak (44). Od specifičnih testova, test nestabilnosti u proniranom položaju (Prone instability test) je najprimenjivaniji metod ispitivanja nestabilnosti lumbalne kičme. Njime se utvrđuje da li pacijent na osnovu kliničkih prediktornih pravila koje je odredio Hicks sa saradnicima, može reagovati pozitivno na program vežbi stabilizacije (74). Sa visokim vrednostima senzitivnosti -67(CI 95%) i specifičnosti -57 (CI 95%), u odsustvu ili kao dodatak radiološke dijagnostike, ovaj test može biti od velike pomoći u proceni pacijenata sa lumbalnim bolom (75). Ovaj test pruža uvid u kvalitativni stepen aktivacije dubokih stabilizatora koji se u slučaju neadekvatne aktivacije manifestuje bolom. Zbog pozitivnih rezultata testova nestabilnosti kod asimptomatskih ispitanika i čestih grešaka pri izvođenju navedenih postupaka, još uvek postoji nesigurnost pri klasifikaciji pacijenata sa hroničnim lumbalnim sindromom.

Laboratorijske analize se upotrebljavaju u cilju diferencijalne dijagnostike kod pacijenata sa lumbalnim sindromom.

Kod pacijenata sa lumbalnim bolom, radiografski snimci lumbosakralnog dela kičmenog stuba daju uvid u broj i oblik pršljenova, prisustvo degenerativnih promena, osteoporoze. Najčešće se rade snimci u dva pravca, najbolje u stojećem položaju. Kod muškaraca je poželjno napraviti i snimak sakroilijačnih zglobova zbog sumnji na ankilozirajući spondilitis.

Pomoću detekcije i stimulacione elektromijeloneurografije, moguće je ustanoviti stepen oštećenja perifernog motornog neurona usled iritacije ili kompresije motornog korena. Moguće je pratiti i progresiju ili oporavak od oštećenja.

Magnetna rezonanca (MRI) ipak spada u najpouzdaniji dijagnostički metod i daje najsigurniju sliku pacijentovog stanja.

Kompjuterizovana tomografija je efikasna neinvazivna metoda koja omogućava dobijanje rendgenske slike vrlo bliske anatomskom preseku gde se jasno vide koštane strukture. Omogućuje direktan ali nepotpun uvid u intervertebralni diskus, kao i sadržaj kičmenog kanala.

1.11. Lečenje lumbalnog bola

Lečenje lumbalnog sindroma je u većini slučajeva konzervativno, samo u manjem broju slučajeva sprovodi se hirurško lečenje. Cilj je osloboditi pacijenta bolova i zaštitnog antalgickog spazma leđnih mišića, posebno ako se radi o akutnoj fazi, kao i zaštiti korenove od daljeg oštećenja, najčešće medikamentoznom terapijom. Lečenje u hroničnom stadijumu i u periodu bez jako izraženih tegoba ima za cilj da spreči nove recidive u vidu rekurentnih epizoda pogoršanja.

Od medikamentozne terapije u svim fazama u zavisnosti od vrste bolaprimenjuju se nesteroidni antiinflamatorni lekovi (NSAIL), opiodi, miorelaksansi, antidepresivi, kortikosteroidi, neuroleptici, anestetici.

Elektroterapija (TENS, intereferentne struje, dijadinamične struje) i laser terapija spadaju u najčešće upotrebljavane fizikalne agense kod lečenja lumbalnog bola ali su i druge fizikalne procedure u redovnoj upotrebi. U poslednjih petnaest godina, mnoga istraživanja dokazuju da se intenzitet bola kod pacijenata hroničnim lumbalnim bolom može efikasno redukovati laserom niske frekvencije (76, 77) i transkutanom elektro-nervnom stimulacijom (TENS) za čiju efikasnosti u sanaciji intenziteta bola još uvek ne postoji dovoljan broj dokaza.

Kineziterapija predstavlja jedan od ključnih aspekata u lečenju lumbalnog bola. Ovaj vid terapije nastoji da koriguje mehanički faktor, koji kroz opterećenje deluje na degenerativno izmenjene dinamičke vertebralne segmente lumbalnog dela kičmenog stuba. Postoje različiti oblici i metode vežbi, a jedne od najefikasnijih u sanaciji HLB-a su vežbe lumbalne stabilizacije.

Vežbe se primenjuju radi smanjenja prednjeg nagiba karlice i naglašene lumbalne lordoze koja postoji kod pacijenata sa tegobama u lumbosakralnom predelu, posebno ako postoji skraćenje fleksora kuka (78). Primenjuju se vežbe koje imaju zadatak da izduže određene mišiće koji često bivaju skraćeni (lumbalni ekstenzori, mišići zadnje lože nadkolenice, *m. iliopsoas*), a da kod drugih mišića povećaju snagu, koja je smanjena u trbušnim mišićima. Kroz precizno utvrđene vežbe, uvežbavaju se mišići trupa i ekstremiteta za korekciju posture. Veoma je važno vežbati trbušne mišiće jer ako su oni snažni, smanjuju prednji nagib karlice delovanjem preko donjih pripoja. Oni doprinose i rasterećenju lumbalnog dela kičmenog stuba. Dokazano je da kontrakcija trbušnih mišića pri podizanju i nošenju teških predmeta kroz povećanje intraabdominalnog pritiska smanjuje opterećenje lumbalnog dela kičmenog stuba (78). Jačanje ovih mišića treba sprovoditi uglavnom kroz statičke vežbe lumbalnog dela kičme, jer one manje povećavaju intradiskalni pritisak i manje su rizične za pacijenta nego dinamičke vežbe koje se mogu sprovoditi, ali uz veliki oprez i prema strogim pravilima.

Ergonomsko savetovanje pacijenta predstavlja važnu meru u lečenju i sprečavanju novih recidiva. Pacijent se kroz ergonomske savete obučava za izvođenje i korišćenje zaštitnih pokreta i položaja. Radi se na zamenu starih šema za nove i na taj način rasterećenju lumbalnih dinamičkih segmenata. Osnova ovih položaja leži u tome da pri izvesnim pokretima i stavovima dolazi do povećanja intraadiskalnog pritiska, koji omogućuje da degenerativno izmenjen diskus migrira kroz izmenjen anulus i na taj način dovede do protruzije ili ekstruzije diskusa. Biomehanički gledano, pacijenta treba naučiti da što manje i što ređe vrši fleksiju i ekstenziju u lumbalnom delu kičmenog stuba. Pacijenta treba naučiti da dizanje tereta vrši iz čučnja, iz položaja fleksije u kuku i kolenima, korišćenjem ekstentora kolena i kuka uz očuvanje lumbalne lordoze. Radi zaštite fasetiranih apofiznih zglobova, pacijent se obučava da pri pokretima izbegava torziju kičmenog stuba. Zbog velike ekspanzije informacionih tehnologija, pacijenti se lakše informišu i edukuju o prirodi oboljenja i da određenim vežbama, koje treba svakodnevno da sprovode, održavaju potrebnu snagu i dužinu mišića. Istovremeno im se daju ergonomski saveti u vezi pravilnog izvođenja pokreta i držanja tela u različitim aktivnostima svakodnevnog života (79).

U hirurškom lečenju primenjuju se dekompresione procedure. Najčešće primenjivana je laminektomija, ali je sve popularnija laporoskopska metoda. Indikacije za operativno lečenje su sindrom Caudae equinae, pojačanje neurološkog deficita i jak bol u trajanju dužem od 6 meseci koji se ne smanjuje konzervativnim tretmanom (80).

1.12. Principi kineziterapije u lečenju lumbalnog bola

U poslednjoj dekadi, došlo je do porasta istraživanja koja prate učinak različitih programa vežbi na smanjenje inteziteta bola i stepena onesposobljenosti kod pacijenata sa lumbalnim bolom. Postoje različiti pristupi pri formiranju kineziterapijskog programa vežbi u lečenju lumbalnog bola, a najčešći su otvoren tj. tradicionalni princip, vežbe jačanja paravertebralne muskulature, vežbe stabilizacije kroz otvoreni i zatvoreni kinetički lanac, pilates, autorizovane vežbe, vežbe motorne kontrole, vežbe karakteristične za područje istoka poput joge, tai-či...

U otvorenom pristupu, fokus vežbi nije na otklanjanju specifične dijagnoze, već se vežbe izvode u cilju aktivacije celog muskuloskeletnog sistema, dok se vežbe stabilizacije baziraju na održavanju neutralne pozicije lumbalne kičme. Vežbe stabilizacije su efikasnije u odnosu na otvoren tj. generalizovan pristup vežbanja i to je dokazano u 5 različitih studija meta-analize koja je obuhvatala ispitanike sa HLB-om (81).

U meta-analizi koja je obuhvatala 43 studije i 33 grupe pacijenata sa HLB-om, nađeno je da vežbe jačanja paravertebralne muskulature i lumbalne stabilizacije, efikasno redukuju bol i stepen onesposobljenosti (82). Pacijentima su davani individualni programi vežbi i savetovano im je da ne rade "kućne vežbe na svoju ruku". Hayden sa sar. je proširio ovu meta-analizu i apostrofirao da su individualni pristup, izvođenje vežbi uz pomoć fizioterapeuta i duži vremenski interval izvođenja, presudni u uspešnosti terapije (83).

Važan deo pristupa u lečenju lumbalnog bola je princip otvorenog i zatvorenog kinetičkog lanca. Veliki je broj studija koje su se bavile ispitivanjem efikasnosti vežbi stabilizacije u redukciji bola i smanjenju funkcionalne onesposobljenosti pacijenata. Međutim, u literaturi nema istraživanja koja su odvajala vežbe stabilizacije po lancima kinetike. Pojedine vežbe mogu pojačavati intradiskalni pritisak, pogotovo ako se izvode nepravilno, i na taj način dovesti do pogoršanja kliničke slike. Rastući je broj studija koje dokazuju neefikasnost određenih vežbi stabilizacije. Zato je kritički osvrt neophodan i u ovom važnom delu rehabilitacije i mogao bi da poboljša i unapredi kineziterapijski program lečenja. Retki su pokreti gde se dejstvo jednog mišića ispoljava samo pokretanjem poluga za koje je neposredno vezan. To su obično prosti pokreti najdistalnijih delova tela, pod uslovom da ostali deo tela bude učvršćen. Zato se vrlo često sreće dejstvo mišića koje se ispoljava i na susednim delovima tela, koje on ne može neposredno pokretati. Ovakav kompleks pokreta koji izaziva jedan mišić neposredno u predelu svoje lokacije i posredno na susedne delove tela naziva se lanac pokreta ili kinetički lanac. Svi pokreti obezbeđuju prenošenje energije sa jednog segmenta na drugi po određenom modelu kinetičkog lanca. Zavisno od toga, da li postoji čvrsta tačka na krajevima takvih lanaca, razlikuju se otvoreni i zatvoreni kinetički lanac (84-86).

Otvoreni kinetički lanac javlja se u slučaju kada se radi o sistemu delova tela koji je učvršćen samo na jednom svom kraju. Drugi kraj je slobodan, i cilj je da se specifičnim dejstvom mišića u kinetičkim lancima taj otvoreni kraj kinetičkog lanca pokrene na određeni način, prema tome šta se želi kretanjem postići. Najjednostavniji primer dejstva u otvorenom kinetičkom lancu je dejstvo mišića fleksora u zglobu lakta, gde je ruka slobodno opuštена, ili podizanje noge iz ležećeg položaja.

Zatvoreni kinetički lanac javlja se u slučaju kada se radi o sistemu delova tela koji je učvršćen na oba kraja, a cilj je da se specifičnim dejstvom izvrši određeno pomeranje sistema unutar oba zatvorena kraja kinetičkog lanca (35, 49, 87). U zatvorenom kinetičkom lancu postoje pokreti sa fiksiranim distalnim segmentom (npr. izvođenje vežbi dok se pacijent drži za švedske lestve ili dok drži elastične ekspandere tj. trake). Vežbe u zatvorenom kinetičkom lancu imaju prednost u rehabilitaciji u odnosu

na vežbe u otvorenom kinetičkom lancu jer se baziraju na hipotezi da bolje oponašaju funkcionalne pokrete u aktivnostima svakodnevnog života i dovode do udružene kontrakcije više grupa mišića. Na taj način, uz pravilno disanje, dolazi do efikasnije i brže stabilizacije u samom zglobu ili segmentu (87). Vežbe u otvorenom kinetičkom lancu nisu tako specifične i kod njih treba obratiti pažnju na biomehaničko kretanje samih pršljenova koji nekada mogu rezultovati povećanjem bola.

Klinički prediktorni znaci koji dokazuju potpuni uspeh terapije vežbama stabilizacije (za poboljšanje od 67% potrebno je tri od navedena četiri kriterijuma) su: pozitivan test nestabilnosti u proniranom položaju, prisustvo aberantnih pokreta, test Lazarević $> 91^\circ$, starost < 40 godina.

Klinički prediktorni znaci koji dokazuju neko poboljšanje nakon sprovedenih vežbi stabilizacije (za poboljšanje od 97% potrebno je tri od navedena četiri kriterijuma) su: pozitivan test nestabilnosti u proniranom položaju, prisustvo aberantnih pokreta, dokazana hipomobilnost testom lumbalne savitljivosti, *Fear Avoidance Beliefs* (FABQ) - skala za ukupnu fizičku aktivnost, skor 9 (88, 89).

Efekte pilates vežbi ispitivao je Lim sa saradnicima. U njegovoj meta-analizi koja je obuhvatala studije od 1982 do 2009 godine, nađeno je da se program pilates vežbi može primenjivati kod pacijenata sa lumbalnim bolom, ali da nije ništa efikasniji u odnosu na druge primenjivane programe vežbi (90).

Autorizovane vežbe postoje jako dugo, međutim, u poslednjoj dekadi, program koji je pokazao visoku značajnost u redukciji intenziteta bola su vežbe australijskog fizioterapeuta McKenzie-ja. Metoda se sastoji od procene i intervencije. McKenziejeve vežbe se odlikuju korenspondirajućim ponovljenim i/ili održavajućim pokretima fleksije i ekstenzije (91).

Vežbe motorne kontrole su se pokazale najefikasnijim u redukciji bola kod pacijenata sa rekurentnim HLB-om. Autori sugerišu na dalja ispitivanja i optimizaciju programa ovih vežbi (92).

Tai-chi vežbe vode poreklo iz Kine i karakterišu ih veoma nežno, neinvazivno izvođenje koje se sastoji od jačanja, istezanja i balansiranja. Posebno pokazuju dobre efekte u smanjenju intenziteta lumbalnog bola (93). Hall sa sar. je u svom istraživanju ispitivala efikasnost ovih vežbi. Pacijenti su radili tai-chi vežbe deset nedelja. Nađena je signifikantna redukcija stepena bola što ukazuje da se mogu primenjivati u svim fazama lumbalnog bola (93).

Vežbe joge u Americi izvodi približno jedan milion ljudi za tretman lumbalnog bola. Kombinuju se vežbe koje imaju za cilj da postignu stanje umnog i mentalnog fokusa kroz pravilno disanje (94). U odnosu na druge vodeće autorizovane vežbe, nisu pokazale veću efikasnost u sanaciji HLB-a. U

meta-analizi koja je od 2015. godine obradila 128 studija o efikasnosti vežbi joge na smanjenje bola i onesposobljenosti kod pacijenata sa HLB-om, nađeno je da su vežbe joge bezbedne i efikasne u redukciji hroničnog lumbalnog bola, anksioznih stanja i depresije (95).

Na osnovu podataka iz prethodnih meta-analiza, dolazi se do zaključka da je program vežbi u lečenju hroničnog lumbalnog bola, prilično raznolik, ali da vežbe stabilizacije imaju najveći potencijal. Zato su dalja istraživanja i razvoj metoda neophodni.

1.13. Vežbe lumbalne stabilizacije

Vežbe lumbalne stabilizacije primenjuju se u lečenju pacijenata sa segmentnom nestabilnošću i lumbalnim bolom, pri čijem izvođenju, pacijent zadržava neutralnu poziciju trupa. Postoje različiti programi vežbi ali je kompletan pristup zasnovan na Panjabi-jevoj teoriji spinalne disfunkcije kao i na Bergmark-ovom modelu. Prema njemu, postoje dva osnovna mišićna sistema, koji kontrolišu pokrete i učestvuju u stabilizaciji kičme a čine ga:

-Globalni sistem sadrži mišiće primarne pokretače koji pokreću trup, ali nisu direktno vezani za kičmeni stub (*m. rectus abdominis*, *mm. obliquus abdominis* i *m. iliocostalis lumborum*).

-Lokalni sistem čine tonični, posturalni i stabilizacioni mišići kičmenog stuba na čije su pršljenove direktno povezani: *m. psoas major*, *quadratus lumborum*, *multifidus*, *teransversus abdominis* (96).

Najčešće korišćeni programi vežbi lumbalne stabilizacije su vežbe autora McGill, O'Sullivan, Richardson, Hayden, Hides sa saradnicima (19, 83, 97-99). Svi dokazano deluju efikasno na smanjenje intenziteta bola i stepena onesposobljenosti kod pacijenata sa HLB-om. Ove programe vežbi najčešće odlikuje izvođenje bez rekvizita i dodatnih pomagala pa su pogodne za rad i u kućnim uslovima. McGill-ov program forsira izvođenje vežbi u nisko-klečećem položaju, O'Sullivan-ov program se sastoji u korišćenju svih položaja jednako, dok Hides sa sar. insistira na učestalijoj aktivaciji *m. multifidus*. Vežbe stabilizacije se nazivaju „core exercises“.

Jačanjem mišića lumbalne kičme i pravilno uvežbanim statičkim kontrakcijama, postiže se stabilnost lumbalnog segmenta. Poslednjih petnaest godina, pojavio se veći broj istraživanja koje ističu važnost aktivacije torakalne kičme, pri vežbama stabilizacije, u cilju potpunog funkcionalnog oporavka (88, 89). Vežbe moraju obuhvatati program za povećanje snage, izdržljivosti i vežbe

istezanja. Vežbe najčešće sadrži tri faze. Prva je aktivacija lokalnih mišića, druga je kontrakcija lokalnih mišića uz izvođenje drugih, aktivnih pokreta, a treća faza je integracija aktivacije lokalnog mišićnog sistema u aktivnostima svakodnevnog života. Veoma je važno pravilno disanje u toku izvođenja vežbi (98, 100, 101).

Svakom kineziterapijskom programu jačanja snage mišića leđa, važno je dodati i set vežbi segmentne spinalne stabilizacije. U cilju potpunog funkcionalnog oporavka, neophodno je nakon adekvatne kineziološke obrade i detaljne procene funkcionalnog deficita pacijenta sa lumbalnim bolom, sačiniti kombinovani i prema individualnim potrebama koncipiran kineziterapijski protokol, koji će obuhvatati vežbe istezanja, jačanja snage i izdržljivosti, vežbe lumbalne stabilizacije kao i ergonomsku edukaciju (102, 103). Iako se pacijenti sa LSN mogu dijagnostikovati jedino na osnovu njihovog odgovora na terapiju i na to da postoje mišići koji su izdvojeni kao značajni stabilizatori, većina autora se slaže da je globalno angažovanje celog tela, važno u postizanju stabilnosti i redukciji bola (74, 104).

1.13.1. Korišćenje recipročne inhibicije u vežbama lumbalne stabilizacije

Recipročna inhibicija je neuromuskularni refleks gde usled povećanja neuronskog pogona mišića ili grupe mišića, dolazi do smanjenja neuronske aktivnosti funkcionalnih antagonista (105). Predstavlja proces mišića ili mišićne grupe koji se opuštaju na jednoj strani zgloba, kako bi se prilagodili kontrakciji na drugoj strani tog zgloba. Zglobove kontrolišu dve suprotstavljene grupe mišića, ekstenzora i fleksora, koji moraju raditi sinhrono kako bi pokret bio gladak (najbolji primer je savijanje lakta kontrakcijom *m.biceps brachi*, ekstenzor lakta *m. triceps* je tada inhibiran). Kada se mišićno vreteno istegne i aktivira refleks istezanja, suprotna mišićna grupa mora biti inhibirana da bi sprečila da deluje protiv kontrakcije agoniste. Ova inhibicija se postiže akcijama inhibitora interneurona u kičmenoj moždini. Suštinski je bitno razumevanje uloge recipročne inhibicije u poboljšanju efikasnosti sistema ljudskog pokreta i stvaranju idealne artrokinematike. Ona ne predstavlja jednostavnu funkcija "uključivanja ili isključivanja". Na primer, posturalna disfunkcija koja rezultira adaptivnim skraćivanjem i hipertoničnošću jedne grupe, inhibira funkcionalnog antagonistu (kontrahovan *m. psoas*=inhibirani *m. gluteus*). Pri tome se ne smanjuje neuralna aktivnost glutealnog kompleksa, što potpuno omogućava kretanje i funkcionisanje (iako manje od optimalnog). Ili, kada se izvode složeni sinergistički pokreti mišića u više ravni, može se zapaziti da mišići mogu biti antagonisti u jednoj ravni, ali ne u više. Na primer, *m. adductor magnus* – njegova posteriorna

glava je funkcionalni antagonista *m. gluteus medius* u frontalnoj ravni, ali je sinergista tokom spoljne rotacije u horizontalnoj ravni. Sve prethodno pomenuto se mora uzeti u obzir i posmatrati u kombinaciji sa sinergičnom dominacijom, artrokinematičkom inhibicijom i mišićnom sinergijom kako bi se razumeo rezultujući efekat na vežbanje (105, 106).

Aferentno nervno vlakno račva se kroz kičmenu moždinu. Jedna grana inervise alfa motorni neuron koji dovodi do toga da se homonimni mišići dogovore, stvarajući refleks. Druga grana inervise inhibitorni interneuron, koji zauzvrat inervise alfa motorni neuron koji pravi sinapsu na antagonističkim mišićima. Zbog toga što je interneuron inhibitoran, on sprečava pražnjenje alfa motornog neurona, što rezultuje smanjenjem kontrakcije antagonističkog mišića. Bez ove recipročne inhibicije, obe grupe mišića bi se istovremeno kontrahovale i radile jedna protiv druge.

Ako bi se istovremeno angažovali i agonista i antagonista, moglo bi da dođe do kidanja mišića. Ovo se može javiti tokom fizičkih aktivnosti, kao što je trčanje, tokom kojih se mišići agonisti i antagonisti angažuju i razdvajaju sekvencijalno da bi proizveli koordinisano kretanje. Recipročna inhibicija olakšava kretanje i predstavlja zaštitu od povreda. Međutim, ako dođe do "neuspeha" motornih neurona, uzrokujući istovremenu kontrakciju suprotnih mišićnih grupa, može doći do ruptura. Kada bi se fleksori i ekstenzori trupa istovremeno kontrahovali snažnom kontrakcijom, jači mišići bi nadmašili slabiju mišićnu grupu i tada bi moglo da dođe do rupture.

2. Ciljevi i hipoteze istraživanja

2.1. Ciljevi istraživanja

1. Uporediti program vežbi lumbalne stabilizacije u otvorenom i zatvorenom kinetičkom lancu, u odnosu na program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu.
2. Proceniti kliničku efikasnost programa vežbi lumbalne stabilizacije u otvorenom i zatvorenom kinetičkom lancu.
3. Proceniti kliničku efikasnost programa vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu.
4. Proceniti da li inicijalne vrednosti intenziteta bola i stepena onesposobljenosti, utiču na ishod lečenja pacijenata sa HLB-om.

2.2. Hipoteze istraživanja

1. Program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu, efikasnije smanjuje vrednosti intenziteta bola i stepena funkcionalne onesposobljenosti, u odnosu na vežbe lumbalne stabilizacije u otvorenom i zatvorenom kinetičkom lancu, kod pacijenata sa HLB-a.
2. Program vežbi lumbalne stabilizacije u otvorenom i zatvorenom kinetičkom lancu, utiče na smanjenje intenziteta bola i funkcionalne onesposobljenosti kod pacijenata sa HLB-a.
3. Program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu, utiče na smanjenje intenziteta bola i funkcionalne onesposobljenosti kod pacijenata sa HLB-a.
4. Povećane inicijalne vrednosti intenziteta bola i stepena onesposobljenosti, negativno utiču na ishod lečenja kod pacijenata sa HLB-om.

3. Materijal i metode istraživanja

Istraživanje je sprovedeno kao prospektivna, longitudinalna, eksperimentalna studija na 83 ispitanika oba pola, različitih profesija, u periodu od juna 2017. do marta 2018. godine, izabranih prostom randomizacijom. Tri pacijenta su isključena iz istraživanja nakon 4 nedelje, zbog neodazivanja na retestiranje. Za ispitanike je kreiran individualni kineziterapijski program, koji je sproveden na klinici za rehabilitaciju „dr Miroslav Zotović“ u Beogradu, u odnosu na intenzitet bola, mišićnu snagu, pridružena oboljenja. Po završetku ambulantnog lečenja, u trajanju od dve nedelje, ispitanici su 6 nedelja vežbali kod kuće. Pacijenti su dolazili na retestiranje posle 4 nedelje vežbanja i posle 8 nedelja vežbanja.

3.1. Način izbora i grupisanja ispitanika

U istraživanje su bili uključeni pacijenti sa hroničnim lumbalnim bolom, koji su iz ustanova primarne zdravstvene zaštite, upućivani na kliniku za rehabilitaciju „dr Miroslav Zotović“ radi daljeg lečenja. Ispitanici su podeljeni u dve grupe od 40 pacijenata. Prva grupa je sprovodila program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije, a druga program vežbi lumbalne stabilizacije.

Kriterijumi za uključivanje u studiju su bili: pacijenti oba pola sa lumbalnim, koji je prisutan duže od 12 nedelja, bol pri menjanju položaja, radikularni bol.

Kriterijumi za isključivanje iz studije su bili: Sindrom Caude equine, ankilozirajući spondilitis, deformiteti grudnog koša (pectus carinatum, excavatum), spina bifida, prelomi, post-operativna stanja kičme, dijabetes, zapaljenski procesi, tumori, trudnoća.

Kod svih ispitanika sa hroničnim lumbalnim bolom, urađena je magnetna rezonanca (MRI) lumbosakralnog segmenta kičmenog stuba, a kod 7 pacijenata je urađen samo EMNG pregled donjih ekstremiteta. Svim ispitanicima su, pre uključivanja u studiju, date informacije o studiji (prilog 1), a zatim im je ponuđen pismeni formular pristanka, koji su potpisali (prilog 2). Istraživanje je odobrila Komisija za etičnost kliničkih ispitivanja na čoveku Medicinskog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu (broj: 01-39/122/1, datum 13.02.2017), kao i Etički odbor klinike za rehabilitaciju „dr Miroslav Zotović“ (broj: 03-183/1, datum 25.01. 2017).

3.2. Metode prikupljanja i obrade podataka

Prikupljeni podaci su bili primarni i sekundarni. Primarni su obuhvatali procenu bola i funkcionalnu onesposobljenost, a sekundarni su se odnosili na biološko-demografske, sociološke i antropometrijske parametre.

3.2.1. Biološko-demografski, sociološki i antropometrijski parametri

Obuhvatali su pol, starost, bračno stanje, nivo obrazovanja (zbog pravilnog popunjavanja upitnika), visinu i težinu i procenu stanja uhranjenosti (Body Mass Index-BMI), gde u pothranjene spadaju ispitanici sa $<18.5 \text{ kg/m}^2$, optimalni su $18.5\text{-}24.9 \text{ kg/m}^2$. U prekomerne spadaju oni sa $25\text{-}29.9 \text{ kg/m}^2$, gojazne prvog stepena $30\text{-}39.9$, gojazne drugog stepena $35\text{-}39.9$, i u ekstremno gojazne (treći stepen) ispitanici sa indeksom mase od preko 40 kg/m^2 (107, 108). Parametru su obuhvatali i naviku pušenja, pitanje ličnog očekivanja od prethodnih terapija i stepena oporavka.

3.2.2. Specifični upitnici za lumbalni bol

Ovi upitnici su poslužili za procenu inteziteta i karakteristike bola:

- Jačina bola prema Vizuelnoj analognoj skali bola (VAS), ocene od 0-10 (109). Procena intenziteta bola ovom skalom je vrlo jednostavna. Na grafički prikazanoj skali se nalazi horizontalna linija od 10 cm. Obeležen je početak linije sa 0, koji označava da nema bola, sredina sa 5 i kraj sa 10, koji označava najjači bol. Od ispitanika se zatraži da obeleži mesto, koje najpribližnije označava intezitet njegovog bola u leđima u proteklih 24 h, a onda da na skali obeleži jačinu bola u nozi. Nakon toga se lenjirom izmere dobijene vrednosti u milimerima i upisuju se (110). Izabrana je zbog visokog stepena pouzdanosti (ICC 0.97) (111, 112).
- DN 4 (Douleur Neuropathique en 4 Questions) upitnik za procenu neuropatske komponente bola, sastoji se od četiri pitanja. Odgovori na prva dva se dobijaju na osnovu intervjua sa pacijentom i govore o karakteru bola, a druga dva, na osnovu kliničkog pregleda. U prvom su ponuđena tri odgovora, u drugom četiri, trećem dva i u poslednjem pitanju jedan odgovor. Ispitanik ne mora dati odgovor, a može odgovoriti i na više ponuđenih. Ako je skor pacijenta 4 ili veći, test označava da kod ispitanika postoji specifičnost veća od 90% za konstatovanje neuropatske komponente bola (113).

- Indeks onesposobljenosti u aktivnostima svakodnevnog života ispitanika sa lumbalnim bolom (Oswestry disability index-ODI), sadrži deset kategorija po šest pitanja. Ispituje se intenzitet bola, sposobnost podizanja tereta, brigu o sebi, hodanja, sedenja, seksualne funkcije, stajanja, društvenog života, kvaliteta sna i putovanja. Pacijent popunjava oznaku ispred one, koja najviše podseća na njegovu situaciju. Svaka kategorija se boduje na skali od 0-5, gde je prva izjava nula i ukazuje na najmanju količinu onesposobljenosti, a poslednja izjava 5 bodova i pokazuje veoma težak stepen onesposobljenosti. Bodovi za sve kategorije se sabiraju, a zatim množe sa dva i dele količnikom broja odgovorenih kategorija pitanja i tada se dobija vrednost indeksa (opseg od 0-100). Vrednost „nula” označava skor odsustvo onesposobljenosti, a vrednost 100 predstavlja maksimalnu moguću onesposobljenost. Tumači se tako što je 0-20 minimalna onesposobljenost, 41-60 izražena, 61-80 onesposobljavajuća, 81-100 ona koja vezuje za bolesnički krevet (114). ODI je veoma pouzdan indeks (ICC=0.09) merenja onesposobljenosti izazvane lumbalnim bolom (111, 115, 116).
- Test sagitalne pokretljivosti lumbalnog dela kičme (Schober). Dok je pacijent u stojećem položaju, ispitivač dermatografom označava približno nivo L5 (peti lumbalni pršljen). Zatim, santimetarskom trakom meri i obeležava: 5 cm ispod i 10 cm iznad nivoa L5 (ukupno 15 cm udaljenosti). Nakon toga, od pacijenta se traži da dodirne svoje prste bez savijanja kolena. Ako se razdaljina od dve tačke na poveća za najmanje 5 cm (sa ukupnom udaljenošću od 20 cm), to je znak ograničene pokretljivosti lumbosakralne kičme (117).
- Test nestabilnosti u proniranom položaju (Prone instability test) se izvodi tako što ispitivač pritiska spinozne nastavke lumbalnih pršljenova hipotenzorom, dok je pacijent u položaju na stomaku na ivici stola, sa prstima nogu na podu. Kada ispitanik prijavi nelagodnost ili bol, ispitivač mu daje instrukciju da podigne prste sa poda i podigne noge do vodoravnog položaja. Ispitivač pritiska isti bolni, spinozni nastavak. Ako pacijent sada nema nelagodnost ili bol, test je pozitivan (74).
- Ispitivanje donjih ekstremiteta: test istezanja ishijadičnog nerva- Lazarevićev znak (koji je u rasponu od 1-4 gde je 1- normalan nalaz, 2- test pozitivan u rasponu od 45 do 60 stepeni, 3- test pozitivan u rasponu od 30-44 stepena, 4- test pozitivan u rasponu na manje od 30 stepeni), koji se koristi da se utvrdi da li kod pacijenata sa HLB postoji pritisak na korenove nerava zbog hernijacije diska. Pacijent je u ležećem položaju, podiže nogu, koja je ispravljena u kolenu i ukoliko oseti pojačanje bola u nozi između 30 i 70 stepeni, test je pozitivan (118), test

mišićne snage ključnih mišića u miotomima od L2 do S1 manuelnim mišićnim testom (MMT) prema ASIA (American Spinal Injury Association) skali (119, 120) (raspon 0-bez kontrakcije, do 5- kontrakcija pune snage, ukupan skor je 50) i senzibiliteta za dodir, bol, vibracije i osetljivost na toplo i hladno, na ključnim senzornim tačkama za dermatome od L1-S2 gde je skor po 28 za prethodno pomenuta četiri parametra (121).

- Test istezanja femoralnog nerva: pacijent leži na stomaku, sa savijenom nogom u kolenu, ispitivač dovodi kuk u ekstenziju. Ukoliko pacijent oseti bol u predelu prepone, test je pozitivan i ukazuje na eventualne protruzije na nivoima L2-L3 i L3-L4 (122).
- Procena miotatskih refleksa- Patelarni (u ležećem ili sedećem položaju) i Ahilov refleks (u ležećem položaju sa polusavijenom nogom, ili u visoko-klečećem položaju sa dlanovima na zidu), koju je izvodio isključivo lekar specijalista fizikalne medicine i rehabilitacije.

3.2.3. Terapija

Nakon popunjavanja gore navedenih upitnika i testova (prilog 3,4 i 5), pacijent je ergonomski edukovan o zaštitnim položajima i pokretima. Sprovedena je terapija fizikalnim agensima transkutanom elektro-nervnom stimulacijom (TENS) Proxima, Srbija, 20 minuta, stimulacijom bifaznim, pravougaonim impulsima trajanja od 100 mikrosek. i frekvencije 110 Hz, sa maksimalnom izlaznom amplitudom 100mA. Zatim je aplikovan laser (Chattanooga, Francuska i Proxima, Srbija) male snage, stabilnom metodom, paravertebralno, lumbalno, ukupne dnevne doze 18 J. TENS i laser terapija su primenjivani u trajanju od 2 nedelje.

Pacijenti su bili podeljeni u dve grupe, koje su radile različite vežbe za jačanje dubokih stabilizatora lumbalnog dela kičme:

Grupa 1 (LSTMZ- lumbalna stabilizacija i torakalna mobilizacija u zatvorenom lancu) je radila vežbe lumbalne stabilizacije sa torakalnom mobilizacijom u zatvorenom kinetičkom lancu (prilog 6):

Vežba 1: Pacijent je u stojećem položaju, noge su savijene u kolenima, leđa su oslonjena na zid. Ruke pacijenta su na kolenima. Pacijent izdiše vazduh, uvlačeći pritom stomak i grudi i pokušava da naglasi torakalnu kifožu. Zatim udiše vazduh, ispravlja se prislanjajući ramena na zid, ruke se primiču karlici i steže stomak. Deset ponavljanja, tri serije sa minutom pauze između svake.

Vežba 2: Nisko klečeći položaj pacijenta. Uz izdah, pacijent podiže torakalni deo kičmenog stuba prema plafonu, ubacivajući pritom stomak i grudi ka unutra, pogled je ka podu. Pri udahu, pacijent podiže glavu i gleda pravo ispred sebe, ispravlja leđa, spaja lopatice i kontrahuje stomačnu muskulaturu (tzv. maca-kamila). Deset ponavljanja, tri serije sa minutom pauze između svake.

Vežba 3: Visoko klečeći položaj pacijenta sa iskorakom, noga savijena u kolenu pod uglom od 90 stepeni u odnosu na pod, rukama se uhvati za švedske lestve ili slično u nivou laktova. Pacijent iz položaja uvučenih grudi i stomaka sa pogledom na dole i izdahom, prelazi u položaj ravnih leđa, sa pokušajem spajanja lopatica i pogledom pravo, udiše i steže stomak. Na kraju pokreta, blago pomera karlicu ka napred, na strani noge koja je pozadi, u cilju istežanja fleksora kuka. Deset ponavljanja, tri serije sa minutom pauze između svake.

Vežba 4: Stojeći položaj, pacijent se rukama uhvati za švedske lestve ili slično, u nivou laktova i iz položaja uvučenih grudi i stomaka, sa pogledom na dole i izdahom, prelazi u položaj ravnih leđa, pritom spajajući lopatice i pogledom pravo, udiše. Na kraju pokreta, kontrahuje stomačnu i glutealnu muskulaturu. Deset ponavljanja, tri serije sa minutom pauze između svake.

Grupa 2 (LSZO- lumbalna stabilizacija u zatvorenom i otvorenom lancu) je radila klasične vežbe lumbalne stabilizacije u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu:

Vežba 1: Pacijent je u ležećem položaju sa jastučetom postavljenim ispod kolena. Ruke pacijenta su pored tela, laktovi su oslonjeni na pod. Ispitanik gura laktovima ka podu, uz istovremeni izdah. Kontrakcija 5 sekundi, isto toliko pauza, 10 ponavljanja.

Vežba 2: Pacijent je u ležećem položaju sa jastučetom postavljenim ispod kolena. Ruke pacijenta su pored tela, laktovi su oslonjeni na pod, ali su sada blago odmaknuti od tela pod uglom od 45 stepeni. Ispitanik gura laktovima ka podu, uz istovremeni izdah. Kontrakcija 5 sekundi, isto toliko pauza, 10 ponavljanja.

Vežba 3: Pacijent je u ležećem položaju sa jastučetom postavljenim ispod kolena. Ruke pacijenta su pored tela, laktovi su oslonjeni na pod, ali su sada još više odmaknuti od tela pod uglom od 90 stepeni. Ispitanik gura laktovima ka podu, uz istovremeni izdah. Kontrakcija 5 sekundi, isto toliko pauza, 10 ponavljanja.

Vežba 4: Pacijent je u supiniranom položaju, početni položaj je sa podignutim nogama savijenim u kolenima, gde su natkolenice, u odnosu na podkolenice, pod uglom od 90 stepeni, kao i stopala u

odnosu na podkolenice. Ruke pacijenta su na kolenima. Pacijent gura rukama noge, nogama ruke, uz stezanje stomakne muskulature 5 sekundi, a zatim pauza isto toliko. Radi se deset ponavljanja, tri serije sa minutom pauze između njih. Vežba se, u početku, izvodi tako, što se ispod podkolenica ispitanika postavlja velika lopta prečnika 70cm. Posle nekoliko nedelja, u odnosu na napredak, lopta se ne koristi, a vežba se izvodi u identičnom položaju dok su noge u vazduhu.

Vežba 5: Pacijent je u nisko klečećem položaju. Pogled je usmeren unapred sa jednom rukom ispruženom u nivou ramena, dok se noga sa suprotne strane tela, podiže i ispravlja, u nivou ruke horizontalno. Zatim se vežba ponavlja drugom rukom i nogom. Pet ponavljanja svaka strana (deset ukupno), tri serije, sa pauzom od minut između serija (ptica-pas vežba).

Vežba 6: Pronirani most sa karlicom podignutom od poda, izdržaji na laktovima, 30 sekundi do 1 minut, tri serije sa pauzom od minut između serije.

Vežba 7: Bočni most sa karlicom podignutom od poda, pacijent radi izdržaje na laktu, 30 sekundi do 1 minut, tri serije sa pauzom od minut između serije.

Vežbe su kreirane prema preporukama Evropskog centra za menadžment hroničnog nespecifičnog bola (123). Radile su se od najmanje do najveće amplitude pokreta i prema tome su bile podeljene u tri faze. Prva faza je trajala dve nedelje, druga tri i poslednja treća takođe tri nedelje, a ukupno 8 nedelja. Retestiranje je rađeno na sredini studije posle 4 nedelje. Posle puna dva meseca, ispitanici su se javljali na finalno testiranje, gde su popunjavani isti upitnici i rađeni isti testovi: jačina bola prema VAS skali u leđima i nozi, indeks onesposobljenosti (ODI), test istezanja, motorni skor (MMT), skorovi senzibiliteta za dodir, bol, vibracijski senzibilitet i toplo/hladno reakciju, indeks sagitalne pokretljivosti, testovi istezanja i test nestabilnosti u proniranom položaju. Kontrola pravilnog i redovnog izvođenja vežbi pacijenata, vršila se telefonskim putem od strane fizioterapeuta, jednom nedeljno. Kada je ispitanik prijavljivao da je zaboravio vežbe, ili da nije siguran da ih je izvodio pravilno, fizioterapeut je pozivao pacijenta na kliniku, ili je po potrebi, dolazio na adresu pacijenta.

3.2.4. Statistička obrada i prezentovanje rezultata

Za statističku analizu podataka ove studije, upotrebljeni su softveri RStudio softvare (0.98.976) i SPSS 17.0 (Chicago, IL). Primarni podaci su analizirani korišćenjem deskriptivne statističke metode, metode za testiranje statističkih hipoteza i metode za ispitivanje zavisnosti. Deskriptivna analiza parametara ove studije, predstavljena je pomoću srednje vrednosti i standardne devijacije (SD), ili procenata. Analiza rezultata dobijenih u ovoj studiji, urađena je upotrebom sledećih statističkih metoda: jednostrukom Anova sa ponavljanjem i međusobnim poređenjem, Friedmanovim testom sa međusobnim poređenjem, Kohranov test, t-test za dva nezavisna uzoka, Wilcoxon Mann–Whitney test, Hi-kvadrat test, Fišerov test, Pearsonova korelaciona analiza i višestruka linearna regresija. Rezultati su prikazani tekstualno, tabelarno i grafički, a kompletan rad je obrađen u tekstualnom procesoru Microsoft Word za Windows 10. Statističko testiranje hipoteza, urađeno je dvostranim statističkim testovima na nivou statističke značajnosti od 5%.

Deskriptivni prikaz parametara ove studije, dat je pomoću srednje vrednosti i standardne devijacije (SD) za neprekidne promenljive i procenata za kategoričke promenljive.

Za neprekidne promenljive, koji zadovoljavaju normalnu raspodelu, ovo testiranje urađeno je primenom jednostruke Anove sa ponavljanjem međusobnog poređenja, a za one, koje ne zadovoljavaju normalnu raspodelu, korišćen je Friedmanov test sa međusobnim poređenjem. Za kategoričke promenljive, testiranje postojanja statistički značajnih razlika između tri različita merenja parametara, urađeno je Kohranovim testom. Za poređenje srednje vrednosti, odnosno, medijane za neprekidne parametre između grupe 1 i grupe 2, upotrebljen je t-test za dva nezavisna uzoka, odnosno, Wilcoxon Mann–Whitney test za dve nezavisne grupe. Hi-kvadrat, ili Fišerov test je upotrebljen za poređenje kategoričkih parametara između grupe 1 i grupe 2.

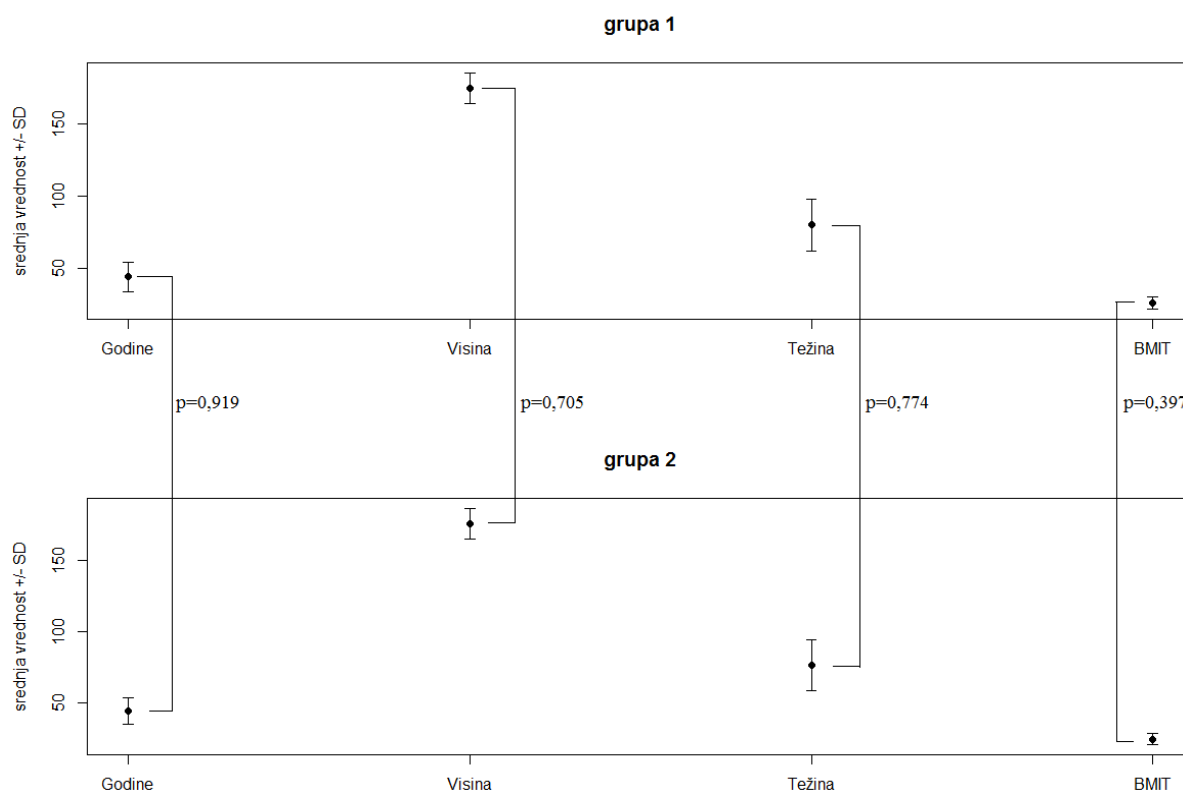
U svakoj grupi posebno, za određivanje korelacije između parametra intenziteta bola određivanog skalom Vas Ls, Vas noga i stepena onesposobljenosti određivanog Oswestry skorom, upotrebljena je Pearsonova korelaciona analiza. Korelaciona analiza je urađena na početku merenja, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja. Tumačenje Pearsonov koeficijenta korelacije (r) je sledeće: $|r| = 1$ – perfektno; $0.99 > |r| > 0.70$ – jako; $0.69 > |r| > 0.40$ – srednje; $0.39 > |r| > 0.10$ – slabo, $|r| = 0$ – ne postoji veza. Znak ispred r ima sledeće značenje: plus (+) – dve promenljive su u direktnoj vezi, minus (-) – dve promenljive su u obrnutoj vezi.

4. Rezultati

4.1. Biološko-demografski i klinički podaci ispitanika

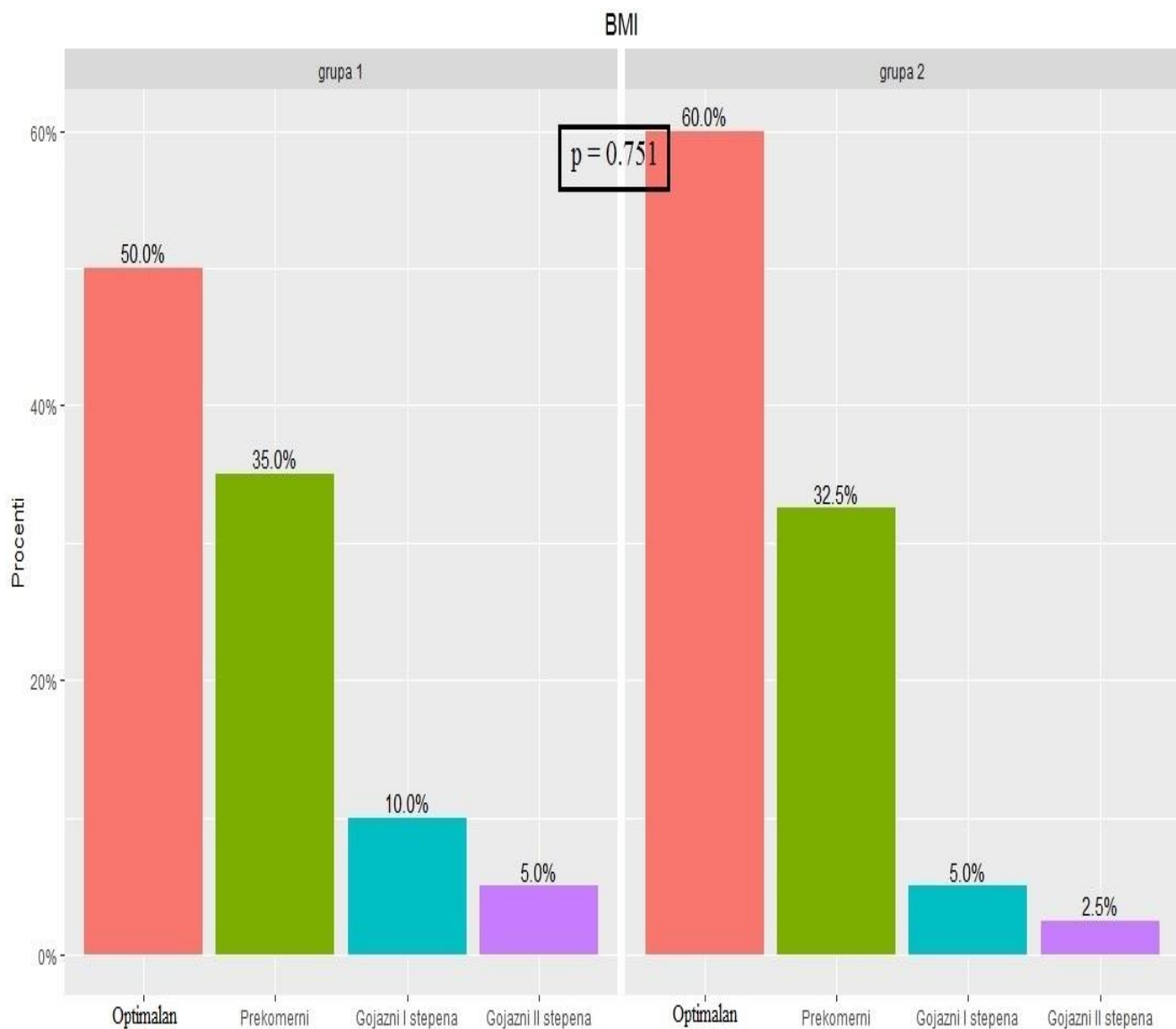
Studija je obuhvatila 80 ispitanika podeljenih u odnosu na program vežbi koji su sprovodili: grupu 1- lumbalna stabilizacija i torakalna mobilizacija u zatvorenom lancu (LSTMZ) i grupu 2- lumbalna stabilizacija u zatvorenom i otvorenom lancu (LSZO) ($n_1=40$, $n_2=40$). Prosečna starost ispitanika grupe 1 bila je $44,12 \pm 10,25$, dok je za grupu 2 bila $44,3 \pm 9,13$. Prosečna visina ispitanika grupe 1 bila je $175,02 \pm 10,89$, dok je u grupi 2 bila $175,72 \pm 10,82$; prosečna težina ispitanika grupe 1 bila je $79,95 \pm 18,02$ dok je u grupi 2 bila $76,75 \pm 17,79$; prosečan BMI ispitanika grupe 1 bio je $25,95 \pm 4,48$ dok je u grupi 2 bio $24,63 \pm 3,95$ (Slika 8.) Na osnovu rezultata prezentovanih na Slici 8, možemo zaključiti da se ispitanici grupe 1 i grupe 2, po parametrima godine, visina, težina i BMI statistički značajno ne razlikuju (Godine: $p=0,919$; Visina: $p=0,705$; Težina: $p=0,774$; BMI: $p=0,397$).

Slika 8. Deskriptivni opis (srednja vrednost \pm SD) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Godine, Visina, Težina i BMI.



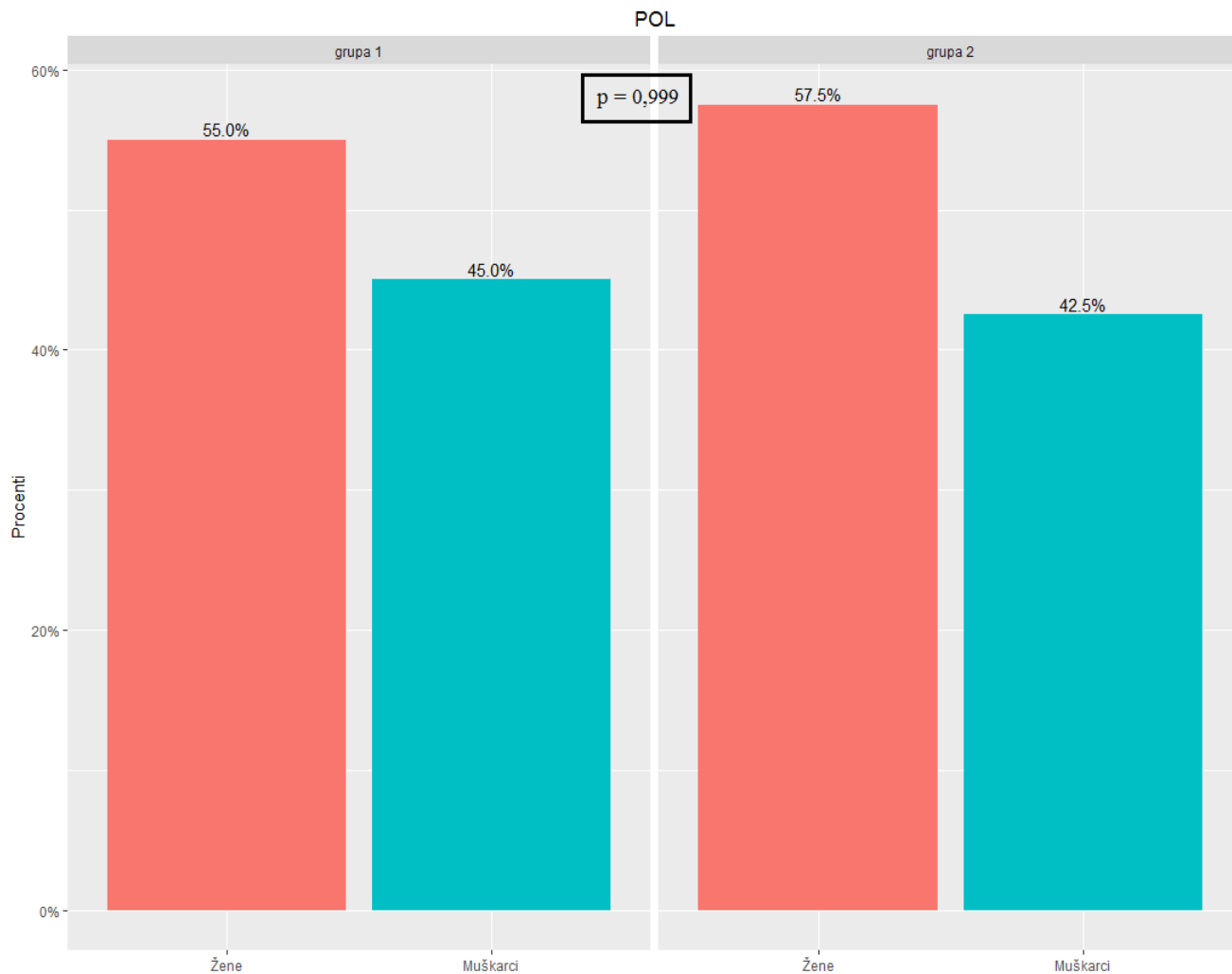
Na **Grafikonu 1**, prikazane su karakteristike ispitanika koje se odnose na parametar BMI. U grupi 1, je 20 (50%) ispitanika, koji imaju optimalan BMI, zatim njih 14 (35%) ima prekomerni BMI, 4 (10%) ispitanika je gojazno -I stepen, dok je 2 (5%) gojazno -II stepen. U grupi 2, je 24 (60%) ispitanika, koji imaju optimalan BMI, zatim njih 13 (32,5%) ima prekomerni BMI, 2 (5%) ispitanika je gojazno-I stepen, dok je 1 (2,5%) ispitanik gojazan -II stepen. Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,751$).

Grafikon 1. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: BMI.



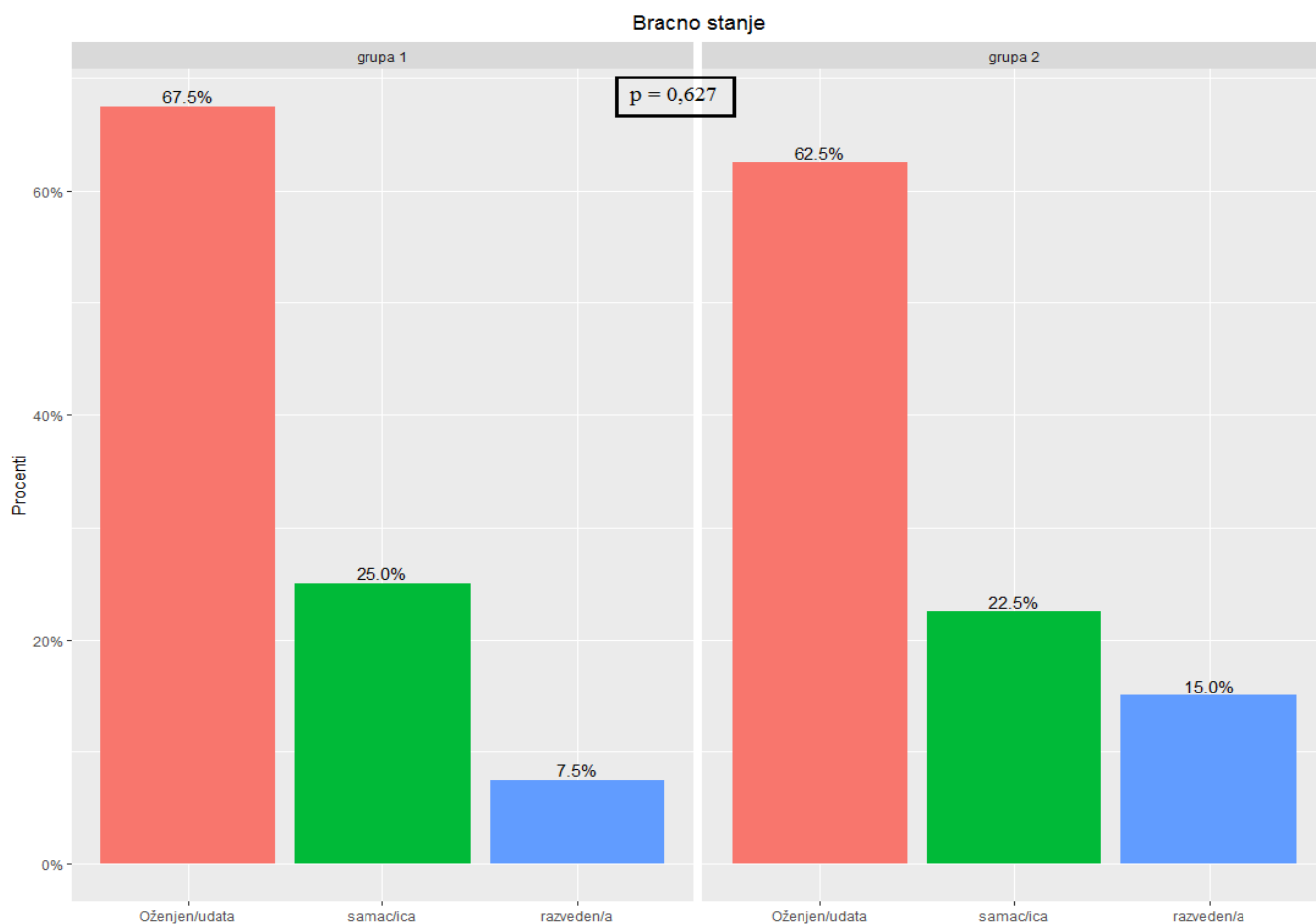
Na **grafikonu 2**, prikazana je polna struktura ispitanika u grupi 1 (muškarci 18 (45%), žene 22 (55%)) i grupi 2 (muškarci 17 (42,5%), žene 23 (57,5%)) bila je statistički nezavisna ($p=0,99$).

Grafikon 2. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Pol.



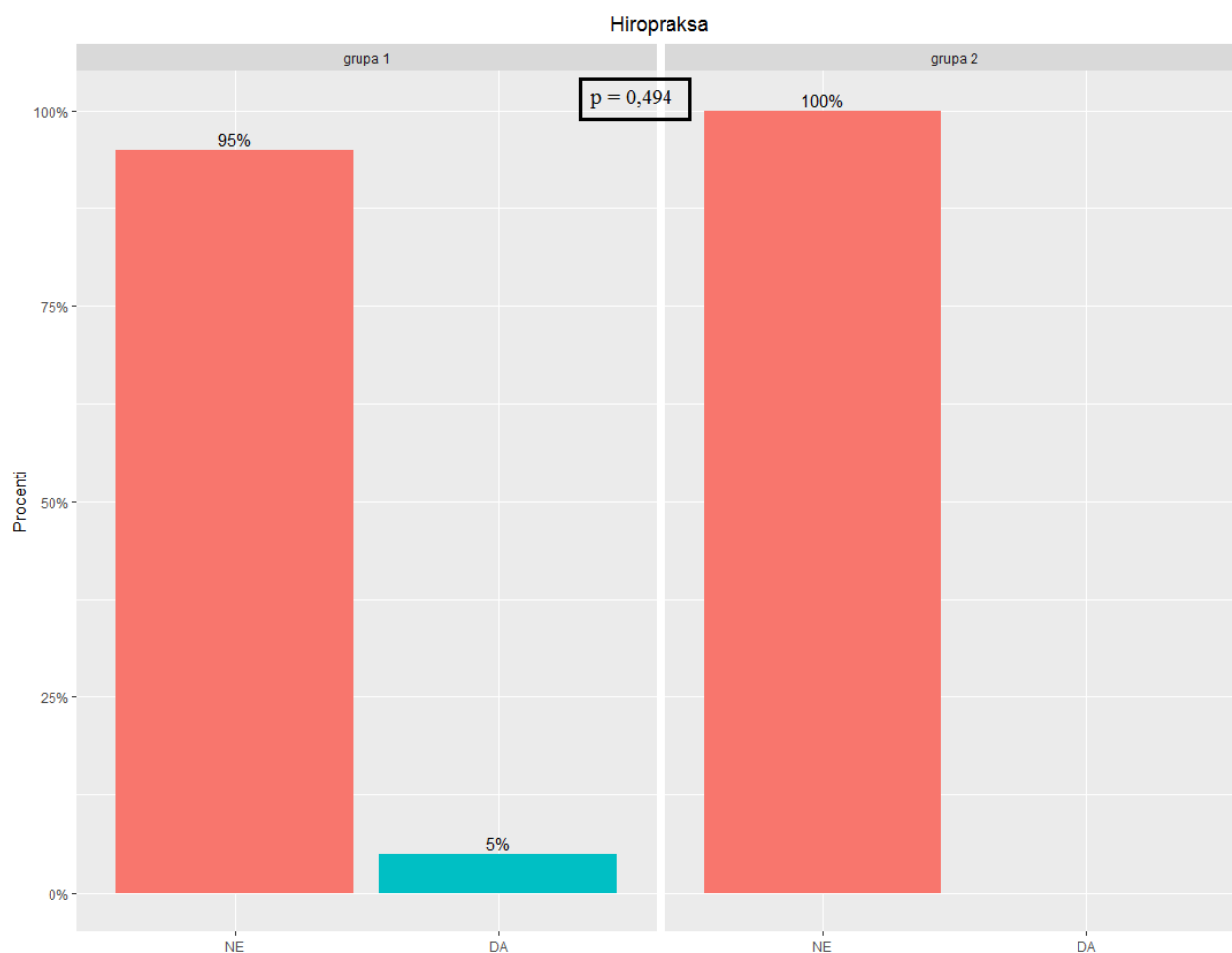
Na **Grafikonu 3**, prikazane su karakteristike ispitanika, koji predstavljaju bračni status u grupi 1 (oženjen/udata 27 (67.5%), samac 10 (25%), razveden/a 3 (7.5%)) i grupi 2 (oženjen/udata 25 (62.5%), samac 9 (22,5%), razveden/a 6 (15%)). Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,99$).

Grafikon 3. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Bračno stanje.



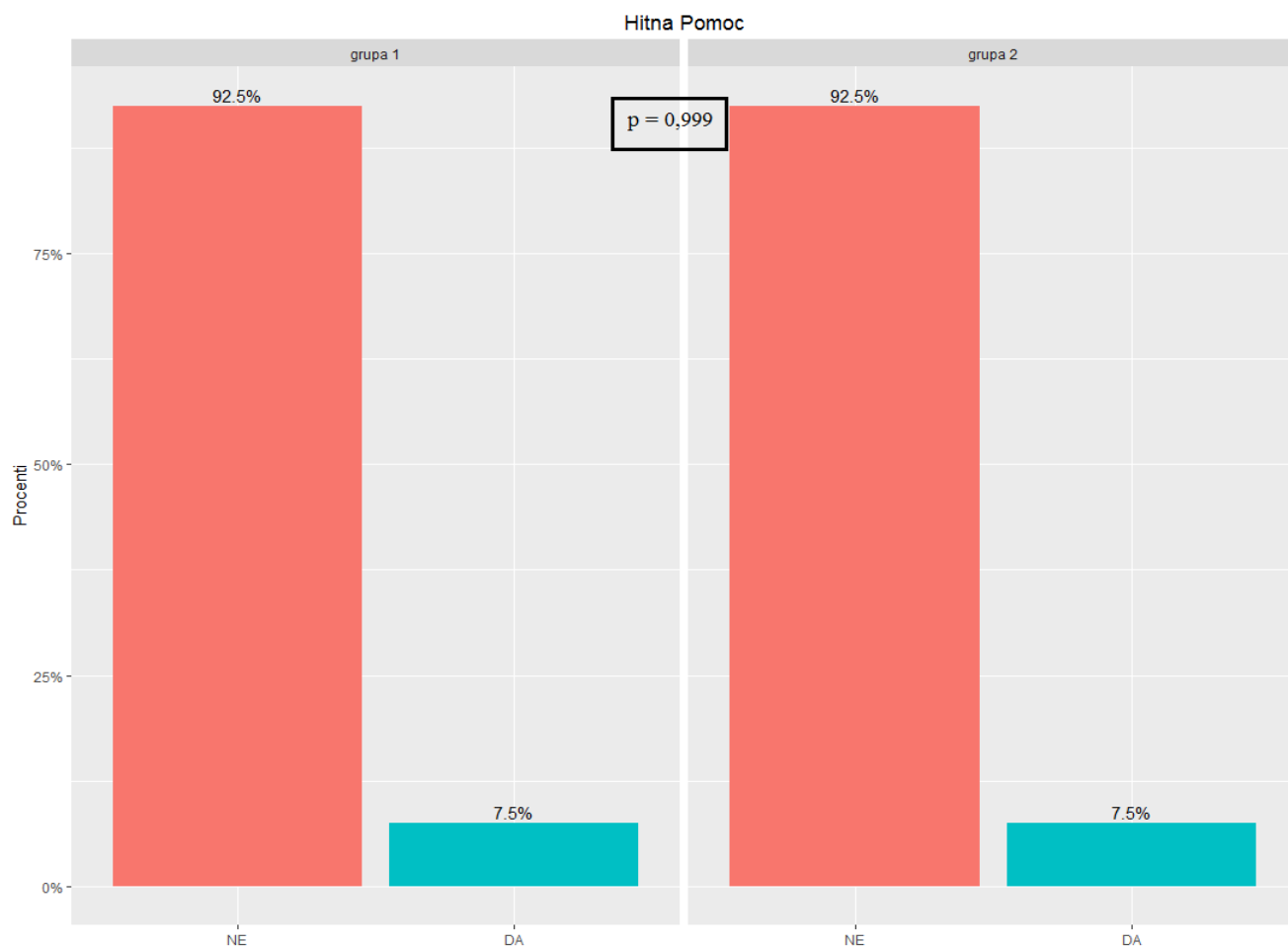
Na **Grafikonu 4**, prikazane su karakteristike parametra Hiropraksa. U grupi 1, najveći broj ispitanika 38 (95%) nije bilo na “nameštanju” zbog trenutne epizode bola, dok je svega 2 (5%) ispitanika bilo na hiropraksi zbog trenutne epizode bola, ali pre uključivanja u program terapije na Klinici. U grupi 2, nijedan ispitanik nije bio na hiropraksi zbog trenutne epizode bola. Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,494$).

Grafikon 4. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Hiropraksa



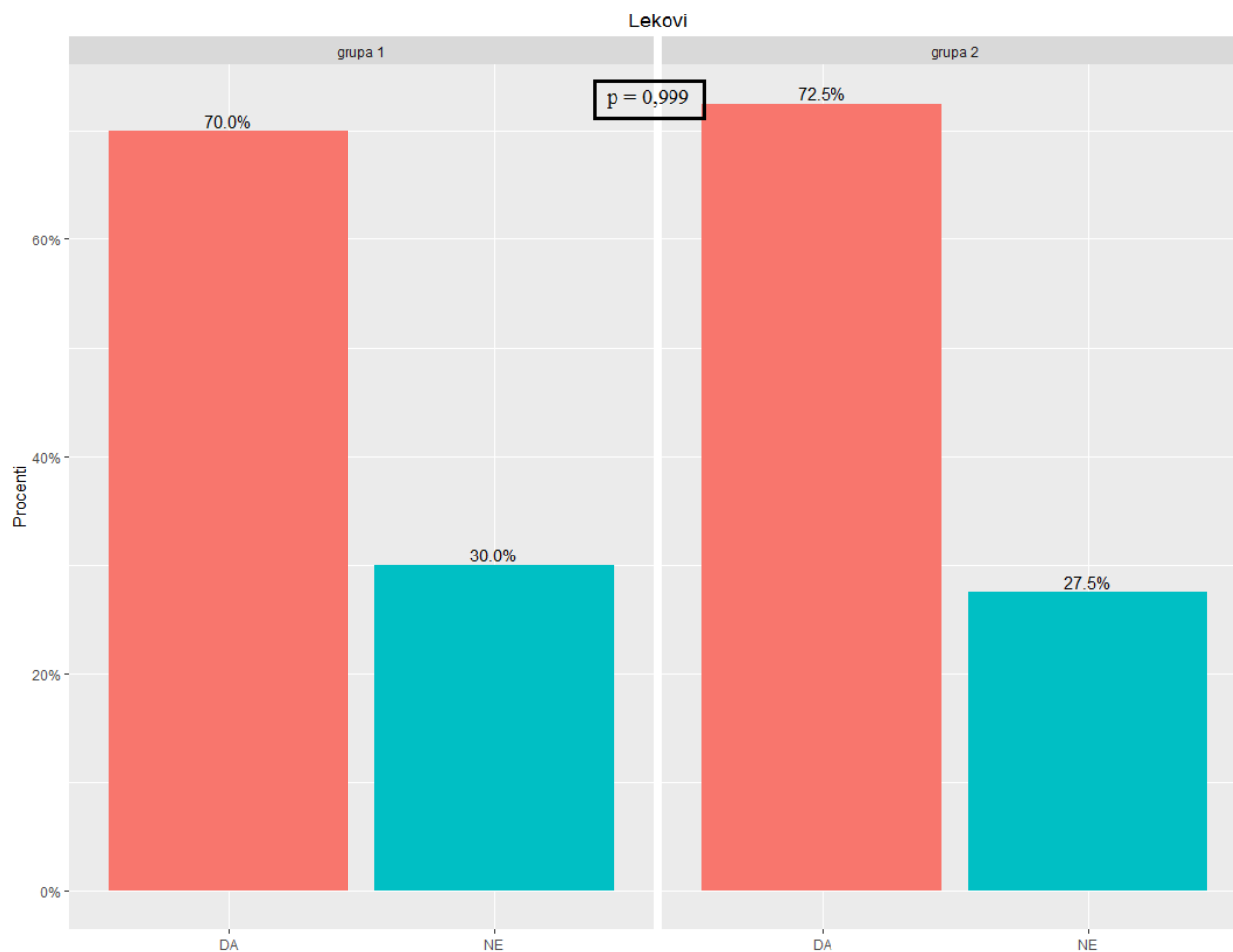
Na **Grafikonu 5**, prikazane su karakteristike parametra Hitna pomoć. U grupi 1, najveći broj pacijenata 37 (92.5%) nije zvalo hitnu pomoć zbog trenutne epizode bola, a 3 (7.5%) je bilo prinuđeno da se obrati hitnoj pomoći. U grupi 2, najveći broj ispitanika 37 (92.5%) nije zvalo hitnu pomoć zbog trenutne epizode bola, a 3 (7.5%) je bilo prinuđeno da se obrati hitnoj pomoći. Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,999$).

Grafikon 5. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Hitna pomoć



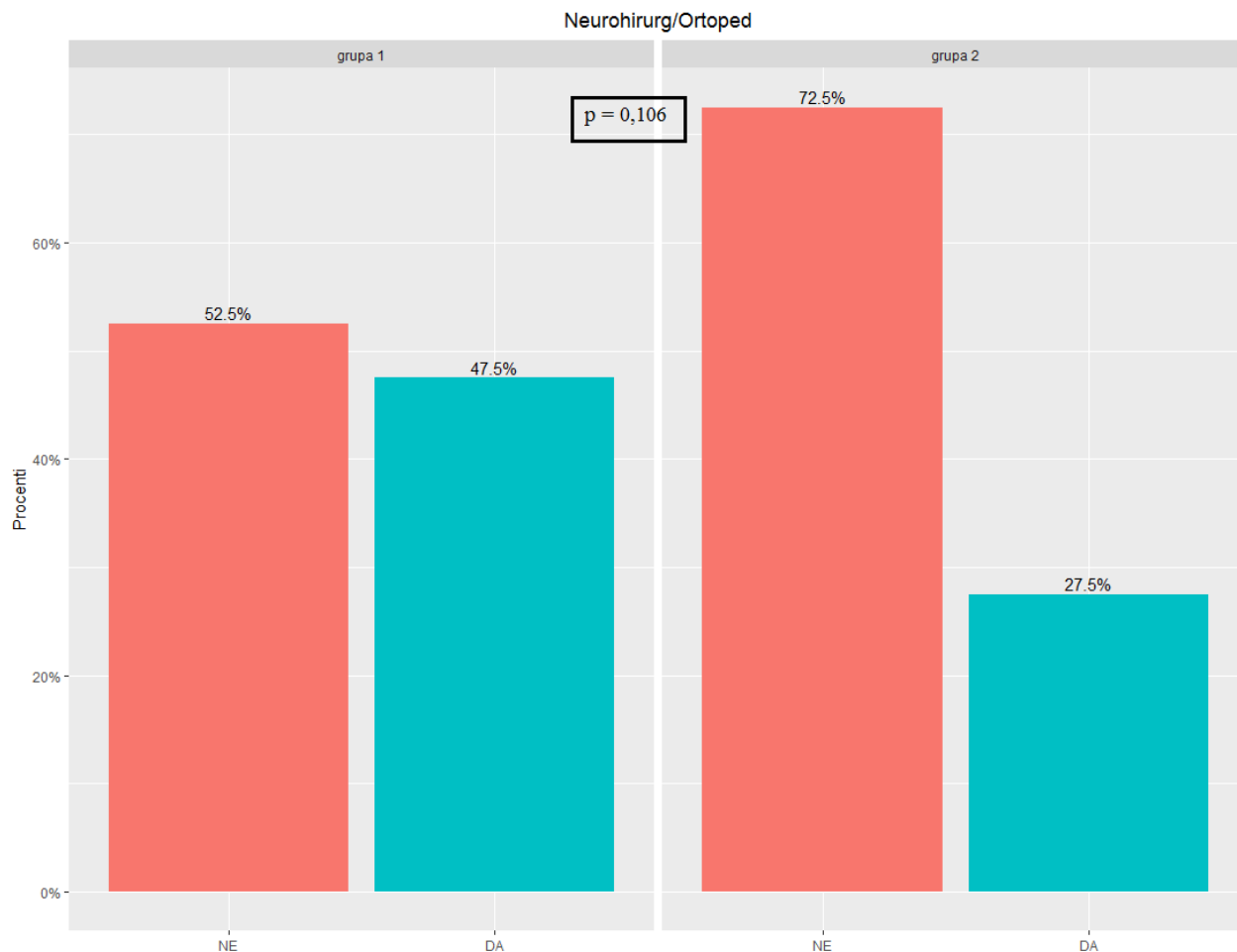
Na **Grafikonu 6**, prikazane su karakteristike parametra Lekovi. U grupi 1, najveći broj ispitanika 28 (70%) je koristilo lekove zbog trenutne epizode bola, a 12 (30%) ispitanika nije. U grupi 2, najveći broj ispitanika 29 (72.5%) koristilo je lekove zbog trenutne epizode bola, a 11 (27.5%) nije. Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,99$).

Grafikon 6. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Lekovi



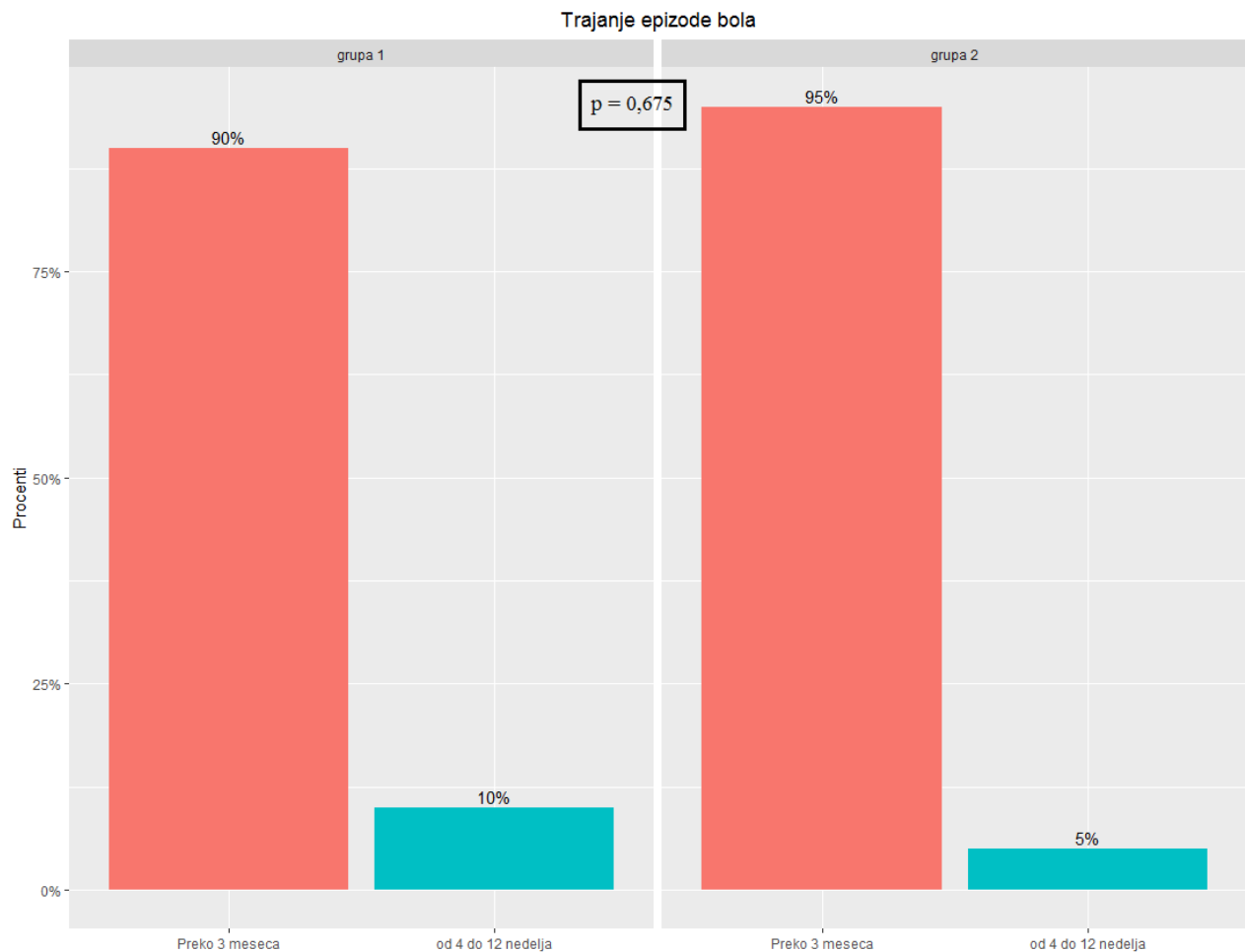
Na **Grafikonu 7**, prikazane su karakteristike parametra Neurohirurg/ortoped. U grupi 1, većina ispitanika 21 (52.5%) je upućena na konzultaciju kod neurohirurga, ili ortopeda, a 19 ispitanika (47.5%) nije. U grupi 2 je 29 ispitanika (72.5%) konsultovalo neurohirurga, ili ortopeda, a 11 (27.5%) nije. Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,106$).

Grafikon 7. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Neurohirurg/Ortoped



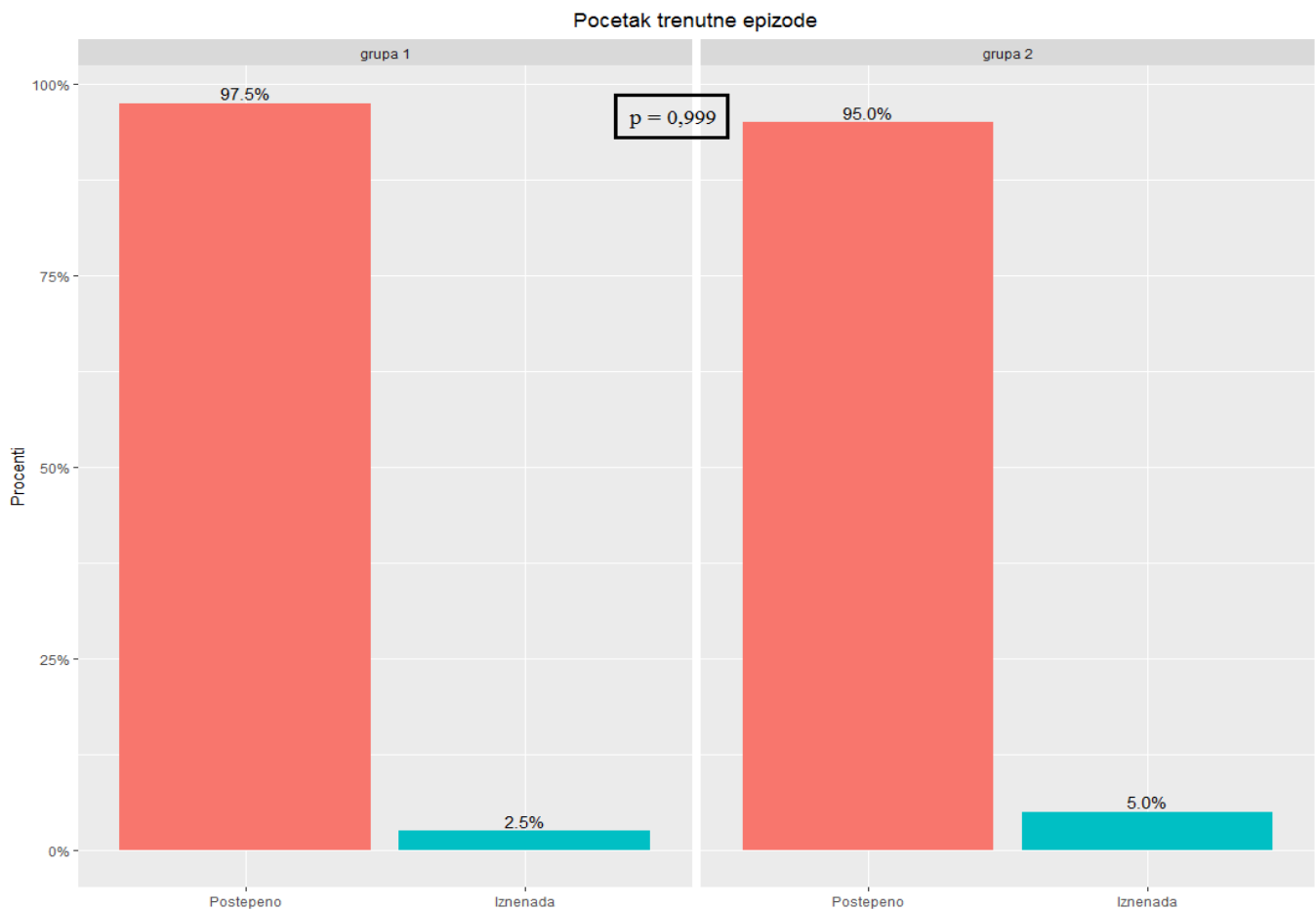
Na **Grafikonu 8**, prikazane su karakteristike parametra, koji se odnosi na trajanje epizode bola kod ispitanika. U grupi 1, najveći broj ispitanika 36 (90%) je imalo trajanje trenutne epizode bola, duže od 3 meseca, a 4 (10%) ispitanika je imalo trajanje epizode bola, između 4-12 nedelja. U grupi 2, najveći broj ispitanika 38 (95%) je imalo trajanje trenutne epizode bola, duže od 3 meseca, a 2 (5%) ispitanika je imalo trajanje epizode bola, između 4-12 nedelja. Ispitanici, koji su imali trajanje bola kraće od 3 meseca, su do početka uključivanja u terapiju, po pregledu, sastavili minimum 12 nedelja sa bolom u kontinuitetu, pa su tretirani kao hronični pacijenti i bivali uključeni u istraživanje. Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,675$).

Grafikon 8. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Trajanje epizode bola



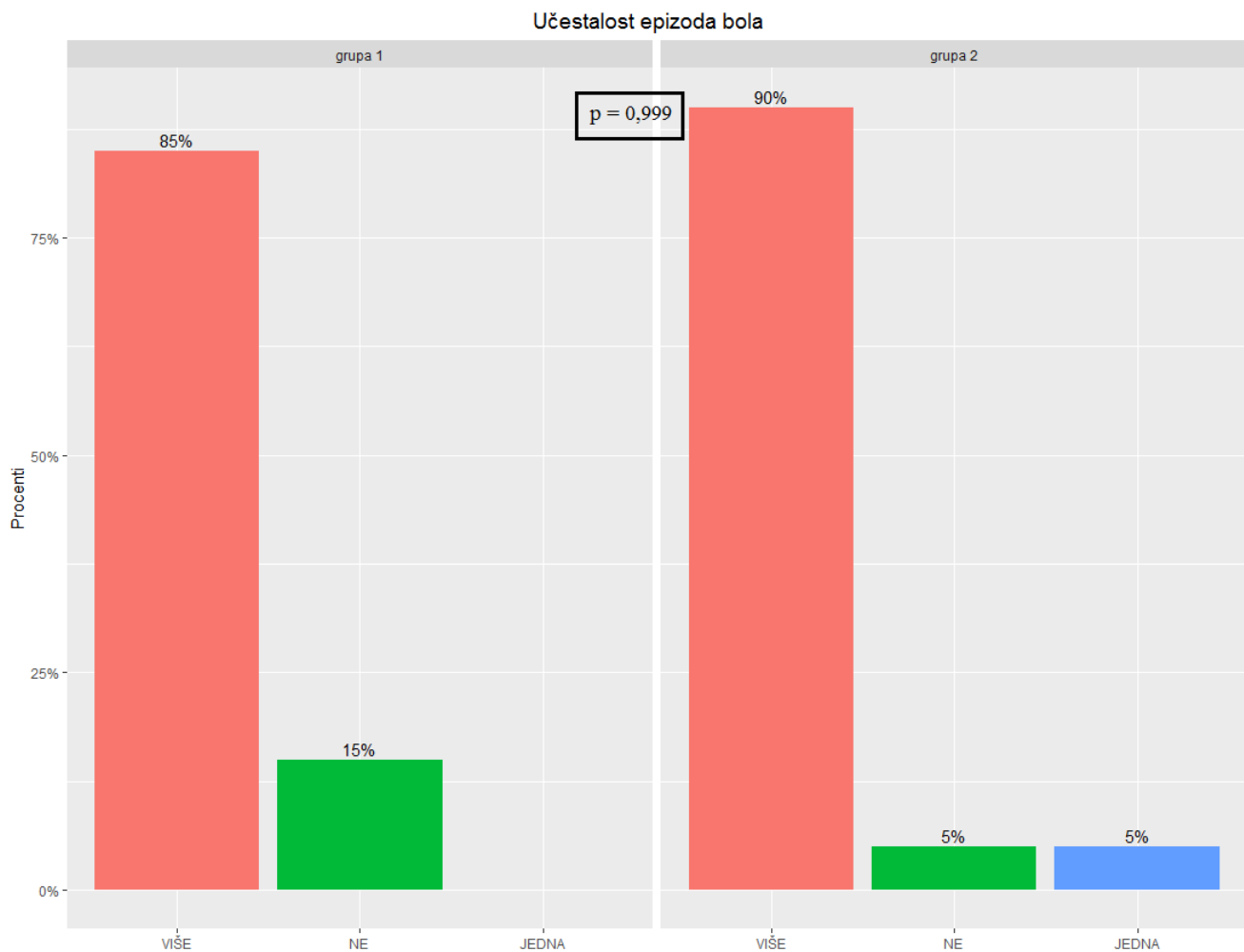
Na **Grafikonu 9**, prikazane su karakteristike parametra Početak trenutne epizode. U grupi 1, najveći broj ispitanika 39 (97.5%) je imalo postepen početak trenutne epizode bola, dok je 1 (2.5%) ispitanik imao iznenadan. U grupi 2, najveći broj ispitanika 38 (95%) je imalo postepen početak trenutne epizode bola, dok je 2 (5%) ispitanika imalo iznenadan. Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,999$).

Grafikon 9. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Početak trenutne epizode



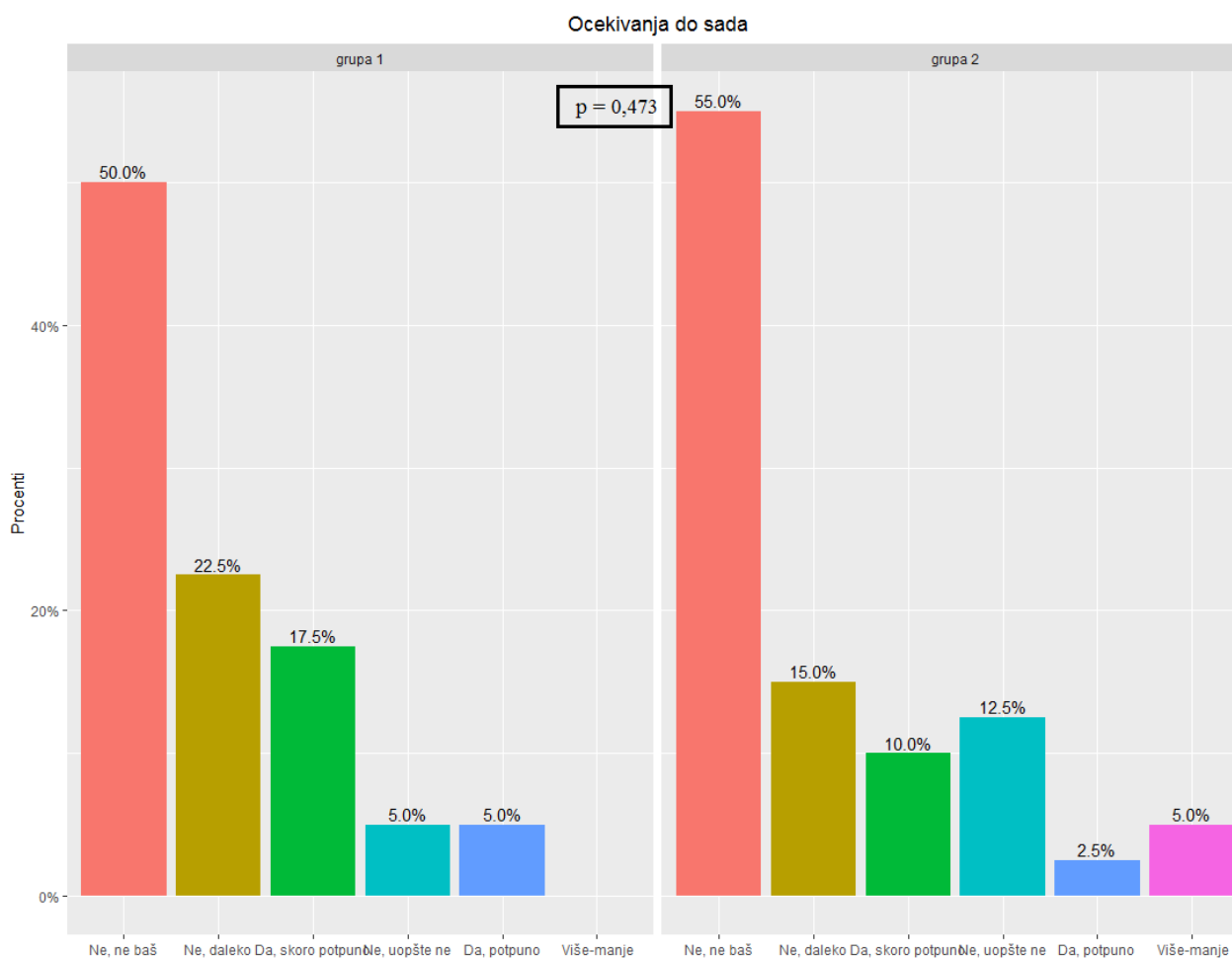
Na **Grafikonu 10**, prikazane su karakteristike parametra Učestalost epizoda bola. U grupi 1, najveći broj ispitanika 34 (85%) je prijavilo da je više puta u toku života imalo epizodu bola pre trenutne, 6 ispitanika (15%) je prijavilo da nije imalo epizode bolova pre trenutne, dok nije bilo ispitanika koji su prijavljivali da su imali samo jednu epizodu bola pre trenutne. U grupi 2, najveći broj ispitanika 36 (90%) je imalo više epizoda bola pre trenutne, 2 (5%) ispitanika nije imalo epizode pre trenutne, a 2 (5%) je imalo jednu epizodu bola pre trenutne). Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,999$).

Grafikon 10. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Učestalost epizoda bola



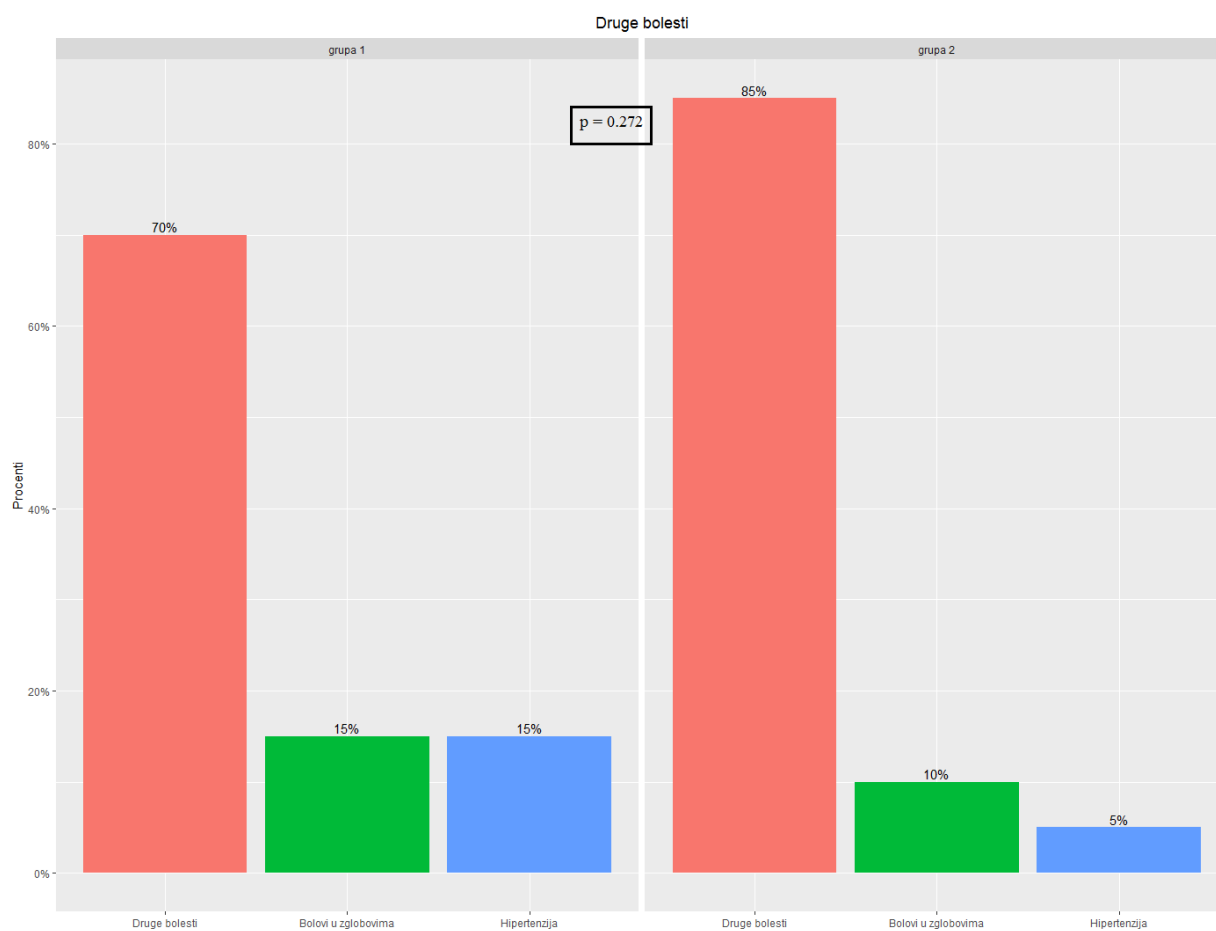
Na **Grafikonu 11**, prikazane su karakteristike parametra Očekivanja do sada. Od ispitanika se tražilo da se izjasne da li je terapija koju su imali do sada, ispunila njihova očekivanja i koliko. U grupi 1, svoja očekivanja sa *da, potpuno* je ocenila 2 (5%) ispitanika, sa *da, skoro potpuno* 7 (17,5%) ispitanika, sa *više-manje* 0 (0%) ispitanika, sa *ne baš* 20 (50%) ispitanika, sa *ne, daleko* 9 (22,5%) ispitanika i sa *ne, uopšte ne* 2 (5%) ispitanika. U grupi 2, svoja očekivanja sa *da, potpuno* je ocenio 1 (2,5%) ispitanik, sa *da, skoro potpuno* 4 (17,0%) ispitanika, sa *više-manje* 2 (5%) ispitanika, sa *ne baš* 22 (55%) ispitanika, sa *ne, daleko* 6 (15%) ispitanika i sa *ne, uopšte ne* 5 (12,5%) ispitanika. Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,473$).

Grafikon 11. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Očekivanja do sada



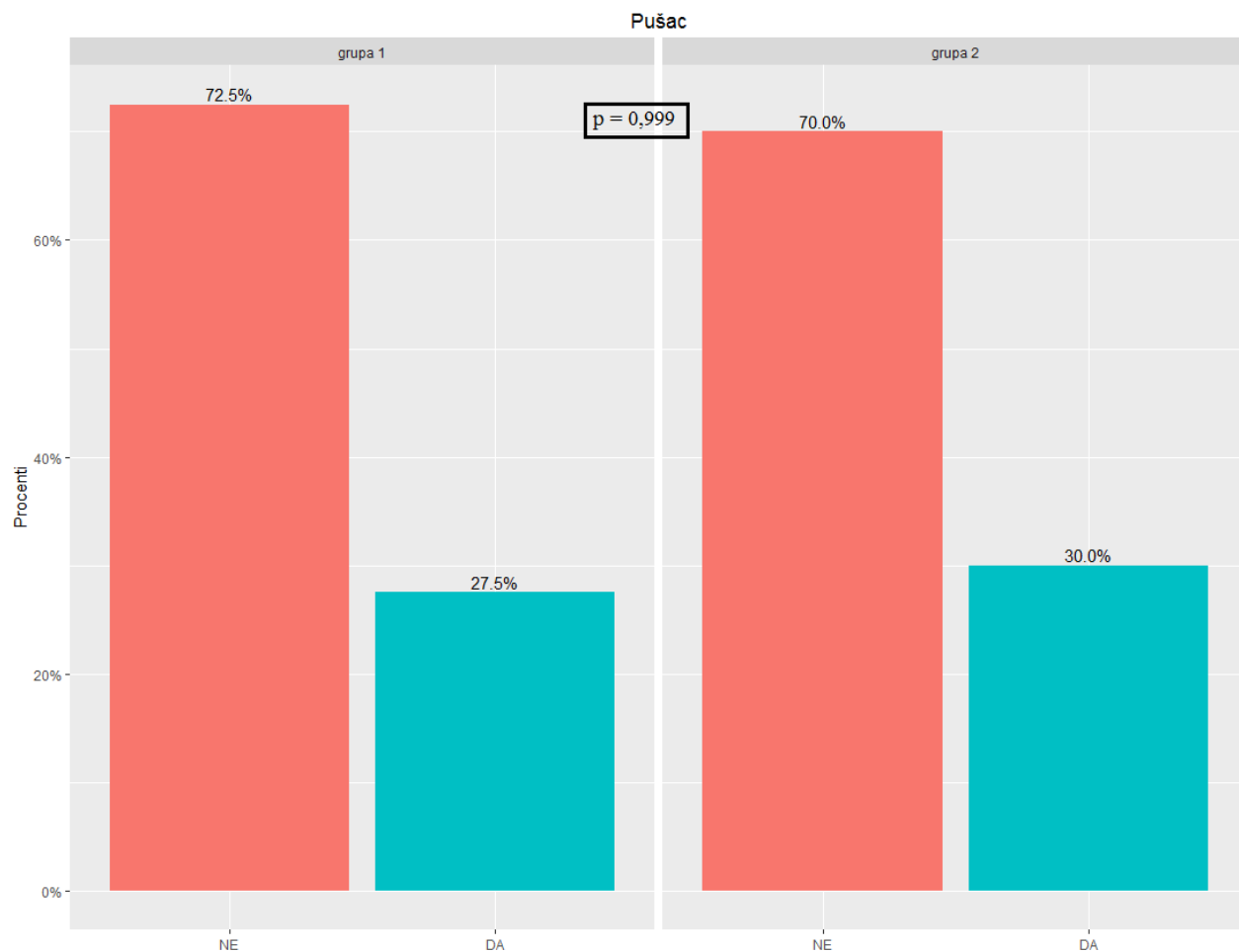
Na **Grafikonu 12**, prikazane su karakteristike parametra Druge bolesti. Iz razloga efikasnije kontrole, ispitanici su popunjavali upitnike o prisustvu drugih pridruženih bolesti izuzev lumbalnog bola: dijabetes, moždani udar, bolovi u zglobovima, astma, depresija, hipertenzija, ili malignitet, koji su upoređivani sa anamnestičkim podacima iz istorije bolesti. U grupi 1, ništa od navedenog je zaokružilo 28 (70%) ispitanika, 4 (10%) je imalo bolove u zglobovima, a 8 (20%) hipertenziju. U grupi 2, ništa od navedenog je zaokružilo 34 (85%) ispitanika, 4 (10%) je imalo bolove u zglobovima, a 2 (5%) hipertenziju. Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,272$).

Grafikon 12. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Druge bolesti



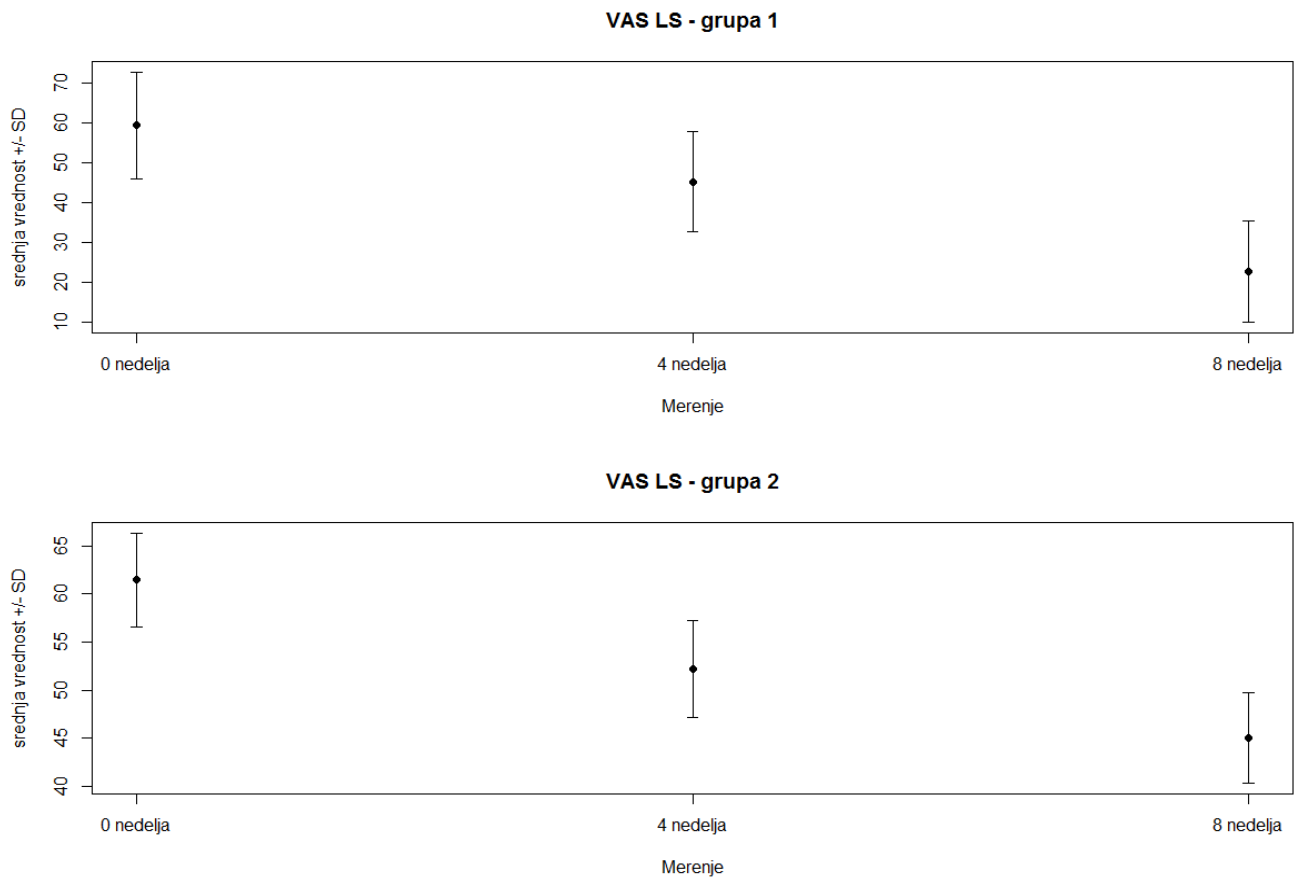
Na **Grafikonu 13**, prikazane su karakteristike parametara o faktorima rizika- pušenje. U grupi 1, bilo je 29 (72.5%) nepušača, a 11 (27.5%) pušača. U grupi 2, bilo je 28 (70%) nepušača, a 12 (30%) pušača). Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,999$).

Grafikon 13. Deskriptivni opis (procenti %) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: Pušač



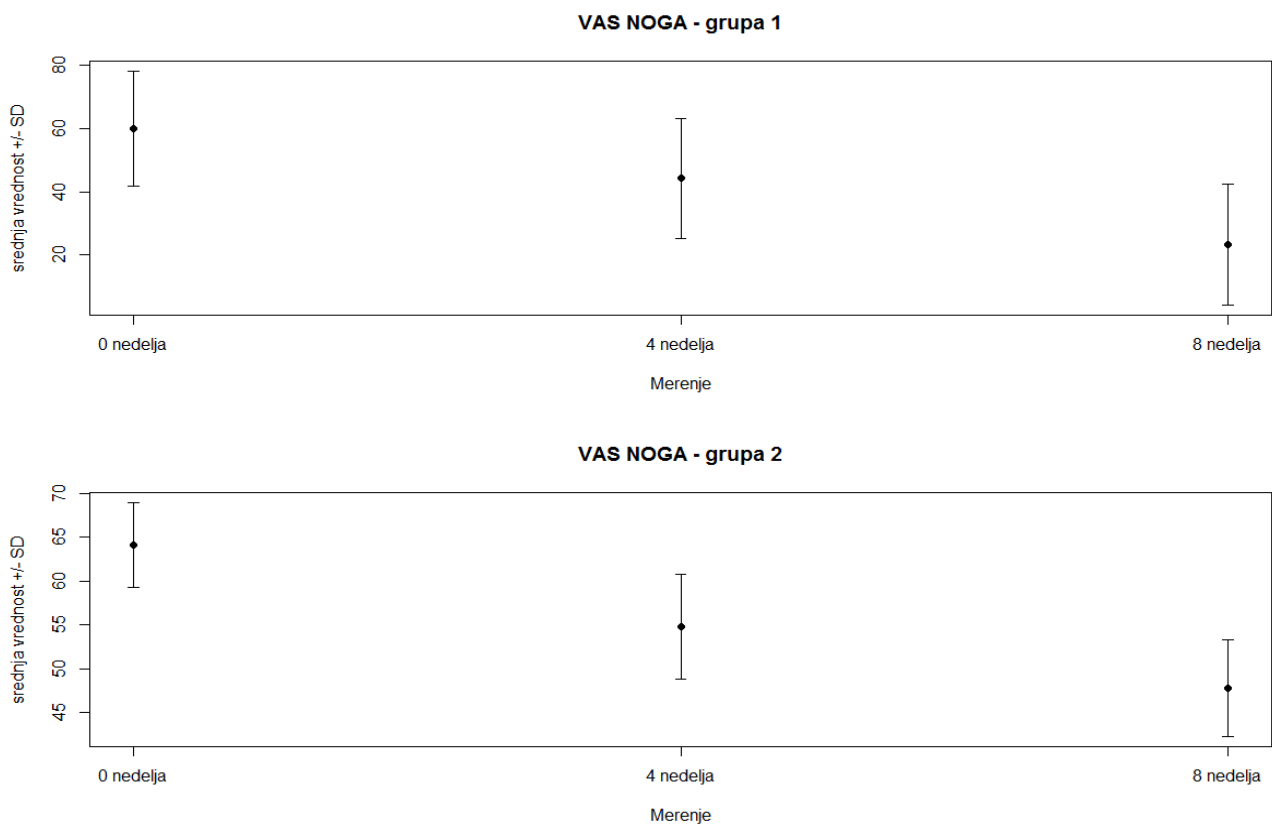
Deskriptivna statistika (srednja vrednost \pm SD) kliničkog parametra Intenzitet bola prema skali VAS LS, prikazana je na Slici 9. Srednja vrednost parametara intenzitet bola prema VAS ls za ispitanike grupe 1, na početku studije, iznosila je $59,4\pm 13,44$, posle 4 nedelje terapije $45,27\pm 12,66$ i posle 8 nedelja terapije iznosila je $22,75\pm 12,78$ (Slika 9, gore). Srednja vrednost ovog parametara za ispitanike grupe 2, na početku studije, iznosila je $61,44\pm 4,92$, posle 4 nedelje terapije $52,19\pm 5,01$ i posle 8 nedelja terapije, iznosila je $45,02\pm 4,73$ (Slika 9, dole). Nađena je statistička značajnost u svim intervalima testiranja u obe grupe.

Slika 9. Deskriptivni opis (srednja vrednost \pm SD) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: intenzitet bola u lumbalnom delu kičme prema skali VAS LS



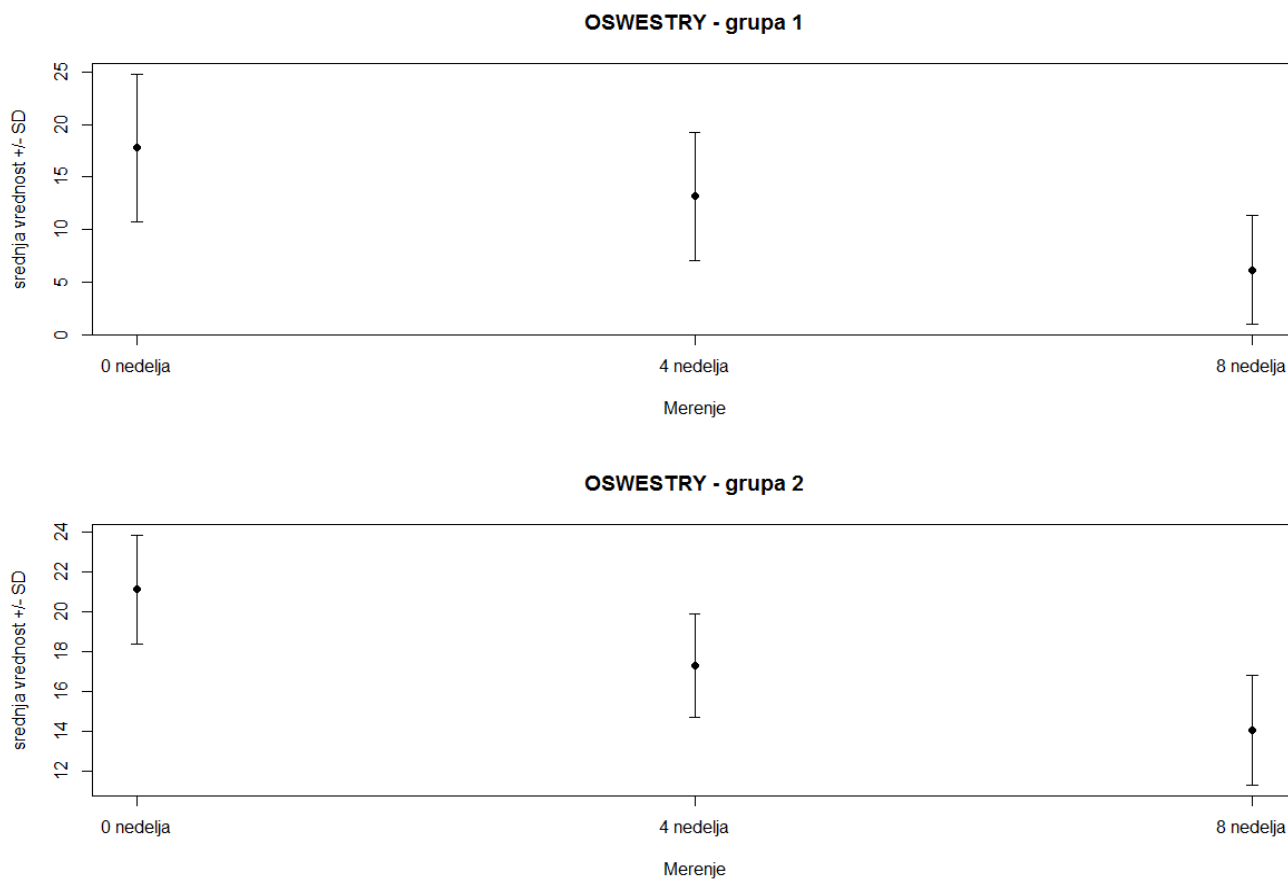
Deskriptivna statistika (srednja vrednost \pm SD) kliničkog parametra Intenzitet bola prema skali VAS za nogu, prikazana je na Slici 10. Srednja vrednost parametara intenzitet bola prema VAS za nogu za ispitanike grupe 1, na početku studije, iznosila je $60,05\pm 18,31$, posle 4 nedelje terapije $44,25\pm 18,91$ i posle 8 nedelja terapije iznosila je $23,17\pm 19,15$ (Slika 10, gore). Srednja vrednost ovog parametara za ispitanike grupe 2, na početku studije, iznosila je $64,12\pm 4,89$, posle 4 nedelje terapije $54,81\pm 5,96$ i posle 8 nedelja terapije, iznosila je $47,75\pm 5,56$ (Slika 10, dole). Nađena je statistička značajnost u svim intervalima testiranja u obe grupe.

Slika 10. Deskriptivni opis (srednja vrednost \pm SD) osnovnih karakteristika ispitanika obe grupe: intenzitet bola u lumbalnom delu kičme prema skali VAS za nogu



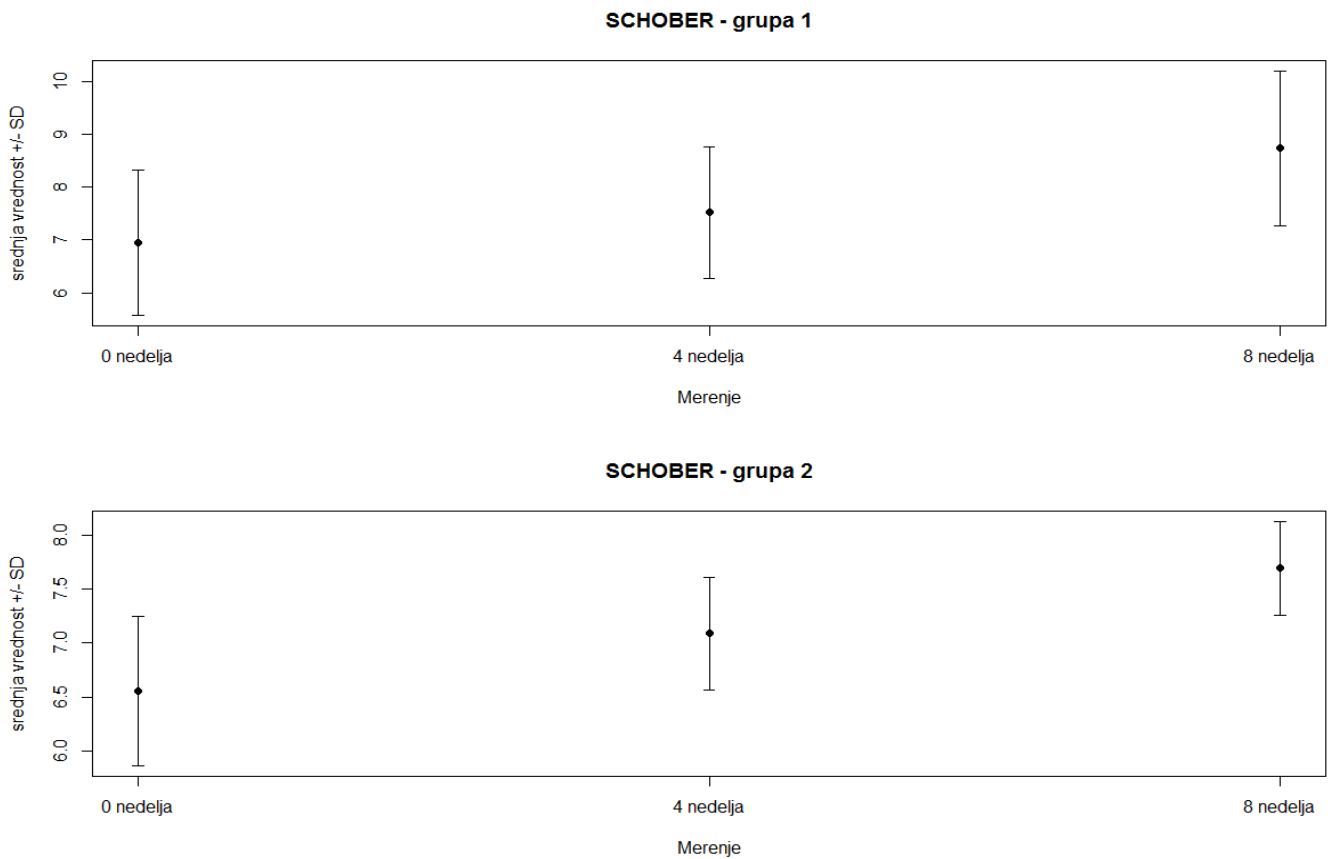
Deskriptivna statistika (srednja vrednost \pm SD) procene stepena onesposobljenosti prema ODI, prikazana je na Slici 11. Srednja vrednost parametra procene stepena onesposobljenosti prema ODI za ispitanike grupe 1, na početku studije iznosila je $17,77\pm 7,04$, posle 4 nedelje terapije $13,15\pm 6,11$ i posle 8 nedelja terapije, iznosila je $6,15\pm 5,20$ (Slika 11, gore). Srednja vrednost parametara procene stepena onesposobljenosti prema ODI za ispitanike grupe 2, na početku studije iznosila je $21,1\pm 2,74$, posle 4 nedelje terapije $17,27\pm 2,59$ i posle 8 nedelja terapije, iznosila je $14,05\pm 2,75$ (Slika 11, dole). Nađena je statistička značajnost u svim intervalima testiranja u obe grupe.

Slika 11. Deskriptivni opis (srednja vrednost \pm SD) procene stepena onesposobljenosti prema Oswestry indeksu (ODI) kod ispitanika obe grupe



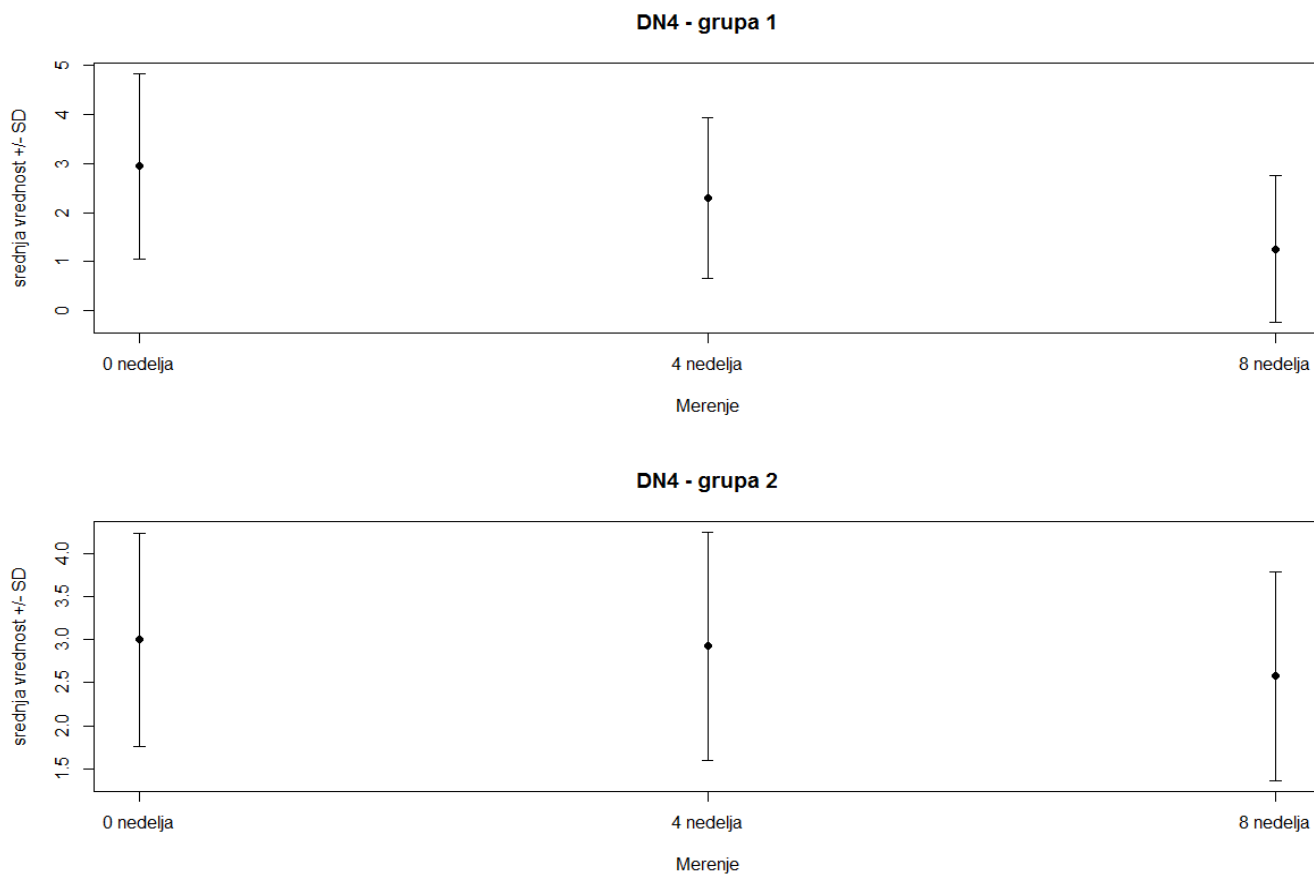
Deskriptivna statistika (srednja vrednost \pm SD) sagitalne pokretljivosti lumbalne kičme (Schober), prikazana je na Slici 12. Srednja vrednost sagitalne pokretljivosti kičme (Schober) za ispitanike grupe, na početku studije, iznosila je $6,95\pm 1,37$, posle 4 nedelje terapije $7,52\pm 1,24$ i posle 8 nedelja terapije, iznosila je $8,74\pm 1,46$ (Slika 12, gore). Srednja vrednost ovog parametara, za ispitanike grupe 2, na početku studije iznosila je $6,55\pm 0,69$, posle 4 nedelje terapije $7,09\pm 1,24$ i posle 8 nedelja terapije, iznosila je $7,69\pm 0,44$ (Slika 12, dole). Nađena je statistička značajnost u svim intervalima testiranja u obe grupe.

Slika 12. Deskriptivni opis (srednja vrednost \pm SD) sagitalne pokretljivosti lumbalne kičme (Schober) ispitanika obe grupe



Deskriptivna statistika (srednja vrednost \pm SD) skora DN4 testa za procenu neuropatske komponente bola, prikazana je na Slici 13. Srednja vrednost skora DN4 testa za procenu neuropatske komponente bola, za ispitanike grupe 1, na početku studije, iznosila je $2,95\pm 1,89$, posle 4 nedelje terapije $2,3\pm 1,63$ i posle 8 nedelja terapije, iznosila je $1,25\pm 1,49$ (Slika 13, gore). Srednja vrednost skora DN4 testa za procenu neuropatske komponente bola, za ispitanike grupe 2, na početku studije iznosila je $3\pm 1,24$, posle 4 nedelje terapije $2,92\pm 1,32$ i posle 8 nedelja terapije, iznosila je $2,57\pm 1,22$ (Slika 13, dole). Nađena je statistička značajnost u svim intervalima testiranja u grupi 1.

Slika 13. Deskriptivni opis (srednja vrednost \pm SD) skora DN4 testa za procenu neuropatske komponente bola ispitanika obe grupe



Rezultati poređenja parametara, opisanih na Slikama 9-13, prikazani su u Tabeli 2 i Tabeli 3. Poređeni su ishodi merenja pre terapije, posle 4 nedelje terapije i posle 8 nedelja terapije za svaki parametar u grupi 1 (Tabela 2).

Parametar Intenzitet bola (VAS LS): utvrđeno je visoko statistički značajno ($p < 0,001$) smanjenje srednje vrednosti intenziteta bola, prema skali VAS LS nakon 4 i 8 nedelja u grupi 1 (Tabela 2). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra intenzitet bola prema skali Vas ls u svim merenim vremenskim intervalima i u merenjima između 4 i 8 nedelja (Tabela 2).

Parametar Intenzitet bola (VAS za nogu): utvrđeno je visoko statistički značajno ($p < 0,001$) smanjenje srednje vrednosti intenziteta bola prema skali VAS za nogu nakon 4 i 8 nedelja u grupi 1 (Tabela 2). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra intenzitet bola, prema skali Vas za nogu, u svim merenim vremenskim intervalima, i u merenjima između 4 i 8 nedelja (Tabela 2).

Parametar procene stepena onesposobljenosti Oswestry: utvrđeno je visoko statistički značajno ($p < 0,001$) smanjenje srednje vrednosti stepena onesposobljenosti, meren ODI nakon 4 i 8 nedelja u grupi 1 (Tabela 2). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra stepena onesposobljenosti u svim merenim vremenskim intervalima, i u merenjima između 4 i 8 nedelja (Tabela 2).

Parametar sagitalna pokretljivost lumbalne kičme- Schober testom: srednja vrednost parametra sagitalna pokretljivost lumbalne kičme, izmerena pre terapije, se statistički značajno ne razlikuje od srednje vrednosti ovog parametara, izmerenog posle 4 nedelje ($p=0,06$). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra sagitalna pokretljivost lumbalne kičme posle 8 nedelja, i u merenjima između 4 i 8 nedelja (Tabela 2).

Parametar Procena neuropatske komponente bola DN 4 testom: srednja vrednost ovog parametra, izmerena pre terapije, se statistički značajno ne razlikuje od srednje vrednosti ovog parametara, izmerenog posle 4 nedelje ($p=0,09$) Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra sagitalna pokretljivost lumbalne kičme posle 8 nedelja, i u merenjima između 4 i 8 nedelja (Tabela 2).

Tabela 2. Poređenje kliničkih parametara izmerenih pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja u grupi 1

GRUPA 1	vrednosti pre terapije u odnosu na vred posle 4 nedelje	vrednosti pre terapije u odnosu na vred posle 8 nedelja	vrednosti posle 4 nedelje u odnosu na vred posle 8 nedelja	p-vrednost	test-statistika
Intenzitet bola (VAS LS)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	157.42
Intenzitet bola (VAS za nogu)	0.000267	< 0,001	< 0,001	< 0,001	77.30281
Stepen onesposobljenosti Oswestry	0.001074	< 0,001	< 0,001	< 0,001	71.08259
Sagitalna pokretljivost- Schober test	0.062692	< 0,001	0.000113	< 0,001	34.38204
Procena neuropatske komponente DN4	0.086957	< 0,001	0.006184	< 0,001	20.48989

U tabeli 3 prikazani su rezultati poređenja parametara izmerenih pre terapije, posle 4 nedelje terapije i posle 8 nedelja terapije za grupu 2 (Tabela 3).

Parametar Intenzitet bola (VAS LS): utvrđeno je statistički značajno ($p < 0,001$) smanjenje srednje vrednosti intenziteta bola prema skali VAS LS nakon 4 i 8 nedelja u grupi 2 (Tabela 3). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra intenzitet bola prema skali Vas ls u svim merenim vremenskim intervalima, i u merenjima između 4 i 8 nedelja za grupu 2 (Tabela 3).

Parametar Intenzitet bola (VAS za nogu): utvrđeno je statistički značajno ($p < 0,001$) smanjenje srednje vrednosti intenziteta bola prema skali VAS za nogu nakon 4 i 8 nedelja u grupi 2 (tabela 3). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra intenzitet bola, prema skali Vas za nogu, u svim merenim vremenskim intervalima, i u merenjima između 4 i 8 nedelja za grupu 2 (Tabela 3).

Parametar procene stepena onesposobljenosti Oswestry: utvrđeno je statistički značajno ($p < 0,001$) smanjenje srednje vrednosti stepena onesposobljenosti, meren ODI nakon 4 i 8 nedelja u grupi 2 (Tabela 3). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje

parametra stepena onesposobljenosti u svim merenim vremenskim intervalima, i u merenjima između 4 i 8 nedelja za grupu 2 (Tabela 3).

Parametar sagitalna pokretljivost lumbalne kičme Schober testom: Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra sagitalna pokretljivost lumbalne kičme posle 4 i 8 nedelja, i u merenjima između 4 i 8 nedelja za grupu 2 (Tabela 3).

Kod parametra procene neuropatske komponente bola DN4 testom, merenja izmerena pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja se statistički značajno ne razlikuju za grupu 2 ($p=0,133$)(Tabela 3).

Tabela 3. Poređenje kliničkih parametara izmerenih pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja u grupi 2

GRUPA 2	vrednosti pre terapije u odnosu na vrednosti posle 4 nedelje	vrednosti pre terapije u odnosu na vrednosti posle 8 nedelja	vrednosti posle 4 nedelje u odnosu na vrednosti posle 8 nedelja	p-vrednost	test-statistika
Intenzitet bola (VAS LS)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	224,88
Intenzitet bola (VAS za nogu)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	177.5084
Stepen onesposobljenosti Oswestry	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	137.3713
Sagitalna pokretljivost- Schober test	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	83.56095
Procena neuropatske komponente bola- DN4	0.11271	0.135201	0.152039	0.133819	2.278885

U Tabeli 4 prikazana je deskriptivna statistika obe grupe, kliničkih parametara Ukupan motorni Skor, Ukupan senzorni skor dodir, Ukupan senzorni skor ubod, Ukupan senzorni skor toplo/hladno, Ukupan senzorni skor vibracije, Ukupan motorni skor trup, izmerenih pre terapije, posle 4 nedelje terapije i posle 8 nedelja terapije za obe grupe. Svi parametri su procenjivani ukupnom ocenom prema ključnim motornim (gde je skor 50) i senzornim tačkama za dermatome od L1-S2 (gde je skor po 28), prema ASIA skali.

Tabela 4. Deskriptivna statistika kliničkih parametara izmerenih pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja

	Merenje	Grupa 1	Grupa 2
Ukupan motorni skor	1	42,95±5	37,95±1,99
	2	44,32±4,33	40,82±1,61
	3	47,65±4,33	42,29±1,57
Ukupan senzorni skor dodir	1	27,4±1,48	26,96±1,02
	2	27,4±1,48	27,22±1,06
	3	27,55±1,43	27,54±0,61
Ukupan senzorni skor ubod	1	27,4±1,48	26,85±1,58
	2	27,4±1,48	27,06±1,48
	3	27,55±1,43	27,26±1,04
Ukupan senzorni skor toplo/ hladno	1	27,72±0,75	26,98±1,61
	2	27,72±0,75	27,03±1,62
	3	27,87±0,52	27,30±1,12
Ukupan senzorni skor vibracije	1	27,5±1,43	27,57±0,79
	2	27,5±1,43	27,62±0,78
	3	27,62±1,37	27,62±0,78
Ukupan motorni skor trup	1	19,25±6,18	18±1,37
	2	21,22±5,57	20,26±1,29
	3	24,72±4,93	21,4±1,08

Rezultati poređenja parametara, opisanih u Tabeli 4, prikazani su u Tabeli 5 i Tabeli 6.

Parametar, Ukupni motorni skor, prema ASIA skali u grupi 1: srednja vrednost motornog skora merenog prema ASIA skali, izmerena pre terapije se statistički značajno ne razlikuje od srednje vrednosti ovog parametara, izmerenog posle 4 nedelje ($p=0,147$), Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra Ukupan motorni skor prema ASIA skali posle 4 i 8 nedelja, i u merenjima između 4 i 8 nedelja u grupi 1 (Tabela 5).

Parametar Ukupni motorni skor trupa prema ASIA skali u grupi 1: srednja vrednost parametra motorni skor, izmerenog pre terapije, se statistički značajno ne razlikuje od srednje vrednosti ovog parametara, izmerenog posle 4 nedelje ($p=0,116$). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra Ukupan motorni skor trupa prema ASIA skali posle 4 i 8 nedelja, i u merenjima između 4 i 8 nedelja u grupi 1 (Tabela 5).

Kod parametara Ukupan senzorni skor dodir, ukupan senzorni skor ubod, ukupan senzorni skor toplo/hladno, ukupan senzorni skor vibracije, prema ASIA skali, srednje vrednosti parametara izmerenih pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja se statistički značajno ne razlikuju u grupi 1 ($p=0,646$, $p=0,646$, $p=0,326$, $p=0,692$) (Tabela 5).

Tabela 5. Poređenje kliničkih parametara izmerenih pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja u grupi 1

GRUPA 1	vrednosti pre terapije u odnosu na vred posle 4 nedelje	vrednosti pre terapije u odnosu na vred posle 8 nedelja	vrednosti posle 4 nedelje u odnosu na vred posle 8 nedelja	p-vrednost	test-statistika
Ukupan motorni.skor	0.146807	< 0,001	0.000591	< 0,001	24.8353
Ukupan senzorni skor dodir	0.569821	0.652205	0.23625	0.646562	0.211343
Ukupan senzorni skor ubod	0.66058	0.582036	0.21003	0.646562	0.211343
Ukupan senzorni skor toplo/hladno	0.259201	0.320058	0.21356	0.325516	0.974759
Ukupan senzorni skor vibracije	0.589632	0.666201	0.70152	0.691781	0.157937
Ukupan motorni skor trup	0.11642	< 0,001	0.005928	< 0,001	19.30769

Parametar Ukupni motorni skor prema ASIA skali: Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra, motorni skor prema ASIA skali, posle 4 i 8 nedelja, i u merenjima između 4 i 8 nedelja u grupi 2 (Tabela 6).

Parametar Ukupni senzorni skor dodir prema ASIA skali: srednja vrednost ovog parametra, izmerenog pre terapije, se statistički značajno ne razlikuje, od srednje vrednosti ovog parametara, izmerenog posle 4 nedelje ($p=0,227$) i između 4 i 8 nedelja ($p=0,117$). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra ukupan senzorni skor dodir posle 8 nedelja u grupi 2 (Tabela 6).

Parametar Ukupni motorni skor trupa prema ASIA skali: Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,001$) poboljšanje parametra motorni skor trup posle 4 i 8 nedelja, i u merenjima između 4 i 8 nedelja u grupi 2 (Tabela 6).

Kod parametara ukupan senzorni skor ubod, ukupan senzorni skor toplo/hladno, ukupan senzorni skor vibracije prema ASIA skali, merenja izmerena pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja se statistički značajno ne razlikuju u grupi 2 ($p=0,159$, $p=0,323$, $p=0,775$) (Tabela 6).

Tabela 6. Poređenje kliničkih parametara izmerenih pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja u grupi 2

GRUPA 2	vrednosti pre terapije u odnosu na vred posle 4 nedelje	vrednosti pre terapije u odnosu na vred posle 8 nedelja	vrednosti posle 4 u odnosu na vred posle 8 nedelja	p-vrednost	test-statistika
Ukupan motorni skor	< 0,001	< 0,001	0.000262	< 0,001	121.1747
Ukupan senzorni skor dodir	0.22742	0.006141	0.117398	0.005934	7.852318
Ukupan senzorni skor ubod	0.18221	0.15510	0.112058	0.159944	1.999889
Ukupan senzorni skor toplo/hladno	0.25205	0.33289	0.27596	0.323093	0.984612
Ukupan senzorni skor vibracije	0.15311	0.819991	0.10562	0.775245	0.081897
Ukupan motorni skor trup	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	141.415

U Tabeli 7, prikazani su rezultati poređenja merenja pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja za parametre Test femoralnog istezanja obostrano, Test istezanja obostrano, Patelarni obostrano, Ahilov obostrano i Test nestabilnosti u proniranom položaju, koji karakterišu grupu 1. Očigledno je da ne postoji statistički značajna razlika između merenja pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja kod parametara Test femoralnog istezanja obostrano, Test istezanja obostrano, Patelarni obostrano, Ahilov obostrano u grupi 1 ($p > 0,05$). Kod parametra test istezanja u proniranom položaju, postoji statistički značajna razlika u broju ispitanika sa oznakom 1 (pozitivan) i oznakom 2 (negativan test) zabeleženih pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja ($p = 0,001$).

Tabela 7. Rezultati poređenja parametara pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja za grupu 1

Grupa 1	karakteristike parametra	pre terapije	posle 4 nedelje	posle 8 nedelja	p-vrednost
Test femoralisa levo	1	4	4	0	0,124
	2	36	36	40	
Test femoralisa desno	2	40	40	40	--
Test istežanja levo (Laseque)	1	35	38	39	0,312
	2	4	2	1	
	3	1	0	0	
Test istežanja desno (Laseque)	1	39	39	40	0,99
	2	1	1	0	
Patelarni levo	2	3	3	1	0,95
	3	36	36	38	
	4	1	1	1	
Patelarni desno	2	1	1	0	0,99
	3	39	39	40	
Ahilov levo	1	2	2	2	0,96
	2	4	4	2	
	3	33	33	35	
	4	1	1	1	
Ahilov desno	1	1	1	1	0,99
	2	2	2	1	
	3	37	37	38	
Test istežanja u proniranom položaju	1	30	30	8	0,001
	2	10	10	32	

U Tabeli 8, prikazani su rezultati poređenja merenja pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja za parametre Test femoralnog istežanja obostrano, Test istežanja obostrano (Laseque), Patelarni obostrano, Ahilov obostrano i test nestabilnosti u proniranom položaju, koji karakterišu grupu 2. Očigledno je da ne postoji statistički značajna razlika, između merenja pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja kod parametara Test femoralnog istežanja obostrano, Test istežanja obostrano, Patelarni obostrano, Ahilov obostrano i test nestabilnosti u proniranom položaju u grupi 2 ($p>0,05$).

Tabela 8. Rezultati poređenja merenja pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja za grupu 2

Grupa 2	karakteristike parametra	pre terapije	posle 4 nedelje	posle 8 nedelja	p-vrednost
Test femoralisa levo	2	40	40	40	--
Test femoralisa desno	2	40	40	40	--
Laseque levo	1	40	40	40	--
Laseque desno	1	40	40	40	--
Patelarni levo	2	2	2	2	0,99
	3	38	38	38	
Patelarni desno	2	2	2	2	0,99
	3	38	38	38	
Ahilov levo	2	2	2	2	0,99
	3	38	38	38	
Ahilov desno	2	2	2	2	0,99
	3	38	38	38	
Test nestabilnosti u proniranom položaju	1	26	26	20	0,95
	2	14	14	20	

4.2. Razlike kliničkih parametara ispitanika između grupe 1 i 2

U tabeli 9, prikazana je deskriptivna statistika razlike u merenjima (pre terapije – posle 4 nedelje, pre terapije – posle 8 nedelja i posle 4 nedelje – posle 8 nedelja) kod kliničkih parametara ispitanika grupe 1 i grupe 2. Takođe, u ovoj tabeli, prikazani su rezultati poređenja razlika merenja parametara između grupe 1 i grupe 2, u vidu p vrednosti i testa statistike. Na ovaj način, ustanovljeno je da li su ispitanici grupe 1 ili grupe 2, bolje napredovali.

Rezultati ispitivanja prikazanih u Tabeli 9 ukazuju sledeće:

Intenzitet bola (VAS LS): utvrđeno je statistički značajno ($p < 0,01$) smanjenje srednje vrednosti intenziteta bola, prema skali VAS LS nakon 4 i 8 nedelja grupe 1, u odnosu na grupu 2 (tabela 9). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,01$) poboljšanje parametra intenzitet bola prema skali Vas ls u svim merenim vremenskim intervalima, i u merenjima između 4 i 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2 (Tabela 9).

Intenzitet bola (VAS za nogu): utvrđeno je statistički značajno ($p < 0,01$) smanjenje srednje vrednosti intenziteta bola prema skali VAS za nogu nakon 4 i 8 nedelja grupe 1, u odnosu na grupu 2 (tabela 9). Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,01$) poboljšanje parametra intenzitet bola prema skali Vas za nogu, u svim merenim vremenskim intervalima, i u merenjima između 4 i 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2 (Tabela 9).

Procena funkcionalne onesposobljenosti, primenom ODI testa, je u toku perioda praćenja pokazala: da nema statističke značajnosti ($p=0,434$) u poboljšanju parametra funkcionalne onesposobljenosti primenom ODI testa posle 4 nedelje grupe 1, u odnosu na grupu 2. Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,01$) poboljšanje parametra funkcionalne onesposobljenosti, primenom ODI testa, posle 8 nedelja, i u merenjima između 4 i 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2 (Tabela 9).

Procena sagitalne pokretljivosti kičme, primenom Schober testa ukazuje: da nema statističke značajnosti ($p=0,637$) u poboljšanju parametra sagitalne pokretljivosti kičme posle 4 nedelje grupe 1, u odnosu na grupu 2. Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,01$) poboljšanje parametra sagitalne pokretljivosti kičme, posle 8 nedelja i u merenjima između 4 i 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2 (Tabela 9).

Procena neuropatske komponente bola DN4 upitnikom je pokazala: rezultati ispitivanja ukazuju na visoko statistički značajno ($p < 0,01$) poboljšanje parametra Procena neuropatske komponente bola posle 4 i 8 nedelja i u merenjima između 4 i 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2 (Tabela 9).

Tabela 9. Procena razlike u vrednostima parametara između grupe 1 i grupe 2

Parametri	Grupa	vrednosti pre terapije u odnosu na vred posle 4 nedelje	vrednosti pre terapije u odnosu na vred posle 8 nedelja	vrednosti posle 4 u odnosu na vred posle 8 nedelja
Intenzitet bola (VAS LS)	1	14,12±9,09	36,65±14,30	22,53±10,71
	2	9,25±4,25	16,41±3,54	7,16±3,62
	p	0,01	<0,01	<0,01
Intenzitet bola (VAS za nogu)	1	15,8±13,02	36,38±18,15	21,08±11,45
	2	9,31±2,82	16,36±3,84	7,06±4,27
	p	0,04	<0,01	<0,01
Stepen onesposobljenosti Oswestry	1	4,62±3,03	11,62±5,28	7±3,21
	2	3,82±1,66	7,05±1,68	3,22±1,54
	p	0,434	<0,01	<0,01
Sagitalna pokretljivost kičme -Schober	1	0,57±0,57	1,79±0,97	1,22±0,82
	2	0,54±0,34	1,14±0,54	0,61±0,38
	p	0,637	0,003	<0,01
Procena neuropatske komponente DN4	1	0,65±1	1,7±1,45	1,05±1,03
	2	0,08±0,42	0,42±0,67	0,35±0,53
	p	0,002	<0,01	<0,01

Rezultati ispitivanja motornih i senzornih skorova, prema ASIA skali prikazanih u Tabeli 10 ukazuju sledeće:

Ukupan motorni skor prema ASIA skali: Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,01$) poboljšanje parametra Ukupan motorni skor meren ASIA skalom posle 4 nedelje i između 4 i 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2. Rezultati ispitivanja su pokazali da nema statističke značajnosti ($p=0,728$) u poboljšanju parametra Ukupnog motornog skora merenog ASIA skalom posle 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2 (Tabela 10).

Ukupan senzorni skor dodir i ubod mereni ASIA skalom: Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno ($p < 0,01$; $p=0,16$) poboljšanje parametara Ukupan senzorni skor dodir i ubod mereni ASIA skalom posle 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2. Rezultati ispitivanja su pokazali da nema statističke značajnosti ($p=0,083$; $p=0,508$) u merenjima između 4 i 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2 (Tabela 10).

Ukupan senzorni skor toplo/hladno mereni ASIA skalom: Rezultati ispitivanja su pokazali da nema statističke značajnosti ($p=0,121$; $p=0,305$) u merenjima posle 8 nedelja i između 4 i 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2 (Tabela 10).

Ukupan senzorni skor vibracije mereni ASIA skalom: Rezultati ispitivanja su pokazali da nema statističke značajnosti ($p=0,638$) u merenju posle 8 nedelja grupe 1 u odnosu na grupu 2 (Tabela 10).

Ukupan motorni skor trup: Rezultati ispitivanja su pokazali visoko statistički značajno poboljšanje parametra Ukupan motorni skor meren ASIA skalom posle 4 nedelje ($p=0,04$), posle 8 nedelja ($p < 0,01$) i između 4 i 8 nedelja ($p < 0,01$) grupe 1 u odnosu na grupu 2 (Tabela 10).

Tabela 10. Procena razlike u vrednostima parametara između grupe 1 i grupe 2

Parametri	Grupa	vrednosti pre terapije u odnosu na vrednosti posle 4 nedelje	vrednosti pre terapije u odnosu na vrednosti posle 8 nedelja	vrednosti posle 4 nedelje u odnosu na vrednosti posle 8 nedelja
Ukupan motorni skor	1	1,37±1,67	4,7±3,01	3,32±2,45
	2	2,87±1,08	4,34±1,28	1,46±1,32
	p	<0,01	0,728	<0,01
Ukupan senzorni skor dodir	1	0	0,15±0,53	0,15±0,53
	2	0,25±0,49	0,57±0,67	0,32±0,62
	p	-	<0,01	0,083
Ukupan senzorni skor ubod	1	0	0,15±0,53	0,15±0,53
	2	0,24±0,53	0,44±0,71	0,2±0,52
	p	-	0,016	0,508
Ukupan senzorni skor toplo/hladno	1	0	0,15±0,58	0,15±0,58
	2	0,05±0,22	0,32±0,76	0,27±0,75
	p	-	0,121	0,305
Ukupan senzorni skor vibracije	1	0	0,12±0,52	0,12±0,52
	2	0,05±0,22	0,05±0,22	0
	p	-	0,638	-
Ukupan motorni skor trup	1	1,97±2,36	5,48±3,71	3,5±2,86
	2	2,26±0,77	3,4±1,12	1,14±1,12
	p	0,04	0,004	<0,01

4.3. Korelacija inicijalnih kliničkih parametara sa finalnim rezultatima

Korelaciona analiza urađena je da se utvrdi stepen zavisnosti, između primarnih promenljivih Intenziteta bola u lumbalnom delu kičme (Vas Ls), Intenziteta bola niz nogu (Vas Noga) i Stepena onesposobljenosti (ODI). Takođe, korelaciona analiza urađena je i da se utvrdi stepen zavisnosti, između primarnih promenljivih: Intenziteta bola prema skali Vas Ls i Vas za nogu i procene stepena onesposobljenosti-Oswestry i ostalih promenljivih ove studije. Posebno je urađena korelaciona analiza u okviru grupe 1 i u okviru grupe 2. Određen je Pearsonov korelacioni koeficijent, između dve posmatrane promenljive, koje su izmerene pre terapije, posle 4 nedelje terapije i posle 8 nedelje terapije, posebno.

Rezultati ispitivanja inicijalnih vrednosti ispitanika u grupi 1, prikazanih u Tabeli 11, ukazuju na sledeće:

- Intenzitet bola, prema skali VAS LS kod ispitanika u grupi 1 je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa stepenom onesposobljenosti ODI ($r=0,37$; $p<0,05$) i prisustvom neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=0,33$; $p<0,05$)(Tabela 11).
- Intenzitet bola, prema skali VAS za nogu kod ispitanika u grupi 1 je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa stepenom onesposobljenosti ODI ($r=0,33$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno ($r=0,34$; $p<0,05$)(Tabela 11).
- Stepem onesposobljenosti ODI kod ispitanika u grupi 1 je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa prisustvom neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=0,48$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa sagitalnom pokretljivošću kičme Schober testom ($r=-0,37$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti motornog skora merenog ASIA skalom ($r=-0,51$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti motornog skora za trup merenog ASIA skalom ($r=-0,46$; $p<0,05$) i Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno ($r=-0,55$; $p<0,005$)(Tabela 11).
- Sagitalna pokretljivost lumbalne kičme Schober testom, kod ispitanika u grupi 1, je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti motornog skora merenog ASIA skalom ($r=0,44$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti motornog skora za trup merenog ASIA skalom ($r=0,34$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir ($r=0,34$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod ($r=0,34$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog

skora toplo/hladno ($r=0,38$; $p<0,05$) i Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije ($r=0,38$; $p<0,05$)(Tabela 11).

- Ukupna vrednost motornog skora prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1 je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti motornog skora za trup merenog ASIA skalom ($r=0,69$; $p<0,05$) i Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno ($r=0,35$; $p<0,05$)(Tabela 11).
- Ukupna vrednost senzornog skora dodir prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1 je u perfektnoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod ($r=1,00$; $p<0,05$), visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno ($r=0,42$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije ($r=0,94$; $p<0,001$), Ukupnom vrednosti motornog skora za trup ($r=0,32$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola prema DN 4 testu ($r=-0,62$; $p<0,05$)(Tabela 11).
- Ukupna vrednost senzornog skora ubod prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1 je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno ($r=0,42$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije ($r=0,94$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti motornog skora za trup ($r=0,32$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola prema DN 4 testu ($r=-0,62$; $p<0,05$)(Tabela 11).
- Ukupna vrednost senzornog skora toplo/hladno prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1 je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije ($r=0,47$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti motornog skora za trup ($r=0,32$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola prema DN 4 testu ($r=-0,68$; $p<0,05$)(Tabela 11).
- Ukupna vrednost senzornog skora vibracije prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1 je u statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola prema DN 4 testu ($r=-0,60$; $p<0,05$)(Tabela 11).

U Tabeli 11, prikazani su Pearsonovi korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 1, izmereni pre terapije. Statistički značajni Pearsonovi korelacioni koeficijenti su označeni.

Tabela 11. Korelaciona analiza kliničkih parametara ispitanika grupe 1 izmerenih pre terapije

R	IB VAS LS 0	IB VAS DE 0	SO OSWESTRY 0	SP SCHOBER 0	UMS 0	USS dodir 0	USS ubod 0	USS toplo hladno0	USS vibracije 0	UMS trup 0	PNK DN4 0
IB VAS LS 0	1	0.16	0.37	-0.25	-0.2	-0.26	-0.26	-0.07	-0.24	-0.13	0.33
IB VAS DE 0	0.16	1	0.33	-0.09	-0.3	-0.14	-0.14	-0.34	-0.14	-0.2	0.25
SO OSWESTRY 0	0.37	0.33	1	-0.37	-0.51	-0.31	-0.31	-0.55	-0.3	-0.46	0.48
SP SCHOBER 0	-0.25	-0.09	-0.37	1	0.44	0.34	0.34	0.38	0.38	0.34	-0.31
UMS 0	-0.2	-0.3	-0.51	0.44	1	0.3	0.3	0.35	0.22	0.69	-0.22
USS dodir 0	-0.26	-0.14	-0.31	0.34	0.3	1	1	0.42	0.94	0.32	-0.62
USS ubod 0	-0.26	-0.14	-0.31	0.34	0.3	1	1	0.42	0.94	0.32	-0.62
USS toplo hladno 0	-0.07	-0.34	-0.55	0.38	0.35	0.42	0.42	1	0.47	0.32	-0.68
USS vibracije 0	-0.24	-0.14	-0.3	0.38	0.22	0.94	0.94	0.47	1	0.27	-0.6
UMS trup 0	-0.13	-0.2	-0.46	0.34	0.69	0.32	0.32	0.32	0.27	1	-0.27
PNK DN4 0	0.33	0.25	0.48	-0.31	-0.22	-0.62	-0.62	-0.68	-0.6	-0.27	1

Rezultati ispitivanja prikazanih u Tabeli 12, posle 4 nedelje tretmana, kod ispitanika u grupi 1, ukazuju na sledeće:

- Intenzitet bola, prema skali VAS LS kod ispitanika u grupi 1, posle 4 nedelje je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Intenzitetom bola prema skali VAS za nogu ($r=0,45$; $p<0,05$), Stepenom onesposobljenosti ODI ($r=0,39$; $p<0,05$) i prisustvom neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=0,43$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir merenog ASIA skalom ($r=-0,38$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod ($r=-0,38$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije ($r=-0,35$; $p<0,05$)(Tabela 12).
- Intenzitet bola prema skali VAS LS kod ispitanika u grupi 1, posle 4 nedelje je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Stepenom onesposobljenosti ODI ($r=0,56$; $p<0,05$) i prisustvom neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=0,39$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti motornog skora merenog ASIA skalom ($r=-0,51$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti motornog skora za trup merenog ASIA skalom ($r=-0,41$; $p<0,05$) (Tabela 12).
- Stepem onesposobljenosti ODI kod ispitanika u grupi 1, posle 4 nedelje je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa prisustvom neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=0,50$; $p<0,05$)) i obrnutoj korelaciji sa sagitalna pokretljivosti kičme Schober testom ($r=-0,35$ $p<0,05$), ukupnom vrednosti motornog skora merenog ASIA skalom ($r=-0,53$; $p<0,05$) i sa ukupnom vrednosti motornog skora za trup merenog ASIA skalom ($r=-0,37$; $p<0,05$) i sa ukupnom vrednosti senzornog skora toplo-hladno prema ASIA skali ($r=-0,37$; $p<0,05$)(Tabela 12).
- Sagitalna pokretljivost kičme Schober testom kod ispitanika u grupi 1, posle 4 nedelje je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti motornog skora merenog ASIA skalom ($r=0,36$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti motornog skora za trup merenog ASIA skalom ($r=0,34$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir prema ASIA skali ($r=0,34$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod prema ASIA skali ($r=0,34$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno prema ASIA skali ($r=0,33$; $p<0,05$)(Tabela 12)

- Ukupna vrednost motornog skora prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1, posle 4 nedelje je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa sa Ukupnom vrednosti motornog skora za trup merenog ASIA skalom ($r=0,70$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir prema ASIA skali ($r=0,34$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir prema ASIA skali ($r=0,34$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir prema ASIA skali ($r=0,34$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,32$; $p<0,001$)(Tabela 12).
- Ukupna vrednost senzornog skora dodir prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1, posle 4 nedelje je u perfektnoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa sa Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod merenog ASIA skalom ($r=1,00$; $p<0,05$) u visokoj statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno merenog ASIA skalom ($r=0,42$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije prema ASIA skali ($r=0,94$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti motornog skora trup prema ASIA skali ($r=0,32$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,57$; $p<0,05$)(Tabela 12).
- Ukupna vrednost senzornog skora ubod prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1, posle 4 nedelje je u visokoj statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno merenog ASIA skalom ($r=0,42$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije prema ASIA skali ($r=0,94$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti motornog skora trup prema ASIA skali ($r=0,32$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,57$; $p<0,05$)(Tabela 12).
- Ukupna vrednost senzornog skora toplo/hladno prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1, posle 4 nedelje je u visokoj statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije prema ASIA skali ($r=0,47$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,56$; $p<0,05$)(Tabela 12).
- Ukupna vrednost senzornog skora vibracije prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1, posle 4 nedelje je u visokoj statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti motornog skora trup prema ASIA skali ($r=0,32$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,51$; $p<0,05$)(Tabela 12).

U Tabeli 12, prikazani su Paersonov korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 1, izmereni posle 4 nedelje terapije (statistički značajni Pearsonovi korelacioni koeficijenti su označeni).

Tabela 12. Pearsonov korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 1 izmerenih posle 4 nedelje terapije

r	IB VAS LS 4	IB VAS DE 4	SO OSWESTRY 4	SP SCHOB ER 4	UMS 4	USS dodir 4	USS ubod 4	USS toplo hladno4	USS vibracij e 4	UMS trup 4	PNK DN4 4
IB VAS LS 4	1	0.45	0.39	-0.24	-0.28	-0.38	-0.38	-0.04	-0.35	-0.27	0.43
IB VAS DE 4	0.45	1	0.56	-0.16	-0.51	-0.19	-0.19	-0.21	-0.15	-0.41	0.39
SO OSWESTRY 4	0.39	0.56	1	-0.35	-0.53	-0.28	-0.28	-0.37	-0.25	-0.5	0.5
SP SCHOB ER 4	-0.24	-0.16	-0.35	1	0.36	0.34	0.34	0.25	0.4	0.34	-0.28
UMS 4	-0.28	-0.51	-0.53	0.36	1	0.34	0.34	0.33	0.23	0.7	-0.32
USS dodir 4	-0.38	-0.19	-0.28	0.34	0.34	1	1	0.42	0.94	0.36	-0.57
USS ubod 4	-0.38	-0.19	-0.28	0.34	0.34	1	1	0.42	0.94	0.36	-0.57
USS toplo hladno 4	-0.04	-0.21	-0.37	0.25	0.33	0.42	0.42	1	0.47	0.29	-0.56
USS vibracije 4	-0.35	-0.15	-0.25	0.4	0.23	0.94	0.94	0.47	1	0.32	-0.51
UMS trup 4	-0.27	-0.41	-0.5	0.34	0.7	0.36	0.36	0.29	0.32	1	-0.3
PNK DN4 4	0.43	0.39	0.5	-0.28	-0.32	-0.57	-0.57	-0.56	-0.51	-0.3	1

Rezultati ispitivanja prikazanih u Tabeli 13, posle 8 nedelja tretmana kod ispitanika u grupi 1, ukazuju na sledeće:

- Intenzitet bola prema skali VAS LS kod ispitanika u grupi 1, posle 8 nedelja je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Intenzitetom bola prema skali VAS za nogu ($r=0,75$; $p<0,05$), Stepenom onesposobljenosti ODI ($r=0,69$; $p<0,05$) i prisustvom neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=0,23$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti motornog skora merenog ASIA skalom ($r=-0,42$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir merenog ASIA skalom ($r=-0,39$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod ($r=-0,38$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije ($r=-0,36$; $p<0,05$)(Tabela 13).
- Intenzitet bola prema skali VAS za nogu kod ispitanika u grupi 1, posle 8 nedelja je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Stepenom onesposobljenosti ODI ($r=0,84$; $p<0,05$) i prisustvom neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=0,62$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti motornog skora merenog ASIA skalom ($r=-0,44$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti motornog skora za trup merenog ASIA skalom ($r=-0,54$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije ($r=-0,34$; $p<0,05$)(Tabela 13).
- Stepem onesposobljenosti ODI kod ispitanika u grupi 1, posle 4 nedelje je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa prisustvom neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=0,54$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti motornog skora merenog ASIA skalom ($r=-0,44$; $p<0,001$) i sa Ukupnom vrednosti motornog skora za trup merenog ASIA skalom ($r=-0,59$; $p<0,001$)(Tabela 13).
- Sagitalna pokretljivost kičme Schober testom kod ispitanika u grupi 1, posle 8 nedelja je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti motornog skora merenog ASIA skalom ($r=0,56$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti motornog skora za trup merenog ASIA skalom ($r=0,38$; $p<0,05$)(Tabela 13).
- Ukupna vrednost motornog skora trup prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1, posle 8 nedelja je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa sa Ukupnom vrednosti motornog skora merenog ASIA skalom ($r=0,57$; $p<0,05$)(Tabela 13).
- Ukupna vrednost senzornog skora dodir prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1, posle 8 nedelja je u perfektnoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa sa Ukupnom vrednosti

senzornog skora ubod merenog ASIA skalom ($r=1,00$; $p<0,05$), u visokoj statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije merenog ASIA skalom ($r=0,94$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,53$; $p<0,05$)(Tabela 13).

- Ukupna vrednost senzornog skora ubod prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1, posle 8 nedelja je u visokoj statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije prema ASIA skali ($r=0,94$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,53$; $p<0,05$)(Tabela 13).
- Ukupna vrednost senzornog skora toplo/hladno prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1, posle 8 nedelja je u visokoj statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije prema ASIA skali ($r=0,33$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,56$; $p<0,05$)(Tabela 13).
- Ukupna vrednost senzornog skora vibracije prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 1, posle 8 nedelja je u visokoj statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,53$; $p<0,05$)(Tabela 13).

U Tabeli 13, prikazani su Pearsonov korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 1, izmerenih posle 8 nedelje terapije (statistički značajni Pearsonovi korelacioni koeficijenti su označeni).

Tabela 13. Pearsonov korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 1 izmerenih posle 8 nedelja terapije

R	IB VAS LS 8	IB VAS DE 8	SO OSWESTRY 8	SP SCHOB ER 8	UMS 8	USS dodir 8	USS ubod 8	USS toplo hladno8	USS vibracije 8	UMS trup 8	PNK DN4 8
IB VAS LS 8	1	0.75	0.69	-0.11	-0.21	-0.39	-0.39	0.01	-0.36	-0.42	0.52
IB VAS DE 8	0.75	1	0.84	-0.31	-0.44	-0.36	-0.36	-0.23	-0.34	-0.54	0.62
SO OSWESTRY 8	0.69	0.84	1	-0.16	-0.44	-0.25	-0.25	-0.27	-0.23	-0.59	0.54
SP SCHOB ER 8	-0.11	-0.31	-0.16	1	0.56	0.26	0.26	0.14	0.3	0.38	-0.16
UMS 8	-0.21	-0.44	-0.44	0.56	1	0.27	0.27	0.25	0.14	0.57	-0.26
USS dodir 8	-0.39	-0.36	-0.25	0.26	0.27	1	1	0.3	0.94	0.29	-0.53
USS ubod 8	-0.39	-0.36	-0.25	0.26	0.27	1	1	0.3	0.94	0.29	-0.53
USS toplo hladno 8	0.01	-0.23	-0.27	0.14	0.25	0.3	0.3	1	0.33	0.14	-0.56
USS vibracije 8	-0.36	-0.34	-0.23	0.3	0.14	0.94	0.94	0.33	1	0.26	-0.53
UMS trup 8	-0.42	-0.54	-0.59	0.38	0.57	0.29	0.29	0.14	0.26	1	-0.31
PNK DN4 8	0.52	0.62	0.54	-0.16	-0.26	-0.53	-0.53	-0.56	-0.53	-0.31	1

Rezultati prikazani u Tabeli 14 koja se odnosi na vrednosti ispitanika na početku terapije u grupi 2, ukazuju sledeće:

- Intenzitet bola prema skali VAS LS kod ispitanika u grupi 2 je u visokoj, statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir merenog ASIA skalom ($r=-0,35$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod merenog ASIA skalom ($r=-0,40$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno merenog ASIA skalom ($r=-0,39$; $p<0,05$)(Tabela 14).
- Intenzitet bola prema skali VAS za nogu kod ispitanika u grupi 2 je u visokoj, statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa procenom sagitalne pokretljivosti lumbalne kičme Schober testom ($r=0,44$; $p<0,05$), Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir merenog ASIA skalom ($r=-0,55$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod ($r=-0,38$; $p<0,05$)(Tabela 14).
- Stepen onesposobljenosti ODI kod ispitanika u grupi 2 je u visokoj, statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa sa procenom sagitalne pokretljivosti lumbalne kičme Schober testom ($r=0,33$; $p<0,05$)(Tabela 14).
- Sagitalna pokretljivost kičme Schober testom kod ispitanika u grupi 2 je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir merenog ASIA skalom ($r=0,60$; $p<0,5$), sa Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod merenog ASIA skalom ($r=0,33$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije merenog ASIA skalom ($r=0,38$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,39$; $p<0,05$)(Tabela 14).
- Ukupna vrednost senzornog skora dodir prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 2 je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnim vrednostima senzornih skorova merenih ASIA skalom za ubod ($r=0,73$; $p<0,05$), toplo/hladno ($r=0,57$; $p<0,05$), vibracije ($r=0,44$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti motornog skora trup merenog ASIA skalom ($r=0,33$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,67$; $p<0,05$)(Tabela 14).
- Ukupna vrednost senzornog skora ubod prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 2 je u visokoj statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno prema ASIA skali ($r=0,85$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,72$; $p<0,05$)(Tabela 14).

- Ukupna vrednost senzornog skora toplo/hladno prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 2 je u visokoj statistički značajnoj obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,71$; $p<0,05$)(Tabela 14).
- Ukupna vrednost senzornog skora vibracije prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 2 je u visokoj statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,37$; $p<0,05$)(Tabela 14).

U Tabeli 14, prikazani su Pearsonov korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 2 izmereni pre terapije (statistički značajni Pearsonovi korelacioni koeficijenti su označeni).

Tabela 14. Pearsonov korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 2 izmerenih pre terapije

r	IB VAS LS 0	IB VAS DE 0	SO OSWESTRY 0	SP SCHOB ER 0	UMS 0	USS dodir 0	USS ubod 0	USS toplo hladno0	USS vibracije 0	UMS trup 0	PNK DN4 0
IB VAS LS 0	1	0.23	0.1	-0.25	-0.24	-0.35	-0.4	-0.39	0.01	-0.18	0.27
IB VAS DE 0	0.23	1	0.23	-0.44	-0.17	-0.55	-0.38	-0.25	-0.17	-0.26	0.13
SO OSWESTRY 0	0.1	0.23	1	-0.33	-0.02	-0.3	-0.18	-0.25	-0.12	0.18	0.15
SP SCHOB ER 0	-0.25	-0.44	-0.33	1	0.06	0.6	0.33	0.3	0.38	0.14	-0.39
UMS 0	-0.24	-0.17	-0.02	0.06	1	0.08	0.25	0.23	-0.03	0.3	-0.05
USS dodir 0	-0.35	-0.55	-0.3	0.6	0.08	1	0.73	0.57	0.44	0.33	-0.67
USS ubod 0	-0.4	-0.38	-0.18	0.33	0.25	0.73	1	0.85	0.2	0.23	-0.72
USS toplo hladno0	-0.39	-0.25	-0.25	0.3	0.23	0.57	0.85	1	0.31	0.16	-0.71
USS vibracije 0	0.01	-0.17	-0.12	0.38	-0.03	0.44	0.2	0.31	1	0.21	-0.37
UMS trup 0	-0.18	-0.26	0.18	0.14	0.3	0.33	0.23	0.16	0.21	1	-0.09
PNK DN4 0	0.27	0.13	0.15	-0.39	-0.05	-0.67	-0.72	-0.71	-0.37	-0.09	1

Rezultati prikazani u Tabeli 15 koji se odnose na vrednosti ispitanika grupe 2, posle 4 nedelje terapije, ukazuju na sledeće:

- Intenzitet bola, prema skali VAS LS kod ispitanika u grupi 2, posle 4 nedelje terapije je u visokoj, statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod merenog ASIA skalom ($r=-0,33$; $p<0,05$)(Tabela 15).
- Intenzitet bola, prema skali VAS za nogu kod ispitanika u grupi 2, posle 4 nedelje terapije je u visokoj, statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa procenom sagitalne pokretljivosti lumbalne kičme Schober testom ($r=-0,40$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir merenog ASIA skalom ($r=-0,43$; $p<0,05$)(Tabela 15).
- Stepen onesposobljenosti ODI kod ispitanika u grupi 2, posle 4 nedelje terapije je u visokoj, statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa sa procenom sagitalne pokretljivosti lumbalne kičme Schober testom ($r=-0,32$; $p<0,05$)(Tabela 15).
- Sagitalna pokretljivost kičme Schober testom kod ispitanika u grupi 2 je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir merenog ASIA skalom ($r=0,37$; $p<0,05$)(Tabela 15).

Gore je već pomenuta statistički značajna korelacija između parametra vrednosti ukupan motorni skor prema ASIA skali i drugih parametara.

- Ukupna vrednost senzornog skora dodir prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 2, posle 4 nedelje terapije je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa sa Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod merenog ASIA skalom ($r=0,67$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno merenog ASIA skalom ($r=0,49$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije merenog ASIA skalom ($r=0,47$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti motornog skora trup merenog ASIA skalom ($r=0,37$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,62$; $p<0,05$)(Tabela 15).
- Ukupna vrednost senzornog skora ubod prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 2, posle 4 nedelje terapije je u visokoj statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno prema ASIA skali ($r=0,84$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti motornog skora trup merenog ASIA skalom ($r=0,37$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,68$; $p<0,05$)(Tabela 15).

- Ukupna vrednost senzornog skora toplo/hladno prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 2, posle 4 nedelje terapije je u visokoj statistički značajnoj obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,69$; $p<0,05$)(Tabela 15).

U Tabeli 15, prikazani su Pearsonov korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 2 izmereni posle 4 nedelje terapije. U Tabeli 15, statistički značajni Pearsonovi korelacioni koeficijenti su označeni.

Tabela 15. Pearsonovi korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 2 izmerene posle 4 nedelje terapije

r	IB VAS LS 4	IB VAS DE 4	SO OSWES TRY 4	SP SCHOBER 4	UMS 4	USS dodir 4	USS ubod 4	USS toplo hladno4	USS vibracije 4	UMS trup 4	PNK DN4 4
IB VAS LS 4	1	-0.09	-0.1	0.07	-0.09	-0.08	-0.33	-0.29	-0.07	0.15	0.18
IB VAS DE 4	-0.09	1	0.24	-0.4	-0.29	-0.43	-0.31	-0.21	-0.16	-0.28	0.08
SO ODI 4	-0.1	0.24	1	-0.32	-0.19	-0.06	-0.12	-0.14	0.06	0.04	0.1
SP SCHOBER 4	0.07	-0.4	-0.32	1	0.27	0.37	0.31	0.17	0.17	0.19	-0.31
UMS 4	-0.09	-0.29	-0.19	0.27	1	0.09	0.28	0.11	0.07	0.18	0.1
USS dodir 4	-0.08	-0.43	-0.06	0.37	0.09	1	0.67	0.49	0.47	0.37	-0.62
USS ubod 4	-0.33	-0.31	-0.12	0.31	0.28	0.67	1	0.84	0.19	0.37	-0.68
USS toplo hladno 4	-0.29	-0.21	-0.14	0.17	0.11	0.49	0.84	1	0.29	0.24	-0.69
USS vibrac.4	-0.07	-0.16	0.06	0.17	0.07	0.47	0.19	0.29	1	0.25	-0.3
UMS trup 4	0.15	-0.28	0.04	0.19	0.18	0.37	0.37	0.24	0.25	1	-0.23
PNK DN4 4	0.18	0.08	0.1	-0.31	0.1	-0.62	-0.68	-0.69	-0.3	-0.23	1

Rezultati, prikazani u Tabeli 16, koja se odnosi navrednosti ispitanika merenih posle 8 nedelja u grupi 2, ukazuju na sledeće:

- Intenzitet bola prema skali VAS LS kod ispitanika u grupi 2, posle 8 nedelja terapije je u visokoj, statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod merenog ASIA skalom ($r=-0,42$; $p<0,05$) i sa sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno merenog ASIA skalom ($r=-0,35$; $p<0,05$)(Tabela 16).
- Intenzitet bola, prema skali VAS za nogu kod ispitanika u grupi 2, posle 8 nedelje terapije je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa procenom sagitalne pokretljivosti lumbalne kičme Schober testom ($r=0,34$; $p<0,05$) i sa Ukupnom vrednosti senzornog skora dodir merenog ASIA skalom ($r=-0,43$; $p<0,05$)(Tabela 16).
- Sagitalna pokretljivost kičme Schober testom kod ispitanika u grupi 2, posle 8 nedelje terapije je u visokoj, statistički značajnoj, obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,38$; $p<0,05$)(Tabela 16).
- Ukupna vrednost senzornog skora dodir prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 2, posle 8 nedelja terapije je u visokoj, statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa sa Ukupnom vrednosti senzornog skora ubod merenog ASIA skalom ($r=0,59$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno merenog ASIA skalom ($r=0,47$; $p<0,05$), sa Ukupnom vrednosti senzornog skora vibracije merenog ASIA skalom ($r=0,63$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,39$; $p<0,05$)(Tabela 16).
- Ukupna vrednost senzornog skora ubod prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 2, posle 8 nedelja terapije je u visokoj statistički značajnoj, direktnoj korelaciji sa Ukupnom vrednosti senzornog skora toplo/hladno prema ASIA skali ($r=0,83$; $p<0,05$) i obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,57$; $p<0,05$)(Tabela 16).
- Ukupna vrednost senzornog skora toplo/hladno prema ASIA skali kod ispitanika u grupi 2, posle 8 nedelja terapije je u visokoj statistički značajnoj obrnutoj korelaciji sa vrednosti neuropatske komponente bola DN 4 testom ($r=-0,61$; $p<0,05$)(Tabela 16).

U Tabeli 16, prikazani su Pearsonov korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 2 izmereni posle 8 nedelja terapije (statistički značajni Pearsonovi korelacioni koeficijenti su označeni).

Tabela 16. Pearsonov korelacioni koeficijenti za kliničke parametre ispitanika grupe 2 izmerenih posle 8 nedelja terapije

r	IB VAS LS 8	IB VAS DE 8	SO OSWESTRY 8	SP SCHOBER 8	UMS 8	USS dodir 8	USS ubod 8	USS toplo hladno8	USS vibracije 8	UMS trup 8	PNK DN4 8
IB VAS LS 8	1	0.26	0.15	-0.01	-0.16	-0.12	-0.42	-0.35	0.05	-0.02	0.02
IB VAS DE 8	0.26	1	0.34	-0.01	-0.09	-0.24	-0.31	-0.22	-0.09	-0.24	0.15
SO OSWESTRY 8	0.15	0.34	1	-0.26	-0.25	-0.27	-0.25	-0.29	-0.06	-0.15	0.17
SP SCHOBER 8	-0.01	-0.01	-0.26	1	0.27	0.27	0.27	0.09	0.12	0.29	-0.38
UMS 8	-0.16	-0.09	-0.25	0.27	1	0.16	0.28	0.19	0.06	0.24	-0.01
USS dodir 8	-0.12	-0.24	-0.27	0.27	0.16	1	0.59	0.47	0.63	0.3	-0.39
USS ubod 8	-0.42	-0.31	-0.25	0.27	0.28	0.59	1	0.83	0.21	0.29	-0.57
USS toplo hladno 8	-0.35	-0.22	-0.29	0.09	0.19	0.47	0.83	1	0.29	0.14	-0.61
USS vibracije 8	0.05	-0.09	-0.06	0.12	0.06	0.63	0.21	0.29	1	0.06	-0.2
UMS trup 8	-0.02	-0.24	-0.15	0.29	0.24	0.3	0.29	0.14	0.06	1	-0.26
PNK DN4 8	0.02	0.15	0.17	-0.38	-0.01	-0.39	-0.57	-0.61	-0.2	-0.26	1

U nastavku su prezentovani rezultati korelacione analize, kojom smo želeli da ispitamo stepen zavisnosti između primarnih parametara intenziteta bola merenih skalama Vas Ls i Vas za nogu i procene stepena onesposobljenosti prema Oswestry skor, izmerenih pre terapije, posle 4 nedelje i posle 8 nedelja sa bazičnim karakteristikama ispitanika, posebno u okviru grupe 1 i grupe 2. U Tabeli 17 predstavljeni su samo statistički značajni korelacioni koeficijenti ($p < 0,05$) između posmatranih parametara ispitanika grupe 1.

Rezultati iz Tabele 17, ukazuju da postoji direktna povezanost parametra Intenzitet bola prema skali Vas Ls, izmeren pre terapije ($r=0,40$) i posle 4 nedelje terapije ($p=0,39$) sa godinama starosti i sa trajanjem epizode bola ($p=0,33$). Parametar Intenzitet bola prema skali Vas za nogu izmeren posle 4 nedelje terapije ($p=0,49$) i posle 8 nedelja terapije ($p=0,49$) i BMI ($p=0,49$) je u direktnoj vezi sa godinama starosti i u obrnutoj vezi sa upotrebom lekova ($\rho=-0,33$). Parametar procena stepena onesposobljenosti Oswestry skorom, izmeren pre terapije, je u direktnoj vezi sa godinama starosti ($p=0,41$). Parametar procena stepena onesposobljenosti Oswestry skorom, izmeren posle 4 nedelje terapije ($p=0,42$) i posle 8 nedelja ($p=0,33$), je u direktnoj vezi sa sa godinama starosti i sa parametrom BMI ($p=0,37$).

U tabeli 17 su označene statistički značajne vrednosti korelacionih koeficijenata.

Tabela 17. Statistički značajni korelacioni koeficijenti ($p<0,05$) između posmatranih parametara ispitanika grupe 1

Grupa 1	Starost*	BMI*	Trajanje epizode bola**	Upotreba lekova**
I.B. VAS LS 0 ¹	0.40	0.27	0.25	-0.27
I.B. VAS.LS 4n ²	0.39	0.25	0.33	-0.31
I.B. VAS.noga 4n ²	0.49	0.49	0.21	-0.33
I.B. VAS.noga 8n ³	0.32	0.40	0.1	-0.27
Stepen onesp. ODI 0 ¹	0.41	0.19	0.13	-0.23
Stepen onesp. ODI 4n ²	0.42	0.31	0.17	-0.28
Stepen onesp. ODI 8n ³	0.33	0.37	0.12	-0.18

* - Pearsonov korelacioni koeficijent (r), **-Spirmanov korelacioni koeficijent (ρ), 1-parametar je izmeren pre terapije, 2- parametar je izmeren posle 4 nedelje terapije, 2- parametar je izmeren posle 8 nedelja terapije

U Tabeli 18, predstavljeni su samo statistički značajni korelacioni koeficijenti ($p<0,05$) između posmatranih parametara ispitanika grupe 2.

Rezultati iz Tabele 18, ukazuju da je parametar Intenzitet bola prema skali Vas za nogu, izmeren pre terapije u obrnutoj vezi sa parametrom, koji se odnosi na to da li je zbog lumbalnog bola kontaktirana hitna pomoć ($\rho=-0,33$) i u obrnutoj je vezi sa parametrom Druge bolesti tj. prisustvom pridruženih bolesti ($\rho=-0,37$). Parametar Intenzitet bola prema skali Vas za nogu, izmeren posle 4 nedelje terapije

je u direktnoj vezi sa parametrom Očekivanja do sada ($\rho=0,38$) i u obrnutoj vezi sa parametrom Druge bolesti ($\rho=-0,36$). Parametar Intenzitet bola prema skali Vas za nogu, izmeren posle 8 nedelja terapije, je u obrnutoj vezi sa parametrom Učestalost epizoda bola ($\rho=-0,32$).

U Tabeli 18 su označene statistički značajne vrednosti korelacionih koeficijenata .

Tabela 18. Statistički značajni korelacioni koeficijenti ($p<0,05$) između posmatranih parametara ispitanika grupe 2

Grupa 2	Učestalost epizoda bola**	Hitna pomoć**	Očekivanja do sada**	Druge bolesti**
Intenzitet bola VAS Noga 0 ¹	-0.19	-0.33	0.3	-0.37
Intenzitet bola Vas Noga 4n ²	-0.05	-0.25	0.38	-0.36
Intenzitet bola Vas Noga 8n ³	-0.32	-0.1	0.18	-0.24

* - Pearsonov korelacioni koeficijent (r), **-Spirmanov korelacioni koeficijent (ρ), 1-parametar je izmeren pre terapije, 2- parametar je izmeren posle 4 nedelje terapije, 2- parametar je izmeren posle 8 nedelja terapije

4.4. Višestruka linearna regresija

Uticaj inicijalnih parametara intenziteta bola određivanog skalom Vas LS i VAS noga i stepena onesposobljenosti ODI, na krajnji rezultat istih parametara, ispitan je pomoću višestruke linearne regresije za ispitanike obe grupe.

Multikolinearnost, između nezavisnih faktora, određena je pomoću inflatornog faktora varijansi (eng. variance inflation factor – VIF). Ukoliko je za posmatrani parametar $VIF>4$, smatra se da taj parametar visoko korelira sa ostalim nezavisnim parametrima i isključen je iz modela.

U Tabeli 19, prikazani su rezultati višestruke linearne regresije, odnosno, testiran je uticaj inicijalnih karakteristika ispitanika na intenzitet bola prema skali VAS za nogu, izmerenog posle 8 nedelja terapije grupe 1.

Vrednosti F testa pokazuju da je regresioni model predstavljen u Tabeli 19 dobar ($p=0,0025$).

Rezultati prikazani u Tabeli 19, ukazuju da parametar, koji statistički značajno utiče na Intenzitet bola prema skali VAS za nogu, izmerenog posle 8 nedelja terapije kod ispitanika grupe 1 je Intenzitet bola prema skali Vas LS izmeren na početku studije ($\beta=0,275$; $p=0,045$). Inicijalni parametar Test nestabilnosti u proniranom položaju ($\beta=-7,509$; $p=0,073$) je granično statistički značajan. (Tabela 19).

Vas Noga (0) – parametar Vas Noga izmeren pre terapije

Vas Noga (8) – parametar Vas Noga izmeren posle 8 nedelja terapije

Tabela 19. Rezultati višetrake linearne regresije, VAS Noga, grupa 1

Inicijalni parametri		β	SE	test statistika	P
(Intercept)		16,201	15,979	1,014	0.317
Intenzitet bola VAS LS (0)		0,275	0,132	2,081	0.045*
Intenzitet bola VAS noga (0)		0,153	0,097	1,580	0.123
Test nestabilnosti u proniranom položaju		-7,509	4,063	1,848	0.073#
F test	test statistika	5,062			
	p vrednost	0,0025			

#-granična statistička značajnost ($0,1 < p < 0,05$), *-statistički značajna vrednost ($p < 0,05$)

U Tabeli 20, prikazani su rezultati višetrake linearne regresije, odnosno, testiran je uticaj inicijalnih karakteristika ispitanika na intenzitet bola prema skali VAS LS, izmerenog posle 8 nedelja terapije grupe 1.

Vrednosti F testa pokazuju, da je regresioni model, predstavljen u Tabeli 20, dobar ($p < 0,001$).

Rezultati prikazani u Tabeli 20, ukazuju da inicijalni parametri, koji statistički značajno utiču na intenzitet bola prema skali VAS LS, izmeren posle 8 nedelja terapije kod ispitanika grupe 1, su intenzitet bola prema skali Vas za nogu (0) ($\beta=0,412$; $p=0,008$), funkcionalni status onesposobljenosti (ODI) ($\beta=0,539$; $p=0,016$) i indeks mase BMI ($\beta=1,087$; $p=0,075$ -granično) (Tabela 20).

Vas LS (0) – parametar Vas LS izmeren pre terapije

Vas LS (8) – parametar Vas LS izmeren posle 8 nedelja terapije

Tabela 20. Rezultati višetrake linearne regresije, VAS LS, grupa 1

Inicijalni parametri		β	SE	test statistika	P
(Intercept)		-39,37	15,464	-2.546	0.015
Intenzitet bola VAS noga (0)		0,412	0,148	2,772	0.008*
Stepen onesposobljenosti ODI (0)		0,539	0.377	1,429	0.016*
BMI		1,087	0,584	1,859	0.075#
F test	test statistika	7,589			
	p vrednost	<0,001			

#-granična statistička značajnost ($0,1 < p < 0,05$), *-statistički značajna vrednost ($p < 0,05$)

U Tabeli 21, prikazani su rezultati višestruke linearne regresije, odnosno, testiran je uticaj karakteristika ispitanika na procenu stepena onesposobljenosti prema Oswestry skor, izmerenog posle 8 nedelja terapije grupe 1.

Vrednosti F testa pokazuju de je regresioni model predstavljen u Tabeli 21 dobar ($p < 0,001$).

Rezultati prikazani u Tabeli 21, ukazuju da inicijalni parametri, koji statistički značajno utiču na vrednost Stepena onesposobljenosti prema Oswestry skor, izmerenu posle 8 nedelja terapije kod ispitanika grupe 1 su intenzitet bola prema skali Vas Ls (0) ($\beta = 0,115$; $p = 0,007$), Intenzitet bola prema skali Vas za nogu (0) ($\beta = 0,097$; $p = 0,001$), Stepen funkcionalne onesposobljenosti (ODI) (0) ($\beta = 0,522$; $p < 0,001$) i Test nestabilnosti u proniranom položaju ($p = 0,005$) (tabela 21).

Oswestry (0) – parametar Oswestry izmeren pre terapije

Oswestry (8) – parametar Oswestry izmeren posle 8 nedelja terapije

Tabela 21. Rezultati višestruke linearne regresije, Oswestry, grupa 1

Inicijalni parametri		β	SE	test statistika	P
(Intercept)		-35,669	11,505	-3,100	0,005
Intenzitet bola Vas Ls (0)		0,115	0,039	-2,937	0,007*
Intenzitet bola Vas noga (0)		0,097	0,025	3,825	0,001*
Stepen onesposobljenosti ODI (0)		0,522	0,091	5,741	<0,001*
Test nestabilnosti u proniranom položaju		-3,362	1,095	3,069	0,005*
F test	test statistika	10,36			
	p vrednost	<0,001			

#-granična statistička značajnost ($0,1 < p < 0,05$), *-statistički značajna vrednost ($p < 0,05$)

U Tabeli 22, prikazani su rezultati višestruke linearne regresije, odnosno, testiran je uticaj inicijalnih karakteristika ispitanika na Intenzitet bola prema skali VAS LS, izmerenog posle 8 nedelja terapije grupe 2.

Vrednosti F testa pokazuju de je regresioni model predstavljen u Tabeli 22 dobar ($p < 0,001$).

Rezultati prikazani u Tabeli 22, ukazuju da inicijalni parametri, koji statistički značajno utiču na Intenzitet bola prema skali Vas Ls izmerenog posle 8 nedelja terapije kod ispitanika grupe 2 su Intenzitet bola prema skali Vas Ls (0) ($\beta = 0,661$; $p < 0,001$) i sagitalna pokretljivost prema Schober testu ($\beta = -1,614$; $p = 0,047$) (tabela 22).

Tabela 22. Rezultati višestruke linearne regresije, VAS LS, grupa 2

Inicijalni parametri	β	SE	test statistika	P
(Intercept)	5,437	15,735	0,346	0.732
Intenzitet bola Vas Ls (0)	0,661	0,115	5,754	<0,001*
Sagitalna pokretljivost Schober	-1,614	0.783	2,060	0,047*
F test	test statistika	9,65		
	p vrednost	<0,001		

#-granična statistička značajnost ($0,1 < p < 0,05$), *-statistički značajna vrednost ($p < 0,05$)

U Tabeli 23, prikazani su rezultati višestruke linearne regresije, odnosno, testiran je uticaj inicijalnih karakteristika ispitanika na Intenzitet bola prema VAS za nogu, izmerenog posle 8 nedelja terapije grupe 2.

Vrednosti F testa pokazuju de je regresioni model predstavljen u Tabeli 23 dobar ($p < 0,001$).

Rezultati prikazani u Tabeli 23, ukazuju da inicijalni parametri, koji statistički značajno utiču na Intenzitet bola prema skali Vas za nogu, izmerenog posle 8 nedelja terapije kod ispitanika u grupi 2 su Starost ($\beta = 0,214$; $p = 0,005$), Intenzitet bola prema skali Vas za nogu (0) ($\beta = 0,963$; $p < 0,001$), Sagitalna pokretljivost Schober testom ($\beta = -3,509$; $p = 0,003$), prisustvo neuropatske komponente bola DN4 testom ($\beta = 1.121$; $p = 0,059$ -granično) i funkcionalni status onesposobljenosti ODI ($\beta = 0.377$; $p = 0,083$ -granično)(tabela 23).

Tabela 23. Rezultati višetrake linearne regresije, VAS Noga, grupa 2

Inicijalni parametri		β	SE	test statistika	P
(Intercept)		-28,646	18,475	-1,551	0,133
Starost		0,214	0,071	-3,049	0,005*
Intenzitet bola VAS noga (0)		0,963	0,127	7,473	<0,001*
Sagitalna pokretljivost Schober		-3,509	1,109	3,163	0,003*
PNK DN4		1,121	0,572	1,961	0,059#
Stepen onesposobljenosti Oswestry skor (0)		0,377	0,213	1,768	0,083#
F test	test statistika	10,41			
	p vrednost	<0,001			

#-granična statistička značajnost ($0,1 < p < 0,05$), *-statistički značajna vrednost ($p < 0,05$)

U Tabeli 24, prikazani su rezultati višestrake linearne regresije, odnosno, testiran je uticaj inicijalnih karakteristika ispitanika na procenu stepena onesposobljenosti prema Oswestry skor, izmerenog posle 8 nedelja terapije grupe 2.

Vrednosti F testa pokazuju de je regresioni model predstavljen u Tabeli 24 dobar ($p < 0,001$).

Rezultati prikazani u Tabeli 24, ukazuju da inicijalni parametar koji statistički značajno utiče na stepen onesposobljenosti (ODI), izmeren posle 8 nedelja terapije kod ispitanika u grupi 2 je sagitalna pokretljivost kičme Schober testom ($\beta = -0,886$; $p = 0,054$ -granično)(tabela 24).

Tabela 24. Rezultati višetrake linearne regresije, Oswestry, grupa 2

Inicijalni parametri		β	SE	test statistika	P
(Intercept)		3,368	8,68	0,398	0,722
BMI		0,147	0,069	2,128	0,042
Oswestry		0,775	0,102	7,267	<0,001
Schober		-0,886	0,442	-2,003	0,054#
F test	test statistika	12,74			
	p vrednost	<0,001			

#-granična statistička značajnost ($0,1 < p < 0,05$), *-koeficijent determinacije

5. Diskusija

Koncept vežbi lumbalne stabilizacije dugo je u fokusu istraživača. Zapažene su određene promene muskulature kod pacijenata sa bolom u donjem delu leđa. (124). Knutsson sa sar. je pokazao da 60% pacijenata sa diskus hernijom, imaju patološki izmenjene mišiće (125), dok Hides sa sar. jasno ukazuje na smanjenje poprečnog preseka *m. multifidus* na ipsilateralnoj strani diskus hernije (126). Pri ovim poremećajima, javljaju se i retrakcija zglobne kapsule, denervacija, ishemija i ograničena upotreba mišića (124), kao i poremećaji obrazaca aktivacije. Zato je važno ispitati da li pravilno postavljen i doziran program vežbi, može uticati na redukciju intenziteta bola i stepena funkcionalne onesposobljenosti.

Vežbe lumbalne stabilizacije, zasnivaju se na izvođenju pokreta zadržavajući neutralnu poziciju lumbalne kičme. Razjašnjavanje efekata vežbi lumbalne stabilizacije sa torakalnom mobilizacijom kroz pojačanu i ciljanu aktivaciju dubokih stabilizatora lumbo-sakralne kičme, od velikog je značaja za razvoj kineziterapije. Dosadašnja ispitivanja su, uglavnom, pokazivala da vežbe stabilizacije značajno redukuju intenzitet bola i stepen funkcionalne onesposobljenosti kod pacijenata sa HLB-om. Postoje i istraživanja sa drugačijim rezultatima, gde nisu nađene signifikantne razlike u redukciji bola. To i nije iznenađujuće, jer je pristup vežbi, često bio takav da su u toku njihovog izvođenja pojačavao intradiskalni pritisak. Vežbe su se u ovakvim studijama izvodile kroz prenaplašene pokrete fleksije, ekstenzije i laterofleksije lumbalne kičme, što nije odlika vežbi stabilizacije. Narušavanjem neutralne zone, može se pojačati intradiskalni pritisak, a time i bol.

Osnov vežbi naše grupe 1 (LSTMZ), proističe iz “mačka-kamila” (cat-camil) vežbe. Efikasnost ove vežbe u redukciji lumbalnog bola, dokazana je u različitim studijama (127, 128). Ispitanicima smo sugerisali da ovu vežbu izvode dodatno i u stojećem, zatim, visoko-klečećem položaju sa iskorakom i na kraju, polu-čučnju sa leđima naslonjenim na zid. Cilj nam je bio da ovakvim položajima osiguramo efikasnije i lakše angažovanje muskulature. Pri tom smo poštovali sve principe “mačka kamila” vežbe, tj. da se vežbe izvode u što većoj, bezbolnoj amplitudi pokreta, u zatvorenom kinetičkom lancu, sa manevrom uvlačenja stomaka ((abdominal draw-in maneuver -ADIM) i prethodno utvrđenim pravilima disanja. Fokus našeg istraživanja bio je na dobrom odabiru vežbi i da svaka u LSTMZ grupi, istovremeno aktivira *m. transversus abdominis*, kroz manevar abdominalnog uvlačenja (ADIM), a recipročno inhibira *m. multifidus lumborum*. Ovi mišići su označeni kao ključni stabilizatori lumbalnog dela kičme. Nakon različitih programa vežbi za jačanje dubokih stabilizatora,

dokazana je poboljšana aktivnost *m. transversus abdominis-a* (129, 130). Međutim, postoje istraživanja, koja ukazuju da aktivacija stomachne muskulature ADIM manevrom ne doprinosi poboljšanju kliničkih nalaza (131, 132). Ovi rezultati nisu direktno komparabilni sa našom studijom, jer su autori ovih studija objavili pouzdanost merenja, neuključivajući u svoj program vežbi aktivaciju torakalne kičme kroz zatvoreni kinetički lanac. Na taj način, naši rezultati proširuju prethodna zapažanja i ukazuju na nove podatke, koji bi mogli da budu korisni u kliničkoj i u istraživačkoj praksi.

Pravilan program vežbi, mogao bi da doprinese kvalitetnijem sprovođenju kineziterapijskih procedura i boljem učinku u sanaciji bola i funkcionalne onesposobljenosti kod pacijenata sa HLB-om. Cilj studije je bio da se proceni stepen bola i funkcionalne onesposobljenosti programa vežbi lumbalne stabilizacije u otvorenom i zatvorenom kinetičkom lancu, da se proceni stepen bola i funkcionalne onesposobljenosti programa vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu, kao i da se uporedi efikasnost ova dva programa vežbi između grupa. Različiti faktori mogu uticati na manifestaciju, ishod i oporavak pacijenata sa HLB-om.

5.1. Biološko-demografske i socijalne karakteristike ispitanika

Pored mnogobrojnih činilaca, na održavanje i sanaciju hroničnog lumbalnog bola, bitno mogu uticati biološko-demografski faktori, poput godina starosti, pola i telesnih odlika.

Thomas E. i sar. su, u svom istraživanju, potvrdili da je HLB bio češće prisutan kod žena i da na njegovo pojačanje utiču i starija životna dob, trajanje bola, nezadovoljstvo trenutnim radnim statusom i pušenje (133), dok Bener i sar. u svojoj studiji takođe dokazuju da je HLB bio češće prisutan kod žena (žene 52,9%, muškarci 47.1%), posebno sa nižim stepenom obrazovanja (134).

Rezultati koji su dobijeni u okviru ove disertacije na klinici „dr Miroslav Zotović“ u Beogradu, su pokazali da je među ispitanicima bilo 45 (56%) žena i 35 (44%) muškaraca. Kada se sagleda razlika između muškaraca i žena ukupno i po grupama, dolazi se do zaključka da nema statističke značajnosti. Analizirajući vrednosti parametra Životna dob, takođe, nisu primećene razlike ($44,12 \pm 10,25$ za grupu 1 i $44,3 \pm 9,13$ za grupu 2), što je u skladu sa starosnom strukturom prikazanoj u literaturi (133, 134).

Sagledavajući podatke evropske populacije, od lumbalnog sindroma češće obolevaju muškarci nego žene. Teži fizički poslovi i veći stepen opterećenja koji trpi kičma, neki su od razloga za učestalije ispoljavanje lumbalnog bola (135, 136).

Bitan pokazatelj održavanja lumbalnog bola je nezaposlenost (137), radno odsustvo (138), ali i dužina trajanja epizode bola (139, 140). U rezultatima našeg istraživanja, nisu nađene razlike na ovim parametrima. Objasnjenje je u činjenici da je samo troje ispitanika bilo nezaposleno. Svi pacijenti su bili hronični, što znači da su svi imali epizodu bola koja traje duže od 3 meseca, pa statističke podele prema vremenskom ispoljavanju, nisu bile moguće. Postoje i studije čiji rezultati ne ukazuju da pol i starosna dob utiču bitno na oporavak od lumbalnog bola, već da efikasnije rezultate u sanaciji lumbalnog bola ima uključivanje programa multidisciplinarnе biopsihosocijalne rehabilitacije (141, 142). U našoj studiji, nađeno je da je kod starijih pacijenata ishod lečenja nepovoljniji. Vrednosti parametara Intenziteta bola i Stepena onesposobljenosti su bili veći na kraju terapije u odnosu na krajnje vrednosti kod mlađih pacijenata.

Povećane vrednosti BMI mogu da utiču na pogoršanje intenziteta lumbalnog bola, pokazali su u svojoj studiji Cooper A. i sar. (143) u kojoj je ženska populacija prednjačila (65%). Gojaznost i povećane vrednosti indeksa mase (BMI) sa lumbalnim bolom su povezivane u mnogobrojnim studijama u kojima se istovremeno i ukazuje na korekciju mase određenim dijetetskim režimima ishrane. Jedna od njih je studija Chou i saradnika, koja je pokazala da ispitanici sa lumbalnim bolom mogu imati pojačan intenzitet i/ili invaliditet sa nivoom gojaznosti, posebno kod osoba sa emocionalnim poremećajem. Prezentovani su jasni dokazi koji podržavaju biopsihosocijalnu interakciju između emocionalnih poremećaja i gojaznosti sa bolom u leđima (144).

U našem istraživanju, u grupi 1 (LSTMZ), polovina ispitanika 20 (50%) je imala optimalan BMI, zatim njih 14 (35%) prekomerni BMI, 4 (10%) ispitanika je bilo gojazno (I stepen), dok je 2 (5%) bilo gojazno (II stepen). U grupi 2 (LSZO) je većina ispitanika 24 (60%) imala adekvatan BMI, zatim njih 13 (32,5%) je imalo prekomerni BMI, 2 (5%) ispitanika je bilo gojazno (I stepena), dok je 1 (2,5%) ispitanik bio gojazan (II stepen). Ove karakteristike su statistički nezavisne ($p=0,751$), ali je i pored toga utvrđeno da u obe grupe naše studije, veće vrednosti indeksa telesne mase, na početku istraživanja, negativno utiču na krajnji ishod vrednosti intenziteta bola i stepena onesposobljenosti. Ispitanici, koji su imali manji BMI na početku studije, imali su značajniju redukciju bola merenog VAS skalom i stepena funkcionalne onesposobljenosti prema ODI na kraju studije, u odnosu na ispitanike sa većim vrednostima BMI. Prekomerna telesna težina doprinosi nastanku, a utiče i na

pogoršanje postojećeg lumbalnog bola (145), što se poklapa se rezultatima u našoj studiji gde su ispitanici sa povišenim vrednostima telesne težine, imali slabije rezultate u redukciji parametara Intenziteta bola prema skali Vas ls i Stepenu onesposobljenosti ODI u obe grupe, iako nije postojala statistička značajnost. Dobijeni rezultati sugerišu da bi pacijenti sa HLB-om, mogli da budu uključeni u higijensko-dijetetski režim ishrane.

Pušači i njihova povezanost sa povećanim intezitetom HLB-om i stepenom onesposobljenosti je ispitivana i ustanovljena u prethodim istraživanjima (146, 147). Novija meta-analiza ukazuje, da veći rizik u nastanku lumbalnog bola, imaju pušači u odnosu na nepušače i to je potvrđeno u 6 studija (148), a u još jednoj meta-analizi je nađeno da pušači imaju 1,5 puta povećan rizik za nastanak lumbalnog sindroma u odnosu na nepušače (149).

Rezultati prethodno pomenutih autora su slični rezultatima dobijenim u našoj studiji, gde je od 80 ispitanika bilo 36 (45%) pušača i 44 (55%) nepušača i ovi podaci ukazuju da nisu ustanovljene statistički značajne razlike ovog parametra. Grupa pušača, imala je slabiji terapijski efekat, iako su i jedna i druga grupa imale smanjenje inteziteta bola prema VAS i poboljšanje indeksa onesposobljenosti prema ODI. Intenzitet bola meren pomoću VAS skale bola je i na početku, nakon 4 nedelje praćenja i nakon 8 nedelja terapije, bio veći u grupi pušača ($p < 0.05$), a takođe je i Stepenu onesposobljenosti ODI bio veći u grupi pušača ($p < 0.05$) u toku celog trajanja studije. Objašnjenje je u činjenici, da usled smanjenog dotoka krvi kompletnoj muskulaturi, slabi i terapijski efekat, pa dobijeni rezultati sugerišu da pacijenti sa HLB-om trebaju da prekinu sa pušenjem.

5.2. Razlike kliničkih parametara ispitanika sa HLB-om u obe grupe

Vežbe naše grupe 2 (LSZO) su dosta slične vežbama većine studija (150-154), ali i pored toga u literaturi nismo nailazili na uporedive vežbe sa našom grupom 1 (LSTMZ), izuzev “mačka-kamila” vežbe u nisko-klečećem položaju.

Rezultati našeg ispitivanja ukazuju da je u grupi 1 (LSTMZ) ostvarena visoka statistička značajnost ($p < 0,001$) i konstantno smanjenje intenziteta bola, na primarnim varijablama- Intenzitet bola prema skalama VAS ls i VAS za nogu, Stepenu onesposobljenosti prema ODI, posle 4 nedelje praćenja i posle 8 nedelja terapije u odnosu na početne analize. Sagitalna pokretljivost kičme, prema Schober testu, mišićni test prema ASIA skali, takođe, su pokazale visoku statističku značajnost u

porastu vrednosti posle 8 nedelja terapije u odnosu na početne vrednosti, dok su Test nestabilnosti u proniranom položaju i vrednost neuropatske komponente bola DN4 testom ,takođe, ostvarile visoku signifikantnost ($p < 0,001$) u poboljšanju skora na kraju studije u odnosu na početne vrednosti. U grupi 2 (LSZO) je takođe ostvarena visoka statistička značajnost ($p < 0,001$) u smanjenju Intenziteta bola (VAS ls i VAS noga), funkcionalne onesposobljenosti (Oswestry), porastu indeksa sagitalne pokretljivosti (Schober), porastu vrednosti manuelnog mišićnog testa- MMT merenog ASIA skalom, a nađeno je i značajano smanjenje vrednosti na Ukupnom senzornom skoru za dodir merenog ASIA skalom.

5.3. Korelacija kliničkih parametara između dve grupe

U rehabilitaciji pacijenata sa HLB-om, veoma su značajne studije, koje dokazuju efikasnost vežbi lumbalne stabilizacije u redukciji bola i stepena onesposobljenosti, gde su ispitanici podeljeni u dve grupe - eksperimentalnu i kontrolnu (19, 155-161).

O' Sullivan i sar. u svojoj studiji ističu značaj aktivacije *m. transversus abdominis* i *m. multifidus*, u cilju redukcije hroničnog lumbalnog bola. Njegovi rezultati pokazali su statistički značajno smanjenje intenziteta bola kod pacijenata koji su radili vežbe stabilizacije u odnosu na grupu , koja je imala uobičajene terapije ultra-zvukom i masaže, uz fizičke aktivnosti poput plivanja ili šetnje (19). Rezultati eksperimentalne grupe ove studije se poklapaju sa rezultatima naše obe grupe (LSZO), gde je nađena visoka statistička značajnost u smanjenju vrednosti intenziteta bola VAS i stepenu onesposobljenosti ODI.

Lee sa saradnicima se bavio poređenjem vežbi lumbalne stabilizacije i selektivnih vežbi dubokih stomačnih mišića kod 30 ispitanika do trideset godina. Obe grupe su pokazale redukciju lumbalnog bola, kao i zadebljanje ispitivanih mišića, posebno *m. transversus abdominis* (155), a u sličnom istraživanju su istaknuti efikasniji rezultati u smanjenju lumbalnog bola kod ispitanika, koji su radili vežbe stabilizacije u odnosu na standardizovane vežbe (156). Chang i saradnici su se fokusirali na rezultate studija vežbi stabilizacije (157). Od 135 studija, koje su razmatrali, 4 studije su posebno istakli (158-161). Ove studije nisu pokazale statističku značajnost redukcije intenziteta bola prema VAS skali između kontrolnih i eksperimentalnih grupa, ali su razlike nađene i dokazane na vrednosti Oswestry skora za procenu stepena onesposobljenosti, skali kvaliteta života, obimu pokreta i debljini mišića dubokih stabilizatora dijagnostifikovanih skeletnim ultra-zvučnim pregledom. Autori sugerišu

da pored vežbi stabilizacije, posebno, treba obratiti pažnju na jačanje dubokih stomačnih mišića. Rezultati naše studije pokazuju efikasnije rezultate, jer pored visoke, statističke značajnosti u smanjenju Oswestry skora u obe grupe u svim intervalima merenja, prikazuju i visoku značajnost u smanjenju Intenziteta bola prema skalama VAS ls i VAS za nogu u obe grupe i u svim merenim vremenskim intervalima ($p < 0.001$).

Akbari sa sar. je, u svojoj studiji, sugerisao ispitanicima da 2 puta nedeljno rade vežbe stabilizacije 30 minuta tokom perioda od 8 nedelja. Procenjivan je intenzitet bola, kao i debljina mišića muskuloskeletnim dijagnostičkim ultra-zvukom. Nakon završetka studije, iako nije nađena statistički značajna razlika u redukciji intenziteta bola, došlo je do smanjenja intenziteta bola (VAS) i povećanja debljine mišića dubokih stabilizatora kičme (158). U našoj studiji nađena je statistički značajna razlika u redukciji intenziteta bola prema skalama VAS ls i VAS za nogu u obe grupe u svim merenim intervalima, a takođe, je u grupi 1 (LSTMZ) nađena visoka statistička značajnost u redukciji intenziteta bola u odnosu na grupu 2, u svim intervalima merenja. Andrusaitis sa sar. za parametre procene, odredio je intenzitet bola (VAS) i obim pokreta lumbalne kičme. Nakon 7 nedelja, gde su ispitanici, 3 puta nedeljno po 30 minuta, radili vežbe stabilizacije, efikasno je smanjen bol i poboljšan obim pokreta lumbalne kičme (159). U svojoj prospektivnoj studiji, Franca sa sar. je dokazao da su pacijentima, koji su radili vežbe stabilizacije, smanjene vrednosti intenziteta bola (VAS ls), ali je u našoj studiji nađena visoka značajnost u smanjenju intenziteta bola u obe grupe ispitanika, posebno, u grupi koja je imala pridodate vežbe torakalne mobilizacije (160). Gatti sa sar. je ispitanicima odredio program vežbi stabilizacije tokom perioda od 5 nedelja. Zabeležena je smanjena vrednost intenziteta bola (VAS ls)(161). Prethodne studije, rađene su na nivou $p < 0.05$ statističke značajnosti, između eksperimentalne (vežbe stabilizacije) i kontrolne grupe (standardizovane vežbe). Naši rezultati, u obe grupe pokazuju statističku značajnost u smanjenju intenziteta bola prema skali VAS u poređenju sa prethodno pomenutim studijama, gde nije nađena značajnost u redukciji intenziteta bola prema VAS. Objašnjenje je, da smo se nadovezali na savete prethodno pomenutih autora i u vežbe stabilizacije naglasili pokrete, koji aktiviraju duboke stomačne mišiće.

Studije Gatti-ja (161) i Franca (160) sa saradnicima pokazuju, takođe, efikasno smanjenje vrednosti stepena funkcionalne onesposobljenosti (Oswestry) i ovi nalazi su dosta slični rezultatima našeg istraživanja, gde je nađena visoka statistička značajnost ($p < 0.05$) u redukciji stepena onesposobljenosti ODI u obe grupe u svim merenim vremenskim intervalima .

U poslednjih četiri godine, sve je više istraživanja u kojima se proučavaju efekti vežbi stabilizacije u odnosu na standardizovane vežbe, a čije grupe sa vežbama stabilizacije imaju slične nalaze kao i naša studija (162-165). U jednoj od njih, grupa koja je radila standardizovan program vežbi je imala značajne rezultate u sanaciji stepena bola na parametru Intenzitet bola prema skali VAS, dok je grupa koja je radila vežbe stabilizacije imala još značajnije rezultate na kraju terapije na parametru Intenzitet bola prema skali VAS (162). Bez obzira na signifikantnost ovih nalaza, u našoj studiji, posebno u grupi 1 (LSTMZ), nađeni su efikasniji rezultati na svim parametrima, a posebno na parametru Intenziteta bola prema skali VAS, a razlog za to, najverovatnije je u maksimalnoj amplitudi pokreta pri izvođenju vežbi na kojoj smo insistirali kod svakog pacijenta. Time smo pomogli efikasnije angažovanje dubokih stabilizatora.

Poređenje efikasnosti vežbi stabilizacije i opštih (standardizovanih) vežbi u jednoj grupi u odnosu na primenu samo opštih vežbi u drugoj grupi, pokazalo je da bolje efekte na povećavanje intervertebralnog prostora, daju vežbe iz grupe gde su se radile vežbe stabilizacije. Analiza inervertebralnog prostora je sprovedena na početku studije i posle 8 nedeljnog programa vežbi na radiografskim snimcima (163).

Meta analiza iz 2017. godine, takođe, pokazuje značajnu kliničku efikasnost u redukciji intenziteta bola pri izvođenju vežbi lumbalne stabilizacije, čija se efikasnost poredila u odnosu na standardizovane vežbe (164).

Ali sa sar. je rasporedio 40 ispitanika u dve grupe. Jedna grupa je radila samo standardizovane vežbe, a druga - standardizovane, sa vežbama lumbalne stabilizacije. Posle 2 nedelje, obe grupe ispitanika, pokazale su značajno smanjenje funkcionalne onesposobljenosti na ODI $p=0.001$ i poboljšanje snage mišića na MMT fleksorima trupa $p=0.031$ u poređenju sa kontrolnom grupom. Ispitivan je i obim pokreta fleksije trupa sa goniometrom, ali nije nađena statistička značajnost između dve grupe (165).

Sve je veći broj istraživanja, koja dokazuju pozitivne rezultate u otklanjanju bola i onesposobljenosti, ako se vežbama lumbalne stabilizacije pridodaju i one koje aktiviraju pelvi-trohanteričnu muskulaturu. Svih 80 ispitanika u našem istraživanju, takođe je radilo vežbe koje su uključivale prethodno pomenutu muskulaturu (166, 167).

Efekti vežbi lumbalne stabilizacije potvrđeni su i u studiji koja se bavila ispitivanjem jačanja i istezanja *m. Iliopsoas-a*. Ispitanici sa HLB-om su bili podeljeni u tri grupe, rađen je program vežbi

stabilizacije u jednoj, vežbe stabilizacije i istežanja fleksora kuka u drugoj, i vežbe stabilizacije i jačanja fleksora kuka u trećoj grupi. Rezultati su pokazali da su vežbe stabilizacije udružene sa vežbama jačanja *m. Iliopsoas-a*, efektivnije u otklanjanju intenziteta bola kod pacijenata sa hroničnim lumbalnim bolom, u odnosu na standardne vežbe istežanja *m. Iliopsoas-a* (166).

Paungmali sa saradnicima zaključuje, na osnovu učešća 25 ispitanika sa HLB-om, da vežbe stabilizacije lumbo-pelvične regije, pozitivno utiču na smanjenje intenziteta bola (167). Smanjenje vrednosti intenziteta bola, prema VAS i stepena onesposobljenosti prema ODI ove i prethodne studije pre i posle terapije, mogu se uporediti sa smanjenjem vrednosti intenziteta bola prema VAS i stepena onesposobljenosti prema ODI naše studije.

Do sada, nismo nailazili na direktno komparabilne studije, koje su vežbe stabilizacije odvajale po zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu u cilju sanacije HLB-a. Ipak, nekoliko ih je, koje su se bavile ovom problematikom, uključivajući upotrebu dodatnih rekvizita (168, 169)

Za naš rad, veoma je značajna studija Lee-a sa saradnicima (168). Ona je posebno zanimljiva zato što su ispitanici radili vežbe stabilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu, koristeći pojaseve i elastične trake i ovo je jedno od ređih istraživanja gde se slično kao i u našoj studiji sprovodilo retestiranje, ali posle 3 nedelje. Pacijenti su obim pokreta povećavali vežbama u otvorenom kinetičkom lancu, gde su terapeuti insistirali na što većoj amplitudi pokreta. Metode rada bi bile jako slične našem istraživanju, da je uključivana i torakalna mobilizacija. Iako su inicijalne promenljive na vrednosti intenziteta bola, prema skali VAS skali, prilično slične u obe studije, rezultati u našem istraživanju, u obe grupe, pokazuju znatno efikasnije smanjenje stepena bola merenog Vas skalom i funkcionalne onesposobljenosti merene Oswestry skorom. Dobijeni rezultati mogu se objasniti činjenicom da su u našem istraživanju, ispitanici uključivali torakalni deo kičmenog stuba i time efikasnije uticali na aktivaciju i istežanje lumbalne kičme. To je dovelo do jačanja dubokih stabilizatora lumbalne kičme i efikasniju sanaciju lumbalnog bola.

Interesantno je istraživanje Unsgaard-Tøndel-a sa saradnicima, a koje se bavilo upoređivanjem efikasnosti različitih vežbi na redukciju intenziteta bola i stepena onesposobljenosti kod pacijenata sa HLB-om. Jedna grupa pacijenata je radila vežbe motorne kontrole dubokih stabilizatora, druga grupa je radila vežbe u suspenziji u zatvorenom kinetičkom lancu, a treća standardizovane vežbe. Studija je trajala godinu dana, a svaki pacijent je vežbe radio 8 nedelja, kao i u našoj studiji. Na numeričkoj skali za bol i ODI skor za procenu onesposobljenosti, nisu primećene razlike među ispitanicima, kao ni na prsti-pod testu, koji nije pouzdan kao test sagitalne pokretljivosti po Schoberu, koji je korišćen u našoj

studiji. U ovoj studiji nisu ispitivani efekti vežbi stabilizacije sa torakalnom mobilizacijom i pored toga što se ova studija bavila vežbama u zatvorenom kinetičkom lancu i što rezultati ovog istraživanja ukazuju, da su sve vežbe jednako delotvorne na redukciju intenziteta bola VAS i stepena onesposobljenosti ODI (169).

Ne treba zanemariti studije, koje su se bavile ispitivanjem efikasnosti vežbi stabilizacije kroz dinamičko jačanje i istežanje paravertebralne muskulature, koje je prisutno i u vežbama našeg istraživanja (150, 170).

Studija Moon-a sa saradnicima (150) se bavila upoređivanjem efekata vežbi lumbalne stabilizacije u odnosu na vežbe stabilizacije kroz lumbalno dinamičko jačanje, gde su rezultati, u smanjenju intenziteta hroničnog lumbalnog bola, pokazali prednost kod sprovođenja vežbi dinamičkog jačanja. Studija je upoređivala efikasnost vežbi lumbalne stabilizacije sa dinamičkim vežbama jačanja paravertebralne muskulature na redukciju intenziteta bola prema VAS i stepena onesposobljenosti prema ODI skoru. Grupa pacijenata, koja je radila vežbe stabilizacije, radila je vežbe slične našoj kontrolnoj grupi. Dinamičke vežbe se se izvodile uz pokret fleksije i ekstenzije u lumbalnoj kičmi, u proniranom i supiniranom položaju. Intenzitet bola prema skali VAS i stepen onesposobljenosti prema ODI, su pokazali značajnije rezultate u grupi dinamičkog jačanja, iako je i u toj grupi bilo vežbi, koje su dodatno opterećivale lumbalni segment tj. povećavale intradiskalni pritisak. Nije nađena statistička značajnost na skali bola VAS, ali zato jeste na indeksu stepena onesposobljenosti (ODI) $p < 0.07$ (150), što ukazuje da su rezultati naše studije statistički značajniji u odnosu na rezultate Moon-ove studije, jer su u naše obe grupe, nađene razlike u smanjenju intenzitetu bola (VAS ls i za nogu) i stepena onesposobljenosti (ODI), u svim intervalima merenja.

Ahmed sa saradnicima je dokazao povećanu efikasnost u redukciji parametara bola i onesposobljenosti kod pacijenata sa HLB-om, tj. ako se vežbama stabilizacije pridruže vežbe istežanja lumbalne muskulature (170). Na numeričkoj skali i ODI skoru, nađene su razlike između dve grupe ispitanika (kontrolnoj i eksperimentalnoj) kao i u našoj studiji. Takođe je rađeno retestiranje, ali posle 3 nedelje (170). U našem istraživanju, nisu rađene vežbe istežanja paravertebralne muskulature izolovano kao u ovoj studiji, već kroz pokret fleksije torakalne kičme. Time smo zadržavali neutralan položaj kičmenog stuba, povećavali amplitudu pokreta i prevenirali pojačanje kompresije na spinalne nerve. U tom pokretu fleksije torakalne kičme, recipročnom inhibicijom, mišići su se uz istežanje, ujedno i relaksirali.

Ovi nalazi su bili jedni od najznačajnijih pri odabiru načina sprovođenja vežbi naših ispitanika u eksperimentalnoj grupi. Zadržavajući neutralnu poziciju kičme, što je osnov vežbi stabilizacije, ispitanike smo savetovali da uvlače stomak prilikom izdaha i time izoluju *m. transversus abdominis*. Abdominalni uvlačeći manevar, abdominal draw-in maneuver (ADIM) dokazano selektivno aktivira mišić *transversus abdominis* (171-173), dok se aktivnost površnije muskulature abdomena značajno umanjuje (174-176). Mišićnom kontrakcijom kroz ADIM u svakoj vežbi stabilizacije, udruženo sa torakalnom mobilizacijom, želeli smo da povećamo amplitudu pokreta, a samim tim i aktivnost *m. transversus abdominis*.

Pri ispitivanju razlika između dve grupe pacijenata, koji su učestvovali u ovom istraživanju, za sledeće kliničke parametre su nađene statistički značajne razlike ($p < 0,05$) posle 4 nedelje praćenja i posle 8 nedelja tretmana, u odnosu na grupu 2 (LSZO): u smanjenju Intenziteta bola za donji deo kičme i donji ekstremitet (VAS ls i VAS noga), povećanju vrednosti (MMT) skora za mišiće trupa merenih ASIA skalom i smanjenju vrednosti neuropatske komponente bola (DN4), kao i poboljšanju vrednosti Testa nestabilnosti u proniranom položaju. Kod ovih parametara je ostvareno statistički značajnije poboljšanje vrednosti grupe 1 u odnosu na grupu 2. Vrednosti stepena onesposobljenosti (ODI) i indeksa sagitalne pokretljivosti (Schober) u grupi 1 su pokazale statistički značajnije poboljšanje vrednosti u odnosu na grupu 2, posle 8 nedelja terapije, tj. na kraju studije. Parametar Ukupan motorni skor za mišiće nogu merenih ASIA skalom, na početku studije, nije pokazivao razlike između grupa kao i na kraju studije, ali su nađene razlike u merenju između grupa od četvrte do osme nedelje studije. Grupa 2 (LSZO) je ostvarila statistički značajnije rezultate u poboljšanju vrednosti Ukupnog senzornog skora za dodir, u odnosu na grupu 1 (LSTMZ). Ovo je jedina vrednost nekog parametra u grupi 2 (LSZO), koja je pokazala statistički značajnija poboljšanja u odnosu na grupu 1 (LSTMZ).

Važno je istaći da su većina kliničkih parametara naše studije u obe grupe (Intenzitet bola prema skali VAS za lumbalnu kičmu i za nogu, Stepenn onesposobljenosti Oswestry skorom) kod ispitanika sa neuropatskom komponentom bola, pokazali veće vrednosti intenziteta bola i funkcionalne onesposobljenosti, u odnosu na ispitanike bez neuropatske komponente bola u svim intervalima merenja, što se poklapa sa rezultatima studije (177), koja je rađena na klinici za rehabilitaciju "dr Miroslav Zotović". U tom istraživanju se navodi da ispitanici sa neuropatskom komponentom, teže aktiviraju *m. transversus abdominis*. To objašnjava ,takođe, smanjeno poboljšanje vrednosti kliničkih parametara kod ovakvih ispitanika i u našem istraživanju.

5.3.1. Korelacija parametara između grupa pacijenata koji su bili uključeni u program vežbi stabilizacije u odnosu na program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije

Tek od pre poslednjih pet godina, istraživači su svoj fokus počeli da usmeravaju na vežbe lumbalne stabilizacije sa torakalnom mobilizacijom, gde u svojim studijama dokazuju dobre rezultate u smanjenju bola i funkcionalne onesposobljenosti kod pacijenata sa HLB-om (88, 89, 178).

Hides i saradnici su dokazali da su *m. transversus abdominis* i *m. multifidus lumborum* u međusobnoj korelaciji. Neadekvatna aktivacija jednog mišića je povezana sa lošom aktivacijom drugog. Ovi nalazi su potvrđeni merenjem debljine ovih mišića skeletnim, dijagnostičkim ultrazvukom, a takođe su pokazani i ostali klinički parametri, kao što su pozitivan Test nestabilnosti u proniranom položaju i drugi (179, 180). Upravo je to razlog, što smo u našoj grupi 1 (LSTMZ) uključili pravilo da u svakoj vežbi, pacijenti koriste maksimalnu bezbolnu amplitudu pokreta i da se pri aktivaciji *m. transversus abdominis*, recipročno inhibira *m. multifidus lumborum*.

Chitra i sar. ukazuju da se postižu znatno bolji rezultati u redukciji intenziteta bola, kada se vežbama lumbalne stabilizacije, dodaju i vežbe torakalne ekstenzije. Upoređivani su efikasnost vežbi lumbalne stabilizacije, u odnosu na vežbe sa torakalanom ekstenzijom. Bol se merio numeričkom skalom bola i ODI skorom i obe varijable su ukazale na bolje rezultate u redukciji intenziteta bola kod pacijenata, koji su radili samo vežbe lumbalne stabilizacije izolovano. To je i razumljivo, jer su u grupi torakalne mobilizacije, rađene vežbe, koje su uključivale pokret ekstenzije lumbalne kičme, a samim tim, došlo je i do naglašavanja opterećenja afektiranog segmenta povećanjem intradiskalnog pritiska. Takođe, aktivacijom samo mišića torakalne kičme, nije došlo do dovoljne angažovanosti mišića dubokih stabilizatora lumbalne kičme. U našoj studiji, insistirali smo da pacijenti, zadržavajući neutralnu poziciju lumbalne kičme maksimalno istežu torakalnu kičmu kroz pokret fleksije. Tim pokretom dolazi do recipročne inhibicije, tj. istovremenog istežanja i relaksacije mišića lumbalne i torakalne kičme (106). Pri pokretu ispravljanja, ispitanicima smo sugerisali da ne idu u pokret ekstenzije lumbalne kičme, već da spajanjem lopatica i povlačenjem ramena u nazad, jačaju paravertebralnu muskulaturu, zadržavajući pritom neutralni položaj lumbalnog dela kičme (178).

Slične rezultate u svojoj studiji pokazao je Min-Yeong Heo sa saradnicima. Ispitanici su radili programe vežbi i poredile su se tri grupe: prva- tradicionalna fizikalna terapija; druga grupa- lumbalna stabilizacija i treća grupa- lumbalna stabilizacija sa torakalnom mobilizacijom. Ova mobilizacija je postizana podmetanjem jastuka u predelu torakalne kičme pacijentima, koji su ležali

na leđima. Jastuk je pomagao u pokretu ekstenzije koju su ispitanici pokušavali da izvedu. Grupa ispitanika, koja je radila vežbe lumbalne stabilizacije sa torakalnom mobilizacijom, je imala najsignifikantnije smanjenje hroničnog lumbalnog bola, prema vizuelnoj analognoj skali (88), a zatim iz grupe stabilizacije. Najslabije rezultate, pokazali su ispitanici iz grupe, čiji su ispitanici imali samo tradicionalnu fizikalnu terapiju, čime se rezultati ove studije poklapaju sa rezultatima našeg istraživanja (88).

Studija Seong-Dae Woo-a i sar. iz 2016. godine je pratila vrednosti u stepenu funkcionalne onesposobljenosti (ODI), za detekciju i praćenje hroničnog lumbalnog bola. Studija jeste uključivala vežbe torakalne mobilizacije uz vežbe lumbalne stabilizacije, ali su one rađene pet puta nedeljno u periodu od samo 4 nedelje, tj. duplo kraće u odnosu na našu studiju. Na uzorku od 30 pacijenata sa HLB-om, ispitivani su efekti vežbi lumbalne stabilizacije u jednoj, i vežbi lumbalne stabilizacije sa torakalnom ekstenzijom, u drugoj grupi. Vežbe stabilizacije su bile slične vežbama naše kontrolne grupe, ali je pacijentima nalagano da vežbe torakalne ekstenzije rade sa jastucima, naglašavajući pritom, ekstenziju torakalne i lumbalne kičme. Time je pojačavano opterećenje i intradiskalni pritisak lumbalnog segmenta. Rezultati na vrednosti stepena onesposobljenosti prema ODI skor, ukazuju na redukciju stepena onesposobljenosti kod obe grupe pacijenata, iako nije bilo statističke značajnosti(89). Kada se uporede rezultati naše studije posle 4 nedelje terapije, u odnosu na prethodno spomenute studije na kraju, zapaža se da u našoj ima značajnih razlika na stepenu onesposobljenosti prema ODI skor.

Kumar sa sar. (127) se bavio uticajima vežbi lumbalne stabilizacije sa pridodatom torakalnom mobilizacijom, uz aktivaciju *m. transversus abdominis* i *m. multifidus*. Rezultati intenziteta bola, prema VAS skali, ukazuju na značajnu redukciju bola kod pacijenata, koji su radili vežbe stabilizacije. Neutralna pozicija lumbalne kičme za vreme izvođenja vežbi, nije bila narušavana kod svih 18 pacijenta, koliko je učestvovalo u studiji. Rezultati ove studije, po parametru Intenzitet bola, prema VAS ls su uporedivi sa vrednostima Intenziteta bola prema VAS ls našeg istraživanja.

Na početku naše studije, u grupi 1 (LSTMZ), parametri Intenzitet bola procenljivani skalom VAS za lumbalnu kičmu i nogu i Stepenu onesposobljenosti prema ODI su bili u direktnoj korelaciji, što znači da pacijenti koji su imali povećane vrednosti jednog parametra, najčešće su imali povećane vrednosti i drugog. Ovi parametri su korelirali na testiranju posle 4 nedelje i na kraju studije posle 8 nedelja. Pacijenti koji su imali veću vrednost Intenziteta bola prema VAS ls su najčešće imali pozitivnu neuropatsku komponentu bola, ali i manji Ukupni senzorni skor za toplo/hladno, dok su, na

prvom merenju posle 4 nedelje i na kraju studije, primećene vrednosti ostalih Ukupnih senzornih skorova, koji su u obrnutoj korelaciji sa Intenzitetom bola prema VAS ls. Takođe, na početku studije, ispitanici sa većim ODI skorom su bili u direktnoj vezi sa pozitivnom neuropatskom komponentom bola, ali je kod njih primećena manja vrednost Ukupnih motornih skorova i indeksa sagitalne pokretljivosti. Ovakve vrednosti su se ispostavile i na kraju studije, s tim što parametar funkcionalne onesposobljenosti prema ODI i indeks sagitalne pokretljivosti Schober, nisu bili u korelaciji. Posle četvoro-nedeljne terapije i na kraju istraživanja, kod ispitanika sa većim parametrima Intenziteta bola, prema VAS noga, zapažene su povećane vrednosti stepena onesposobljenosti prema ODI i skora DN4, ali i manje napredovanje u vrednostima Ukupnih motornih i senzornih skorova. Bitno je napomenuti da su pacijenti starije životne dobi, imali povećane vrednosti Intenziteta bola VAS i na početku i posle 4 nedelje vežbanja, kao i povećane vrednosti Stepena onesposobljenosti prema ODI, konstantno u toku cele studije, u odnosu na mlađe ispitanike u grupi 2, ali razlike nisu pronađene.

Na početku studije, u grupi 2 (LSZO), pacijenti su imali smanjene vrednosti Ukupnih senzornih skorova i taj trend se nastavio tokom celog trajanja studije, sve do kraja. Povećane vrednosti parametra Intenzitet bola, prema VAS za nogu, su bile u vezi sa smanjenim indeksom sagitalne pokretljivosti i Ukupnim senzornim skorom dodir i ubod na početku i posle 4 nedelje terapije, dok se na kraju istraživanja, primetila signifikantna veza između parametara Intenzitet bola prema VAS za nogu i Stepena onesposobljenosti prema ODI.

5.4. Uticaj inicijalnih parametara na ishod lečenja

Nakon 8-nedeljne terapije, gde su ispitanici radili vežbe lumbalne stabilizacije sa torakalnom mobilizacijom, nađeno je značajno smanjenje intenziteta bola (VAS ls i noga) i skora onesposobljenosti (Oswestry) u obe grupe ispitanika. Grupa 1 (LSTMZ) je ostvarila efikasnije smanjenje primarnih promenljivih- Intenzitet bola prema skalama VAS ls i VAS za nogu, kao i poboljšanje vrednosti Testa nestabilnosti i vrednosti neuropatske komponente bola uz konstantan napredak tokom celog trajanje studije, od početka studije u odnosu na grupu 2. Takođe, se poboljšao test sagitalne pokretljivosti Schober i stepen onesposobljenosti prema ODI, vrednosti mišićnog testa, prema ASIA skali, ali je napredak bio signifikantan, tek na kraju studije, u odnosu na grupu 2. U grupi 2 (LSZO) je, takođe, ostvaren značajan napredak u smanjenju Intenziteta bola prema skali Vas, Stepena onesposobljenosti prema Oswestry skor, porastu sagitalne pokretljivosti Schober testom,

porastu Ukupne vrednosti mišićnog testa prema ASIA skali, a nađen je i značajan napredak na Ukupnom senzornom skorom za dodir prema ASIA u grupi 2(LSZO), u odnosu na grupu 1 (LSTMZ).

U grupi 1 (LSTMZ), nađeno je da na krajnji ishod parametra Intenzitet bola, prema skali VAS za lumbalnu kičmu i za donji ekstremitet i Stepenu onesposobljenosti prema Oswestry na kraju studije, direktno utiču veće vrednosti (u odnosu na ispitanike sa manjim vrednostima) sledećih parametara na početku studije: Stepenu onesposobljenosti prema Oswestry skorom i Intenzitet bola, prema Vas za nogu, a postoji i granični uticaj osoba pušača. Ispitanici koji su imali pozitivnu neuropatsku komponentu DN4 testom, na početku studije su imali i veći intenzitet bola prema skali VAS za lumbalnu kičmu i za donji ekstremitet i stepen onesposobljenosti prema ODI, u svim periodima praćenja, u odnosu na ispitanike bez neuropatske komponente bola. Zaključuje se da pacijenti sa prisustvom neuropatske komponente bola, imaju nepovoljniji ishod lečenja vežbama lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije.

U grupi 2 (LSZO), nađeno je da na parametar Intenzitet bola u lumbalnom delu (VAS ls) na kraju studije, direktno utiče povećana vrednost parametra Intenzitet bola u lumbalnom delu (VAS ls) na početku studije, kao i smanjena vrednost Ukupnih motornih skorova procenljivanih ASIA skali na početku istraživanja. Na starije pacijente u ovoj grupi sa povećanim vrednostima intenziteta bola prema VAS za nogu, direktan uticaj su imale povećane početne vrednosti istog parametra. Na vrednost stepena onesposobljenosti, prema ODI na kraju studije, inicijalno su uticale povišene vrednosti indeksa telesne mase (BMI), redovno uzimanje medikamentozne terapije, veći stepen onesposobljenosti na početku terapije (ODI), kao i manje vrednosti sagitalne pokretljivosti (Schober), gde je nađen graničan uticaj.

Intenzitet bola procenjivan vizuelnom analognom skalom (VAS) i Stepenom onesposobljenosti prema ODI su klinički pokazatelji, koji su dokazani kao veoma pouzdani (27, 116, 181). Mnogobrojna istraživanja navode, kako je pokretljivost lumbo-sakralne kičme redukovana kod pacijenata sa HLB-om i da je ona jedan od ključnih uzročnika bola (6, 182, 183). Nasuprot ovim studijama, postoje i ona koja dokazuju da ne postoji korelacija između obima pokreta LS kičme sa intezitetom bola i stepenom onesposobljenosti (184, 185), ali smo se i pored toga, opredelili za utvrđivanje pokretljivosti LS kičme zato što predstavlja standardizovan klinički protokol ispitivanja.

U buduće studije, koje bi se nadovezivale na ovu disertaciju, treba razmotriti nekoliko ograničenja ovog istraživanja:

- Kratak vremenski interval trajanja studije. Trebalo bi uključiti duži vremenski interval rada vežbi. Najbolje bi bilo da se vežbe izvode u toku celog trajanja resorpcije lumbalnog diska.
- Mali broj ponavljanja vežbi. Uključiti veći broj ponavljanja svake vežbe, u cilju efikasnije i brže aktivacije mišića dubokih stabilizatora.
- Nedovoljno vežbi za popravljavanje lošeg posturalnog balansa. Potrebno je uvesti fazu u kojoj bi ispitanici radili vežbe dok stoje na nestabilnoj površini, što može biti korisno, u cilju efikasnijeg popravljavanja posturalnog balansa i aktiviranja mišića pacijenata.
- Randomizacija ispitanika. Pri formiranju kriterijuma za uključivanje u studiju, trebalo bi uraditi nekoliko različitih testova nestabilnosti, gde samo ispitanici koji su označeni kao pozitivni, trebaju učestvovati u budućim istraživanjima.

6. Zaključci

Na osnovu rezultata ove disertacije, koji su obavljani kod pacijenata sa hroničnim lumbalnim bolom, mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Visoko statistički značajno smanjenje vrednosti intenziteta bola (VAS ls i noga) i stepena funkcionalne onesposobljenosti (ODI) u odnosu na početne vrednosti, ustanovljeno je kod ispitanika sa HLB-om, koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu u svim merenim vremenskim periodima (posle 4 i 8 nedelja).
2. Visoko statistički značajno smanjenje vrednosti intenziteta bola (VAS ls i noga) i stepena funkcionalne onesposobljenosti (ODI) u odnosu na početne vrednosti, ustanovljeno je kod ispitanika sa HLB-om, koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu u svim merenim vremenskim periodima (posle 4 i 8 nedelja).
3. Ispitanici koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu, ostvarili su statistički značajniju redukciju intenziteta bola (VAS ls i noga) i stepena onesposobljenosti (ODI) u odnosu na ispitanike koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu u svim merenim vremenskim periodima (posle 4 i 8 nedelja).
4. Ispitanici koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu, ostvarili su statistički značajnije poboljšanje vrednosti sagitalne pokretljivosti lumbalne kičme (Schober), nakon 8 nedelja terapije u odnosu na pacijente koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu.
5. Ispitanici koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu, ostvarili su visoko statistički značajno poboljšanje vrednosti motornog skora za trup, u svim intervalima merenja u odnosu na ispitanike koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu, dok na vrednostima motornog skora za nogu, nisu nađene razlike na kraju studije.
6. Ispitanici koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu, ostvarili su visoko statistički značajno smanjenje vrednosti senzornog skora

dodir u odnosu na ispitanike koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu, na kraju studije.

7. Ustanovljeno je visoko statistički značajno poboljšanje vrednosti skora za procenu neuropatske komponente bola (DN4) u grupi ispitanika, koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu u odnosu na ispitanike koji su radili program vežbi lumbalne stabilizacije u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu, u svim intervalima merenja.
8. Veće inicijalne i finalne vrednosti parametara Intenziteta bola (VAS ls i noga) i Stepena onesposobljenosti (ODI), nađene su kod pacijenata sa pozitivnom neuropatskom komponentom bola (DN4) , u odnosu na pacijente bez neuropatske komponente bola, u obe ispitivane grupe.

- Preporuke:

1. Vežbe stabilizacije u zatvorenom kinetičkom lancu, treba uvrstiti u kineziterapijski program kod pacijenata sa HLB-om, jer dovode do efikasnijeg smanjenja intenziteta bola i stepena onesposobljenosti u odnosu na vežbe stabilizacije u zatvorenom i otvorenom kinetičkom lancu.
2. Istražiti programe vežbi stabilizacije u cilju dalje optimizacije metoda, načina upotrebe i selekcije pacijenata.

7. Reference

1. Savigny P, Kuntze S, Watson P, Underwood M, Ritchie G, Cotterell M, et al. Low back pain: early management of persistent non-specific low back pain. London: National Collaborating Centre for Primary Care and Royal College of General Practitioners. 2009;14.
2. Strine TW, Hootman JM. US national prevalence and correlates of low back and neck pain among adults. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2007;57(4):656-65.
3. Karahan A, Bayraktar N. Determination of the usage of body mechanics in clinical settings and the occurrence of low back pain in nurses. *Int J Nurs Stud*. 2004;41(1):67-75.
4. Reisbord LS, Greenland S. Factors associated with self-reported back-pain prevalence: a population-based study. *J Clin Epidemiol*. 1985;38(8):691-702.
5. Deyo RA, Tsui-Wu Y-J. Descriptive epidemiology of low-back pain and its related medical care in the United States. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1987;12(3):264-8.
6. Alexander KM, Kinney LaPier TL. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;28(6):378-83.
7. Seligman J, Gertzbein S, Tile M, Kapasouri A. Computer analysis of spinal segment motion in degenerative disc disease with and without axial loading. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1984;9(6):566-73.
8. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Clin Spine Surg*. 1992;5(4):383-9.
9. Panjabi MM, White III AA. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery*. 1980;7(1):76-93.
10. Panjabi MM. Low back pain and spinal instability. *Low back pain: a scientific and clinical overview* Rosemont (IL): American Academy of Orthopedic Surgeons. 1996:367-84.
11. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003;13(4):371-9.
12. Knutsson F. The instability associated with disk degeneration in the lumbar spine. *Acta Radiol*. 1944;25(5-6):593-609.
13. Kirkaldy-Willis W, Farfan H. Instability of the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1982;165:110-23.
14. Haheer TR, O'Brien M, Dryer JW, Nucci R, Zipnick R, Leone DJ. The Role of the Lumbar Facet Joints in Spinal Stability: Identification of Alternative Paths of Loading. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19(23):2667-70.
15. Hodges P, Richardson C, Jull G. Evaluation of the relationship between laboratory and clinical tests of transversus abdominis function. *Physiother Res Int*. 1996;1(1):30-40.
16. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(22):2640-50.
17. McGill SM. Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev*. 2001;29(1):26-31.
18. Sharma M, Langrana NA, Rodriguez J. Role of ligaments and facets in lumbar spinal stability. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(8):887-900.
19. O'Sullivan PB, Twomey L, Allison GT. Dysfunction of the neuro-muscular system in the presence of low back pain—implications for physical therapy management. *J Man Manip Ther*. 1997;5(1):20-6.
20. Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003;13(4):361-70.

21. MacDonald D, Moseley GL, Hodges PW. Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *PAIN®*. 2009;142(3):183-8.
22. Hodges P, Richardson C. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res*. 1997;114(2):362-70.
23. Hodges PW, Richardson CA. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *Clin Spine Surg*. 1998;11(1):46-56.
24. Tsao H, Galea M, Hodges P. Reorganization of the motor cortex is associated with postural control deficits in recurrent low back pain. *Brain*. 2008;131(8):2161-71.
25. Tsao H, Hodges PW. Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Exp Brain Res*. 2007;181(4):537-46.
26. Tsao H, Hodges PW. Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18(4):559-67.
27. Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG, Herbert RD, Refshauge K. Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain: a systematic review. *Aust J Physiother*. 2006;52(2):79-88.
28. Ferreira PH, Ferreira ML, Nascimento DP, Pinto RZ, Franco MR, Hodges PW. Discriminative and reliability analyses of ultrasound measurement of abdominal muscles recruitment. *Man Ther*. 2011;16(5):463-9.
29. Hodges P, Pengel L, Herbert R, Gandevia S. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve*. 2003;27(6):682-92.
30. Kiesel KB, Underwood FB, Mattacola CG, Nitz AJ, Malone TR. A comparison of select trunk muscle thickness change between subjects with low back pain classified in the treatment-based classification system and asymptomatic controls. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37(10):596-607.
31. Teyhen DS, Bluemle LN, Dolbeer JA, Baker SE, Molloy JM, Whittaker J, et al. Changes in lateral abdominal muscle thickness during the abdominal drawing-in maneuver in those with lumbopelvic pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(11):791-8.
32. Dickx N, Cagnie B, Parlevliet T, Lavens A, Danneels L. The effect of unilateral muscle pain on recruitment of the lumbar multifidus during automatic contraction. An experimental pain study. *Man Ther*. 2010;15(4):364-9.
33. Hodges PW, Moseley GL, Gabrielsson A, Gandevia SC. Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles. *Exp Brain Res*. 2003;151(2):262-71.
34. Cramer GD, Darby SA. *Clinical Anatomy of the Spine, Spinal Cord, and ANS-E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2017.
35. Middleditch A, Oliver J. *Functional anatomy of the spine*: Elsevier Health Sciences; 2005.
36. Resnick D HJR, Wang JC. . *Surgical Management of Low Back Pain: A co-publication of Thieme and the American Association of Neurological Surgeons*. Reihe: Thieme; 2008.
37. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ*. 2003;81(9):646-56.
38. Chou R, Qaseem A, Snow V, Casey D, Cross JT, Shekelle P, et al. Diagnosis and Treatment of Low Back Pain: A Joint Clinical Practice Guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society Diagnosis and Treatment of Low Back Pain. *Ann Intern Med*. 2007;147(7):478-91.
39. Staal JB, Hlobil H, Twisk JW, Smid T, Köke ArJ, van Mechelen W. Graded Activity for Low Back Pain in Occupational Health Care A Randomized, Controlled Trial. *Ann Intern Med*. 2004;140(2):77-84.
40. Waddell G. The clinical course of low back pain. The back pain revolution. 1998.
41. Rozenberg S. Chronic low back pain: definition and treatment. *La Revue du praticien*. 2008;58(3):265-72.

42. Lawrence JP, Greene HS, Grauer JN. Back pain in athletes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14(13):726-35.
43. Grabiner MD, Jeziorowski JJ, Divekar AD. Isokinetic measurements of trunk extension and flexion performance collected with the biodex clinical data station. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1990;11(12):590-8.
44. Blagojević T ČM, Ćirović D, Dragin A *Osnovi fizikalne medicine i rehabilitacije: Medicinski Fakultet Univerziteta u Beogradu;* 2012.
45. Atlas SJ, Nardin RA. Evaluation and treatment of low back pain: An evidence-based approach to clinical care. *Muscle Nerve.* 2003;27(3):265-84.
46. Raj PP. Taxonomy and classification of pain. *The handbook of chronic pain.* 2007:41-56.
47. Zhao C-Q, Wang L-M, Jiang L-S, Dai L-Y. The cell biology of intervertebral disc aging and degeneration. *Ageing res rev.* 2007;6(3):247-61.
48. Borenstein DG, Wiesel SW, Boden SD. *Low back and neck pain: Comprehensive diagnosis and management: Gulf Professional Publishing;* 2004.
49. Childs JD, Cleland JA, Elliott JM, Teyhen DS, Wainner RS, Whitman JM, et al. Neck pain: clinical practice guidelines linked to the International Classification of Functioning, Disability, and Health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(9):A1-A34.
50. Raj PP. Intervertebral disc: anatomy-physiology-pathophysiology-treatment. *Pain Pract.* 2008;8(1):18-44.
51. Shankar H, Scarlett JA, Abram SE. Anatomy and pathophysiology of intervertebral disc disease. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 2009;13(2):67-75.
52. Loeser JD, Treede R-D. The Kyoto protocol of IASP Basic Pain Terminology. *Pain.* 2008;137(3):473-7.
53. O'Sullivan P. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Man Ther.* 2005;10(4):242-55.
54. Tomašević-Todorović S, Mišolić-Dejanović M. Psychological assessment in surgically treated patients with lumbar radiculopathy. *Praxis medica.* 2007;35(1-2):73-5.
55. Currie SR, Wang J. More data on major depression as an antecedent risk factor for first onset of chronic back pain. *Psychol Med.* 2005;35(9):1275-82.
56. Haggman S, Maher CG, Refshauge KM. Screening for symptoms of depression by physical therapists managing low back pain. *Phys Ther.* 2004;84(12):1157-66.
57. Ellegaard H, Pedersen BD. Stress is dominant in patients with depression and chronic low back pain. A qualitative study of psychotherapeutic interventions for patients with non-specific low back pain of 3–12 months' duration. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13(1):166.
58. YaldaTangestani AK, Esmaily S. Investigating the Relationship between Anxiety and Pain Catastrophizing in People with Chronic Low Back Pain. *Asian J Med Pharm Res.* 2012;2(2):26-9.
59. Treede R-D, Jensen TS, Campbell J, Cruccu G, Dostrovsky J, Griffin J, et al. Neuropathic pain redefinition and a grading system for clinical and research purposes. *Neurology.* 2008;70(18):1630-5.
60. Kim KH, Moon S-H, Hwang C-J, Cho YE. Prevalence of Neuropathic Pain in Patients Scheduled for Lumbar Spine Surgery: Nationwide, Multicenter, Prospective Study. *Pain physician.* 2015;18(5):E889-97.
61. Merskey H. The definition of pain. *Eur Psychiatry.* 1991.
62. Breivik H, Collett B, Ventafridda V, Cohen R, Gallacher D. Survey of chronic pain in Europe: prevalence, impact on daily life, and treatment. *Eur J Pain.* 2006;10(4):287-.
63. Sandkühler Jr. Models and mechanisms of hyperalgesia and allodynia. *Physiol Rev.* 2009;89(2):707-58.
64. Schaible H-G, Richter F. Pathophysiology of pain. *Langenbeck's archives of surgery.* 2004;389(4):237-43.

65. Gold MS, Gebhart GF. Nociceptor sensitization in pain pathogenesis. *Nat Med*. 2010;16(11):1248.
66. Paice JA. Mechanisms and management of neuropathic pain in cancer. *J Support Oncol*. 2003;1(2):107-20.
67. Nijs J, Torres-Cueco R, van Wilgen P, Lluch Girbés E, Struyf F, Roussel N, et al. Applying modern pain neuroscience in clinical practice: criteria for the classification of central sensitization pain. *Pain physician*. 2014;17(5):447-57.
68. Nijs J, Apeldoorn A, Hallegraef H, Clark J, Smeets R, Malfliet A, et al. Low back pain: guidelines for the clinical classification of predominant neuropathic, nociceptive, or central sensitization pain. *Pain Physician*. 2015;18(3):E333-46.
69. Mayer TG, Neblett R, Cohen H, Howard KJ, Choi YH, Williams MJ, et al. The development and psychometric validation of the central sensitization inventory. *Pain Practice*. 2012;12(4):276-85.
70. Clauw D. What fibromyalgia teaches u about chronic pain. *Pain Medicine News—Special Edition*. 2013.
71. Thakur M, Dickenson AH, Baron R. Osteoarthritis pain: nociceptive or neuropathic? *Nature Rev Rheumatol*. 2014;10(6):374.
72. Haanpää M, Attal N, Backonja M, Baron R, Bennett M, Bouhassira D, et al. NeuPSIG guidelines on neuropathic pain assessment. *PAIN®*. 2011;152(1):14-27.
73. Konstantinovic LM, Kanjuh ZM, Milovanovic AN, Cutovic MR, Djurovic AG, Savic VG, et al. Acute low back pain with radiculopathy: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Photomed Laser Surg*. 2010;28(4):553-60.
74. Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, McGill SM. Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(9):1753-62.
75. Fritz JM, Piva SR, Childs JD. Accuracy of the clinical examination to predict radiographic instability of the lumbar spine. *Eur Spine J*. 2005;14(8):743-50.
76. Gur A, Karakoc M, Cevik R, Nas K, Sarac AJ, Karakoc M. Efficacy of low power laser therapy and exercise on pain and functions in chronic low back pain. *Lasers Surg Med*. 2003;32(3):233-8.
77. Kneebone WJ, CNC D, FIAMA D. Therapeutic laser for chronic low back pain. *Practical Pain Management*. 2007;7(1):38-42.
78. Bartelink D. The role of abdominal pressure in relieving the pressure on the lumbar intervertebral discs. *Bone Joint J*. 1957;39(4):718-25.
79. Frank JW, Kerr MS, Brooker A-S, DeMaio SE, Maetzel A, Shannon HS, et al. Disability resulting from occupational low back pain: Part I: What do we know about primary prevention? A review of the scientific evidence on prevention before disability begins. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(24):2908-17.
80. Patel AT, Ogle AA. Diagnosis and management of acute low back pain. *Am Fam Physician*. 2000;61(6):1779-86, 89-90.
81. Wang X-Q, Zheng J-J, Yu Z-W, Bi X, Lou S-J, Liu J, et al. A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *PLoS One*. 2012;7(12):e52082.
82. Hayden JA, Van Tulder MW, Malmivaara AV, Koes BW. Meta-analysis: exercise therapy for nonspecific low back pain. *Ann Intern Med*. 2005;142(9):765-75.
83. Hayden JA, Van Tulder MW, Tomlinson G. Systematic review: strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain. *Ann Intern Med*. 2005;142(9):776-85.
84. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med*. 2006;36(3):189-98.
85. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(6):926-34.

86. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *J Am Acad Orthop Surg*. 2005;13(5):316-25.
87. Mayer F, Schlumberger A, Van Cingel R, Henrotin Y, Laube W, Schmidbleicher D. Training and testing in open versus closed kinetic chain. *Isokinet Exerc Sci*. 2003;11(4):181-7.
88. Heo M-Y, Kim K, Hur B-Y, Nam C-W. The effect of lumbar stabilization exercises and thoracic mobilization and exercises on chronic low back pain patients. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(12):3843-6.
89. Woo S-D, Kim T-H. The effects of lumbar stabilization exercise with thoracic extension exercise on lumbosacral alignment and the low back pain disability index in patients with chronic low back pain. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(2):680-4.
90. Lim ECW, Poh RLC, Low AY, Wong WP. Effects of Pilates-based exercises on pain and disability in individuals with persistent nonspecific low back pain: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011;41(2):70-80.
91. May S, Donelson R. Evidence-informed management of chronic low back pain with the McKenzie method. *The Spine Journal*. 2008;8(1):134-41.
92. Byström MG, Rasmussen-Barr E, Grooten WJA. Motor control exercises reduces pain and disability in chronic and recurrent low back pain: a meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(6):E350-E8.
93. Hall AM, Maher CG, Lam P, Ferreira M, Latimer J. Tai chi exercise for treatment of pain and disability in people with persistent low back pain: a randomized controlled trial. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011;63(11):1576-83.
94. Sherman KJ, Cherkin DC, Erro J, Miglioretti DL, Deyo RA. Comparing yoga, exercise, and a self-care book for chronic low back pain: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*. 2005;143(12):849-56.
95. Chang DG, Holt JA, Sklar M, Groessl EJ. Yoga as a treatment for chronic low back pain: a systematic review of the literature. *Journal of orthopedics & rheumatology*. 2016;3(1):1.
96. Bergmark A. Stability of the lumbar spine: a study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand*. 1989;60(sup230):1-54.
97. McGill SM. Low back exercises: evidence for improving exercise regimens. *Phys Ther*. 1998;78(7):754-65.
98. Richardson CA, Hodges P, Hides J. *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization*: Churchill Livingstone; 2004.
99. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(23):2763-9.
100. Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, Damen L, Pas MS, Storm J. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(4):399-405.
101. Taylor J, O'Sullivan P. Lumbar segmental instability: pathology, diagnosis, and conservative management. *Physical therapy of the low back*. 2000:201-47.
102. Yang S-R, Kim K, Park S-J. The effect of thoracic spine mobilization and stabilization exercise on the muscular strength and flexibility of the trunk of chronic low back pain patients. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(12):3851-4.
103. Boucher J-A, Preuss R, Henry SM, Dumas J-P, Larivière C. The effects of an 8-week stabilization exercise program on lumbar movement sense in patients with low back pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17(1):23.
104. O'sullivan PB, Phytly GDM, Twomey LT, Allison GT. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(24):2959-67.
105. Crone C. Reciprocal inhibition in man. *Dan Med Bull*. 1993;40(5):571-81.

106. Adler S, Beckers D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide: Springer; 2007.
107. Willett WC, Dietz WH, Colditz GA. Guidelines for healthy weight. *N Engl J Med*. 1999;341(6):427-34.
108. Garrow JS, Webster J. Quetelet's index (W/H²) as a measure of fatness. *Int J Obes*. 1985;9(2):147-53.
109. Scott J, Huskisson E. Graphic representation of pain. *Pain*. 1976;2(2):175-84.
110. Carlsson AM. Assessment of chronic pain. I. Aspects of the reliability and validity of the visual analogue scale. *Pain*. 1983;16(1):87-101.
111. Ostelo RW, de Vet HC. Clinically important outcomes in low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2005;19(4):593-607.
112. Von Korff M, Jensen MP, Karoly P. Assessing global pain severity by self-report in clinical and health services research. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(24):3140-51.
113. Bouhassira D, Attal N, Alchaar H, Boureau F, Brochet B, Bruxelle J, et al. Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). *Pain*. 2005;114(1):29-36.
114. Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry disability index. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(22):2940-53.
115. Beck AT, Steer RA, Carbin MG. Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of evaluation. *Clin Psychol Rev*. 1988;8(1):77-100.
116. Ostelo RW, Deyo RA, Stratford P, Waddell G, Croft P, Von Korff M, et al. Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain: towards international consensus regarding minimal important change. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(1):90-4.
117. Schober P. Lendenwirbelsäule und Kreuzschmerzen. *Much Med Wochenschr*. 1937(84):336-9.
118. JJ. F. Contribution à l'étude clinique de la sciatique. Paris 1881.
119. Association ASI. Standards for Neurological Classification of SCI Worksheet, Revised 2006. Accessed: May; 2008.
120. Ditunno J, Young W, Donovan W, Creasey G. The international standards booklet for neurological and functional classification of spinal cord injury. *Spinal Cord*. 1994;32(2):70.
121. Zec Ž KN, Negovanović B, Jovanović A, Jović S, Zotović MR. Ispitivanje snage mišića: manuelna metoda. KMD N. Beograd 2007.
122. Christodoulides AN. Ipsilateral sciatica on femoral nerve stretch test is pathognomonic of an L4/5 disc protrusion. *Bone Joint J*. 1989;71(1):88-9.
123. Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klüber-Moffett J, Kovacs F, et al. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur Spine J*. 2006;15:s192-s300.
124. Kader D, Wardlaw D, Smith F. Correlation between the MRI changes in the lumbar multifidus muscles and leg pain. *Clin Radiol*. 2000;55(2):145-9.
125. Knutsson B. Comparative value of electromyographic, myelographic and clinical-neurological examinations in diagnosis of lumbar root compression syndrome. *Acta Orthop Scand*. 1961;32(sup49):3-135.
126. Hides J, Stokes M, Saide M, Jull G, Cooper D. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19(2):165-72.
127. Kumar SP. Efficacy of segmental stabilization exercise for lumbar segmental instability in patients with mechanical low back pain: A randomized placebo controlled crossover study. *N Am J Med Sci*. 2011;3(10):456.
128. Fredericson M, Moore T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle- and long-distance runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2005;16(3):669-89.

129. Ferreira PH, Ferreira ML, Hodges PW. Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: ultrasound measurement of muscle activity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(22):2560-6.
130. Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, Del Toro YM, Pulliam JN, Childs JD, et al. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35(6):346-55.
131. Mannion A, Caporaso F, Pulkovski N, Sprott H. Spine stabilisation exercises in the treatment of chronic low back pain: a good clinical outcome is not associated with improved abdominal muscle function. *Eur Spine J*. 2012;21(7):1301-10.
132. Unsgaard-Tøndel M, Nilsen TIL, Magnussen J, Vasseljen O. Is activation of transversus abdominis and obliquus internus abdominis associated with long-term changes in chronic low back pain? A prospective study with 1-year follow-up. *Br J Sports Med*. 2012;46(10):729-34.
133. Thomas E, Silman AJ, Croft PR, Papageorgiou AC, Jayson MI, Macfarlane GJ. Predicting who develops chronic low back pain in primary care: a prospective study. *BMJ*. 1999;318(7199):1662-7.
134. Bener A, Verjee M, Dafeeah EE, Falah O, Al-Juhaishi T, Schlogl J, et al. Psychological factors: anxiety, depression, and somatization symptoms in low back pain patients. *J Pain Res*. 2013;6:95.
135. Coenen P, Gouttebarga V, Van Der Burght AS, van Dieën JH, Frings-Dresen MH, van der Beek AJ, et al. The effect of lifting during work on low back pain: a health impact assessment based on a meta-analysis. *Occup Environ Med*. 2014:oemed-2014-102346.
136. Sterud T, Johannessen HA, Tynes T. Do work-related mechanical and psychosocial factors contribute to the social gradient in low back pain?: a 3-year follow-up study of the general working population in Norway. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(13):1089-95.
137. Reis S, Hermoni D, Borkan JM, Biderman A, Tabenkin C, Porat A. A new look at low back complaints in primary care: a RAMBAM Israeli family practice research network study.(Observations From Practice). *J Fam Pract*. 1999;48(4):299-304.
138. Schiøttz-Christensen B, Nielsen GL, Hansen VK, Schødt T, Sørensen HT, Olesen F. Long-term prognosis of acute low back pain in patients seen in general practice: a 1-year prospective follow-up study. *Fam Pract*. 1999;16(3):223-32.
139. Burton AK, McClune TD, Clarke RD, Main CJ. Long-term follow-up of patients with low back pain attending for manipulative care: outcomes and predictors. *Man Ther*. 2004;9(1):30-5.
140. Mallen CD, Peat G, Thomas E, Dunn KM, Croft PR. Prognostic factors for musculoskeletal pain in primary care: a systematic review. *Br J Gen Pract*. 2007;57(541):655-61.
141. Kamper SJ, Apeldoorn A, Chiarotto A, Smeets R, Ostelo R, Guzman J, et al. Multidisciplinary biopsychosocial rehabilitation for chronic low back pain: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2015;350:h444.
142. Dunn KM, Jordan KP, Croft PR. Contributions of prognostic factors for poor outcome in primary care low back pain patients. *Eur J Pain*. 2011;15(3):313-9.
143. Cooper NA, Scavo KM, Strickland KJ, Tipayamongkol N, Nicholson JD, Bewyer DC, et al. Prevalence of gluteus medius weakness in people with chronic low back pain compared to healthy controls. *Eur Spine J*. 2016;25(4):1258-65.
144. Chou L, Brady SR, Urquhart DM, Teichtahl AJ, Cicuttini FM, Pasco JA, et al. The association between obesity and low back pain and disability is affected by mood disorders: a population-based, cross-sectional study of men. *Medicine*. 2016;95(15).
145. Shiri R, Karppinen J, Leino-Arjas P, Solovieva S, Viikari-Juntura E. The association between obesity and low back pain: a meta-analysis. *Am J Epidemiol*. 2009;171(2):135-54.
146. Manchikanti L, Singh V, Falco FJ, Benyamin RM, Hirsch JA. Epidemiology of low back pain in adults. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*. 2014;17(S2):3-10.

147. Weingarten TN, Moeschler SM, Ptaszynski AE, Hooten WM, Beebe TJ, Warner DO. An assessment of the association between smoking status, pain intensity, and functional interference in patients with chronic pain. *Pain physician*. 2008;11(5):643-53.
148. Meucci RD, Fassa AG, Faria NMX. Prevalence of chronic low back pain: systematic review. *Rev Saude Publica*. 2015;49:73.
149. Shiri R, Karppinen J, Leino-Arjas P, Solovieva S, Viikari-Juntura E. The association between smoking and low back pain: a meta-analysis. *AJM*. 2010;123(1):87. e7-. e35.
150. Moon HJ, Choi KH, Kim DH, Kim HJ, Cho YK, Lee KH, et al. Effect of lumbar stabilization and dynamic lumbar strengthening exercises in patients with chronic low back pain. *Ann Rehabil Med*. 2013;37(1):110-7.
151. Stevens VK, Vleeming A, Bouche KG, Mahieu NN, Vanderstraeten GG, Danneels LA. Electromyographic activity of trunk and hip muscles during stabilization exercises in four-point kneeling in healthy volunteers. *Eur Spine J*. 2007;16(5):711-8.
152. Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swissball. *Chiropr Osteopat*. 2005;13(1):14.
153. Ekstrom RA, Osborn RW, Hauer PL. Surface electromyographic analysis of the low back muscles during rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008;38(12):736-45.
154. Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shiina I, Tatsumura M, Izumi S, et al. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(6):369-75.
155. Lee J-s, Kim T-h, Kim D-y, Shim J-h, Lim J-y. Effects of selective exercise for the deep abdominal muscles and lumbar stabilization exercise on the thickness of the transversus abdominis and postural maintenance. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(2):367-70.
156. Cho I, Jeon C, Lee S, Lee D, Hwangbo G. Effects of lumbar stabilization exercise on functional disability and lumbar lordosis angle in patients with chronic low back pain. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(6):1983-5.
157. Chang W-D, Lin H-Y, Lai P-T. Core strength training for patients with chronic low back pain. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(3):619-22.
158. Akbari A, Khorashadizadeh S, Abdi G. The effect of motor control exercise versus general exercise on lumbar local stabilizing muscles thickness: randomized controlled trial of patients with chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2008;21(2):105-12.
159. Andrusaitis SF, Brech GC, Vitale GF, Greve JMDA. Trunk stabilization among women with chronic lower back pain: a randomized, controlled, and blinded pilot study. *Clinics*. 2011;66(9):1645-50.
160. França FR, Burke TN, Hanada ES, Marques AP. Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. *Clinics*. 2010;65(10):1013-7.
161. Gatti R, Faccendini S, Tettamanti A, Barbero M, Balestri A, Calori G. Efficacy of trunk balance exercises for individuals with chronic low back pain: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011;41(8):542-52.
162. Ebrahimi H, Blaouchi R, Eslami R, Shahrokhi M. Effect of 8-week core stabilization exercises on low back pain, abdominal and back muscle endurance in patients with chronic low back pain due to disc herniation. *PTJ*. 2014;4(1):25-32.
163. Javadian Y, Akbari M, Talebi G, Taghipour-Darzi M, Janmohammadi N. Influence of core stability exercise on lumbar vertebral instability in patients presented with chronic low back pain: A randomized clinical trial. *Caspian J Intern Med*. 2015;6(2):98.
164. Gomes-Neto M, Lopes JM, Conceição CS, Araujo A, Brasileiro A, Sousa C, et al. Stabilization exercise compared to general exercises or manual therapy for the management of low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 2017;23:136-42.

165. Ali S, Sajjad AG, Keramat KU, Darian H. Chronic low back pain; Effects of the lumbar stabilization exercises on pain, range of motion and functional disability in the management. *Professional Med J*. 2017;24(4).
166. Volpato CP, Added MAN, Richter G, Tanaka V, Carvalho N, Freitas D. Influence of stretching and strengthening of the iliopsoas associated with lumbar segmental stabilization exercises in patients with low back pain: the pilot study. *Pain*. 2014;25:27-32.
167. Paungmali A, Joseph LH, Silitertpisan P, Pirunsan U, Uthaikhup S. Lumbopelvic Core Stabilization Exercise and Pain Modulation Among Individuals with Chronic Nonspecific Low Back Pain. *Pain Practice*. 2017.
168. wk Lee S, Kim SY. Effects of hip exercises for chronic low-back pain patients with lumbar instability. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(2):345-8.
169. Unsgaard-Tøndel M, Fladmark AM, Salvesen Ø, Vasseljen O. Motor control exercises, sling exercises, and general exercises for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Phys Ther*. 2010;90(10):1426-40.
170. Ahmed A, Waqas MS, Ijaz MJ, Adeel M, Haider R, Ahmed MI. Effectiveness of Core Muscle Stabilization Exercises with and without Lumbar Stretching in Non-Specific Low Back Pain. *Annals of King Edward Medical University*. 2017;23(3).
171. De Troyer A, Estenne M, Ninane V, Van Gansbeke D, Gorini M. Transversus abdominis muscle function in humans. *J Appl Physiol*. 1990;68(3):1010-6.
172. Goldman J, Lehr R, Millar A, Silver J. An electromyographic study of the abdominal muscles during postural and respiratory manoeuvres. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1987;50(7):866-9.
173. Strohl K, Mead J, Banzett R, Loring S, Kosch P. Regional differences in abdominal muscle activity during various maneuvers in humans. *J Appl Physiol*. 1981;51(6):1471-6.
174. Jull G, Richardson C, Hamilton C, Hodges P, Ng J, editors. Towards the validation of a clinical test for the deep abdominal muscles in back pain patients. *Proceedings of the 9th Biennial Conference of the Manipulative Physiotherapists Association of Australia Manipulative*; 1995: Physiotherapists Association of Australia.
175. Richardson C, Jull G, Richardson B, editors. Dysfunction of the deep abdominal muscles exists in low back pain patients. *Proceedings of the International Congress: World Confederation of Physical Therapy Washington: World Confederation of Physical Therapy*; 1995.
176. Urquhart DM, Hodges PW, Allen TJ, Story IH. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Man Ther*. 2005;10(2):144-53.
177. Olivera Đ. Korelacija kliničkog i funkcionalnog sa ultrazvučnim nalazom mišića dubokih stabilizatora lumbosakralnog segmenta kičmenog stuba kod ispitanika sa lumbalnim sindromom. Beograd; 2005.
178. Chitra R. Effect of lumbar stabilization exercise and lumbar extension exercise in the treatment of chronic low back pain. *ESJ*. 2014;10(21).
179. Hides J, Stanton W, Mendis MD, Sexton M. The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus clinical muscle tests in patients with chronic low back pain. *Man Ther*. 2011;16(6):573-7.
180. Hebert JJ, Koppenhaver SL, Teyhen DS, Walker BF, Fritz JM. The evaluation of lumbar multifidus muscle function via palpation: reliability and validity of a new clinical test. *Spine J*. 2015;15(6):1196-202.
181. Johnsen LG, Hellum C, Nygaard ØP, Storheim K, Brox JI, Rossvoll I, et al. Comparison of the SF6D, the EQ5D, and the Oswestry Disability Index in patients with chronic low back pain and degenerative disc disease. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013;14(1):148.
182. Larivière C, Gagnon D, Loisel P. The effect of load on the coordination of the trunk for subjects with and without chronic low back pain during flexion–extension and lateral bending tasks. *Clinical Biomechanics*. 2000;15(6):407-16.

183. Thomas E, Silman AJ, Papageorgiou AC, Macfarlane GJ, Croft PR. Association between measures of spinal mobility and low back pain: an analysis of new attenders in primary care. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998;23(3):343-7.
184. Poitras S, Loisel P, Prince F, Lemaire J. Disability measurement in persons with back pain: a validity study of spinal range of motion and velocity. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(10):1394-400.
185. Parks K, Crichton K, Goldford R, McGill S. A comparison of lumbar range of motion and functional ability scores in patients with low back pain: assessment for range of motion validity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(4):380-4.

8. Prilozi

Prilog 1 - Informacije za pacijenta

Prilog 2 - Pismeni formular pristanka

Prilog 3 - Upitnik lumbalni bol

Prilog 4 - DN4 upitnik

Prilog 5 - ASIA skala

Prilog 6 - Vežbe lumbalne stabilizacije sa torakalnom mobilizacijom

POZIV DA UČESTVUJETE U ISTRAŽIVANJU

Studija: Klinička efikasnost programa vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u sanaciji hroničnog lumbalnog bola

Poštovani Gospodine tj. Gospodo/Gospođice

Pozvani ste da učestvujete u kliničkom istraživanju, koji sprovodi Klinika za rehabilitaciju "Dr Miroslav Zotović", koje smatramo vrlo važnim.

Pre nego što odlučite da li želite da učestvujete u ovoj studiji, zamolili bismo Vas da pažljivo pročitate sledeće informacije u kojima su objašnjeni ciljevi ovog istraživanja i implikacije vašeg eventualnog učestvovanja.

Cilj anketnog upitnika

Bol u leđima je jedan od najčešćih simptoma u medicini. Program vežbi u ovoj studiji koje je predviđeno da radite, poznat je pod imenom lumbalna stabilizacija. Zasnovan je na principu izvođenja dok kičma ostaje u neutralnom položaju, praktično bez savijanja. Ovakve vežbe postoje jako dugo i davale su solidne rezultate. Međutim, tek u poslednjih nekoliko godina, za istraživače širom sveta ova tema postaje ponovo aktuelna. Razlog za to su prethodne, novije studije koje su menjale pristup rada ovih vežbi, izbacivale neefikasne vežbe i dodavale upotrebu celog kičmenog stuba. Rezultati po pitanju redukcije bola u leđima, od solidnih postali su izvanredni. Upravo na te poslednje rezultate kliničkih studija u svetu, želimo da nadovežemo naše istraživanje. Uvrstićemo i nekoliko najnovijih vežbi sa kojima mislimo da ćemo napraviti dodatni iskorak, kako po pitanju Vašeg bola, tako i za razvoj pomenute terapije bola u leđima.

Cilj ovog upitnika je da se utvrdi Vaš funkcionalni status i stepen onesposobljenosti i da istražimo da li najnoviji, savremeni koncepti lečenja ove Klinike putem specijalnog programa vežbi, utiču pozitivno na smanjenje bola koji osećate u leđima, kao i da uporedimo efekte specijalnog programa vežbi pre i posle studije. Na taj način, želimo da unapredimo rezultate kao i da doprinesemo bržem razvitku pravilnog koncepta kineziterapijskog tretmana.

Zašto sam ja izabran?

Vas smo kontaktirali da bismo Vas zamolili da učestvujete u ovom istraživanju zato što imate navedene bolove.

Da li sam obavezan da učestvujem?

Na Vama je da odlučite da li ćete učestvovati ili ne. Ukoliko odlučite da učestvujete u ovom istraživanju, zamolićemo Vas da ovaj list sa informacijama sačuvate i da potpišete formular informisanog pristanka. I ukoliko odlučite da učestvujete, možete slobodno prekinuti bilo kada svoje učešće tokom trajanja istraživanja bez obaveze da objašnjavate razloge i bez narušavanja vašeg prava na dalje lečenje.

Opis ankete i istraživanja

Početak vašeg učešća u ovom istraživanju počinje popunjavanjem anketnog upitnika. Pitanja se popunjavaju najčešće ispunjavanjem odgovarajućih krugova i ostaće u našoj bazi bez uvida šire javnosti u to ko je popunjavao upitnik. Zatim sledi nekoliko veoma kratkih testova procene Vašeg trenutnog stanja. Tog dana će biti ocenjeni vaši rezultati. Odmah nakon toga, kreće Vaša obuka specijalnog programa od nekoliko vežbi, koje su predviđene da radite 3 puta nedeljno po 20-ak minuta ili kod nas u ustanovi ili kod Vas u kući. Osam nedelja kasnije, ponovo ćete popuniti isti upitnik i tada će biti evidentirani vaši novi rezultati.

Šta se podrazumeva pod vašim učešćem?

Ako se odlučite da ne učestvujete u ovoj studiji, to neće uticati na vaš tretman. Ordinirajući lekar neće menjati svoje odluke, ni tokom vašeg boravka u Klinici ni nakon Vašeg izlaska iz nje, bez obzira na to da li ste ili niste pristali na učestvovanje. Neće Vam se raditi nikakvi dodatni laboratorijski, niti ma kakvi drugi pregledi, izuzev onih koji su neophodni u uobičajenoj kliničkoj praksi. Nećete morati ni češće da odlazite kod lekara, već ćete dolaziti samo na uobičajene kontrolne preglede.

Koje su moguće koristi i problemi učešća?

Može Vam biti od koristi mogućnost da imate povoljnije terapijske efekte za vašu bolest. Metoda je potpuno bezbedna i zbog njene primene ne možete imati nikakve probleme. Moguće teškoće mogu da proizađu iz činjenice da učestvovanje u ovom istraživanju zahteva vreme za učešće. Procena bi trajala oko 1h a sama terapija oko 30 minuta. Vi možete i dalje u bilo kom trenutku da odbijete da nastavite sa istraživanjem. Ako budete zabrinuti iz bilo kog razloga, biće Vam dat telefon na koji ćete moći da kontaktirate istraživača i da porazgovarate o onome što Vas brine ili da tražite pomoć.

Odustajanje od učestvovanja u kliničkoj studiji

Iako odlučite da učestvujete, Vi možete da odustanete od učešća kad god to poželite, i što je najvažnije, ne morate da objašnjavate razloge zbog kojih odustajete.

Pitanja privatnosti i upotrebe kliničkih informacija

Da bi se istraživanje moglo sprovesti, biće potrebno da se pregledaju i iskoriste neke informacije iz Vašeg medicinskog kartona:

- Informacije će se čuvati u kompjuterizovanoj bazi podataka za sve učesnike.
- Jednom kad se iskoriste pojedine kliničke informacije, neće biti otkriveni nikakvi podaci vezani za vaš lični identitet.
- Rezultati će biti statistički analizirani i objavljeni u stručnim i naučnim publikacijama 2017-2018 godine, kao i za potrebe odbrane doktorke disertacije.

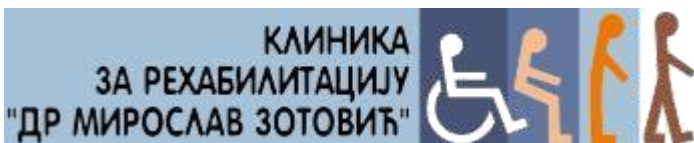
Pacijenti će biti selektovani u ambulanti od strane lekara „A“ odeljenja i upućeni na ambulantni tretman ove Klinike. Prostom randomizacijom pacijenti će biti podeljeni u dve grupe, prema kriterijumima za uključenje u studiju. Lekar Klinike za rehabilitaciju ”Dr Miroslav Zotović“ kome ćete moći da se obratite za potrebe informisanosti pacijenta, praćenje i kontrolu studije biće Doc dr Aleksandra Vidaković.

Ukoliko se odlučite da učestvujete u studiji, daćemo Vam primerak ovog lista sa informacijama i potpisani formular informisanog pristanka da sačuvate.

Hvala Vam na tome što ste zainteresovani za ovo istraživanje.

Beograd, Klinika za rehabilitaciju ”Dr Miroslav Zotović“

Hvala za Vaše vreme koje ste proveli čitajući ovaj dokument o informacijama o studiji



КЛИНИКА
ЗА РЕХАБИЛИТАЦИЈУ
"ДР МИРОСЛАВ ЗОТОВИЋ"

11000 Београд, Сокобањска бр.

Телефони: централа 011.2062500, управа 2062505, факс 2667623

PISMENI FORMULAR PRISTANKA

Klinička efikasnost programa vežbi lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije u sanaciji hroničnog lumbalnog bola.

Ime učesnika

Organizatori studije su me pozvali da učestvujem u istraživanju.

Razumem šta se nalazi na listi sa informacijama o istraživanju. Imam jedan primerak te liste koji ću sačuvati.

Imao sam prilike da razgovaram i postavim pitanja o studiji.

Znam koja je moja uloga u studiji i znam koliko dugo će trajati.

Znam kako ova studija može uticati na mene. Rečeno mi je da ne postoje mogući rizici.

Razumem da ne bi trebalo da aktivno učestvujem u više od 1 istraživačke studije istovremeno.

Znam da je Etički odbor Klinike za rehabilitaciju "Dr Miroslav Zotović" video i odobrio ovu studiju.

Razumem da su lične informacije strogo poverljive. Znam da će samo ljudi koji su deo istraživačkog tima biti u mogućnosti da vide informacije u vezi sa sa mojim učešćem u studiji.

Slobodnom voljom pristajem da učestvujem u ovoj studiji. Niko na mene nije vršio pritisak.

Znam da mogu prestati sa učestvovanjem u bilo kom trenutku.

Znam da ukoliko ne učestvujem i dalje ću biti u mogućnosti da dobijem normalno lečenje.

Znam da ću biti kontaktiran nakon 8 nedelja.

Potpis učesnika.....

Datum.....

Kao istraživač odgovoran za ovo istraživanje ili određeni zamenik potvrđujem da sam objasnio gore navedenom učesniku prirodu i cilj istraživanja kojese sprovodi.

Ime istraživača

Potpis istraživača

Datum

Klinika za rehabilitaciju
Dr M. Zotović
Lekar: _____

Br istorije: **PRILOG 3**
Klinički sindrom (Quebeck):
Terapijski program: _____

UPITNIK LIČNI PODACI

Datum: _____
Matični broj: _____
Ime i prezime: _____
Pol: Ž M
Zanimanje: _____

Radni staž: _____
Adresa: _____
Telefon kućni: _____
na poslu: _____

MOLIMO VAS DA ZAOKRUŽITE ODGOVORE NA PITANJA KOJA SLEDE

1. Kakvo je vaše trenutni bračno stanje?
 - 1 Oženjen-udata/živim u vanbračnoj zajednici sa drugom osobom
 - 2 Razveden-a/ razdvojeni
 - 3 Udovac – udovica
 - 4 Samac (nikad venčan-a)

2. Pre koliko vremena je počela trenutna epizoda (napad) vaše bolesti?
 - 1 manje od 4 nedelje
 - 2 od 4 do 12 nedelja
 - 3 preko 3 meseca

3. Kako je počela sadašnja (trenutna) epizoda?
 - 1 iznenada
 - 2 postepeno

4. Da li ste imali nekih problema sa leđima pre ove epizode?
 - 1 ne
 - 2 da, jednu epizodu
 - 3 Da, dve ili više epizoda

7. Koje vrste zdravstvenih usluga ste koristili zbog svog trenutnog oboljenja leđa?

usluge	komentar
Fizikalna medicina (šta i koliko)	
Hiropraksa („nameštanje”) koliko puta	
Lekovi (koji i koliko dugo)	
Da li ste se obraćali Hitnoj pomoći	
Da li ste konsultovali neurohirurga ili ortopeda	
ništa od navedenog	

8. Da li je tretman Vašeg oboljenja leđa do sada ispunio Vaša očekivanja?

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1 Da, potpuno | 5 Ne, ne baš |
| 2 Da, skoro potpuno | 6 Ne, daleko od toga |
| 4 Više - manje | 7 Ne, uopšte ne |

9. Da li ste ikad bolovali od neke od navedenih bolesti (zaokružite sve što je tačno):

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Dijabetes (šećerna bolest) | 6 Depresija |
| 2 Srčana oboljenja | 7 Hipertenzija (visok krvni pritisak) |
| 3 šlog | 8 Maligna oboljenja |
| 4 Bol u zglobovima, osim u leđima | 9 Ništa od navedenog |
| 5 Astma ili druga plućna oboljenja | |

10. Da li trenutno pušite?

- 1 Nikad nisam pušio-la
- 2 Da
- 3 Ne, prestao-la sam u proteklih 6 meseci
- 4 Ne, prestao-la sam pre više od 6 meseci

11. Oswestry skor

Parameter	Kvalifikacija	pre	posle		
Intenzitet bola	moгу da istrpim bol bez uzimanja analgetika (0)				
	bol je jak ali ga podnosim bez uzimanja analgetika (1)				
	analgetici me potpuno oslobađaju bola (2)				
	analgetici me umereno oslobađaju bola (3)				
	analgetici me vrlo malo oslobađaju bola -4				
	analgetici nemaju nikakvog efekta na bol i ja ih ne koristim -5				
lična nega	moгу da brinem o sebi normalno bez pojačanja bola-0				
	moгу da brinem o sebi normalno ali mi to izaziva pojačanje bola-1				
	briga o sebi mi ozaziva bol i pri tome sam spor i pažljiv (2)				
	donekle mi je potrebna pomoć ali veći deo lične nege sam obavljam (3)				
	potrebna mi je svakodnevna pomoć u većini aspekata lične nege-4				
ne oblačim se, otežano se kupam (održavam ličnu higijenu) i ne ustajem iz kreveta (5)					
podizanje tereta	moгу da podižem velike težine tereta bez pojačanja bola (0)				
	moгу da podižem velike težine tereta ali mi to izaziva pojačanje bola (1)				
	bol me sprečava u podizanju tereta velike težine sa poda ali mogu da se snađem ako su pogodno postavljeni, npr. na sto (2)				
	bol me sprečava u podizanju tereta vel. težina ali mogu da podignem teret manjih i srednj. težina ako su pogodno postavljeni-3				
	moгу da podignem samo teret veoma malih težina (4)				
	ne mogu nikakav teret da podižem i nosim (5)				
hodanje	bol me ne sprečava u hodanju (na bilo kojoj distanci) (0)				
	bol me sprečava u hodanju preko 1.8 km (preko 40-60 min.) (1)				
	bol me sprečava u hodanju preko 800m (30 min.) (2)				
	bol me sprečava u hodanju preko 500m (10-15 min.) (3)				
	moгу da hodam jedino uz pomoć štapa ili štaka (4)				
	većinu vrem. provodim u krevetu i sa teškoćom idem do toaleta-5				
sedenje	moгу da sedim u bilo kojoj stolici koliko dugo želim (0)				
	moгу da sedim samo u odgovarajućoj stolici koliko dugo želim (1)				
	bol me sprečava u sedenju duže od jednog sata (2)				
	bol me sprečava u sedenju duže od pola sata (3)				
	bol me sprečava u sedenju duže od 10 minuta (4)				
	bol me u potpunosti sprečava u sedenju (5)				
stajanje	moгу da stojim koliko dugo želim bez pojačanja bola (0)				
	moгу da stojim koliko dugo želim ali mi to izaziva pojačanje bola (1)				
	bol me sprečava u stajanju dužem od jednog sata (2)				
	bol me sprečava u stajanju dužem od pola sata (3)				
	bol me sprečava u stajanju dužem od 10 min. (4)				
	bol me u potpunosti sprečava u stajanju (5)				
spavanje	bol me ne sprečava da dobro spavam (0)				
	moгу da dobro spavam samo ako koristim tablete (1)				
	čak i kada koristim tablete spavam manje od 6 sati (2)				
	čak i kada koristim tablete spavam manje od 4 sata (3)				
	čak i kada koristim tablete spavam manje od 2 sata (4)				
	bol me u potpunosti sprečava da spavam (5)				
seksualni život	moj seksualni život je normalan i ne izaziva mi pojačanje bola (0)				
	moj seksualni život je normalan ali mi izaziva malo pojačanje bola (1)				

	moj seksualni život je skoro normalan ali je veoma bolan (2)				
	moj seksualni život je ozbiljno ugrožen bolom (3)				
	moj seksualni život je blizu apstinencije zbog bola (4)				
	bol u potpunosti onemogućava moj seksualni život (5)				

društveni život	moj društveni život je normalan i ne izaziva mi pojačanje bola (0)				
	moj društveni život je normalan ali mi pojačava bol (1)				
	bol nema značajniji uticaj na moj društveni život osim što me ograničava u energičnijim aktivnostima kao što je ples (2)				
	bol ograničava moj društveni život i ja ne izlazim napolje često (3)				
	bol ograničava moj društveni život na moju kuću (4)				
	moj društveni život ne postoji zbog bola (5)				
putovanja	moju da putujem bilo gde bez pojačanja bola (0)				
	moju da putujem bilo gde ali mi to izaziva pojačanje bola (1)				
	bol je jak ali mogu da podnesem putovanja do 2 sata (2)				
	bol me ograničava na putovanja kraća od 1 sata (3)				
	bol me ograničava na kraća neophodna putovanja do 30 min. (4)				
	bol me sprečava da putujem osim do doktora ili bolnice (5)				
ukupni skor					

Intenzitet bola:

parametri	Pre terapije	Posle terapije
VAS LS		
VAS noga		
ukupni VAS		

“tender” tačke

parametri	Pre terapije	Posle terapije
Ukupan broj		
Osetljivost najbolnije (mm-VAS)		
opis lokalizacije		

U prilogu DN4, Beck

FUNKCIONALNA PROCENA LUMBOSAKRALNE REGIJE

Obim pokreta (goniometar-stepeni, standardna rastojanja-cm)

parametar	Aktivna	Aktivna	Pasivna	Pasivna	Sa otporom	Sa otporom
	pre	posle	Pre	posle	pre	posle
antefleksija						

Tonus PVM

parametar	Pre terapije	Posle terapije
Procena tonusa (1-4)*		

*1-hipotonija, 2 –eutonija, 3 spazam (+), 4 jak spazam (++), 5 vrlo jak spazam (+++)

parametri	Pre terapije	Posle terapije
Visina		/
Težina		
Test nestabilnosti u proniranom položaju (1-2)*		

*1-pozitivan, 2-negativan

Indeks sagitalne pokretljivost LS kičme (cm)

parametar		Pre terapije	Posle terapije
Šober test	prednji		
	zadnji		
Ukupan skor sagitalne pokretljivosti LS kičme			

PREGLED DONJIH EKSTREMITETA

Pokretljivost

Pokretljivost u kuku

Pokret*	Pre terapije	Posle terapije
Fleksija		
Ekstenzija		
Spoljašnja rotacija		
Unutrašnja rotacija		
Abdukcija		
adukcija		

*1-normalna , 2-lako ograničena do 30%, 3-srednje ograničena 30-60%,
4-teško ograničena ispod 30%, 5-hipermobilnost

GMS/skor (MMT 0-5)

GMS mišića	Pre terapije		Posle terapije	
	levo	desno	levo	desno
L2 m ileopsoas				
L3 m quadriceps femoris				
L4 m tibialis anterior				
L5 m extensor hallucis longus				
S1 m triceps surae				
Ukupni motorni skor				

Senzibilitet (0-2)*

regija	dodir				ubod			
	pre		posle		pre		posle	
	L	D	L	D	L	D	L	D
L1-gornji deo butine distalno od ingvinalnog ligamenta								
L2- sredina prednje strane butine								
L3-donji deo prednje strane butine								
L4-medijalna strana potkolenice i stopala								
L5 lateralna strana potkolenice								

dorzum stopala							
S1 lateralna strana stopala							
S2 zadnja uzdužna strana butine							
Ukupni senzitivni skor							

*(0-2) 0-odsutno, 1-smanjeno, 2- normalno

regija	Toplo/hladno				Vibracijski senzibilitet			
	pre		posle		pre		posle	
	L	D	L	D	L	D	L	D
L1-gornji deo butine distalno od ingvinalnog ligamenta								
L2- sredina prednje strane butine								
L3-donji deo prednje strane butine								
L4-medijalna strana potkolenice i stopala								
L5 lateralna strana potkolenice dorzum stopala								
S1 lateralna strana stopala								
S2 zadnja uzdužna strana butine								
Ukupni senzitivni skor								

*(0-2) 0-odsutno, 1-smanjeno, 2- normalno

Specifični testovi

Parametar procena*	Pre terapije		Posle terapije	
	levo	desno	levo	desno
Test istezanja				
Test duralne kompresije				

* 1-normalan, 2-45-60 st, 3-30-45 st, 4.manje od 30

Refleksna aktivnost

Parametar procena*	Pre terapije		Posle terapije	
	levo	desno	levo	desno
Patelarni refleks				
Ahilov refleks				

*1-ugašen, 2-snižen, 3-normalan, 4-povišen

Mišićni test trupa

Mišićni test trupa	Pre terapije		Posle terapije	
	levo	desno	levo	desno
PVM				
m. rectus abdominis				
m. obliquus abdominis				
Ukupni motorni skor				

FIZIČKA AKTIVNOST TOKOM PRETHODNE NEDELJE (U SATIMA):

DN4 UPITNIK

Pitanje 1: Da li Vaš bol ima bilo koju od sledećih karakteristika?

1. Pečenje
2. Bolni osećaj hladnoće
3. Električno strujanje

Pitanje 2: Da li je Vaš bol povezan sa sledećim simptomima u istom području?

4. Peckanje
5. Žmarci
6. Trnjenje
7. Svrab

Pitanje 3: Da li bol u tom području pokazuje nešto od sledećeg?

8. Hipoesteziju na dodir
9. Hipoesteziju na ubod

Pitanje 4: Da li je bol provociran ili povećan sledećim?

10. Češanjem

Da= 1 bod

Ne= 0 bodova

Skor pacijenta: _____/10

Ako je skor pacijenta ≥ 4 , test je pozitivan.

ASIA STANDARD NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY

MOTOR KEY MUSCLES

	R	L
C2		
C3		
C4		
C5		
C6		
C7		
C8		
T1		
T2		
T3		
T4		
T5		
T6		
T7		
T8		
T9		
T10		
T11		
T12		
L1		
L2		
L3		
L4		
L5		
S1		
S2		
S3		
S4-5		

0 = total paralysis
 1 = palpable or visible contraction
 2 = active movement, gravity eliminated
 3 = active movement, against gravity
 4 = active movement, against some resistance
 5 = active movement, against full resistance
 NT = not testable

Hip flexors
 Knee extensors
 Ankle dorsiflexors
 Long toe extensors
 Ankle plantar flexors

Voluntary anal contraction (Yes/No)

SENSORY KEY SENSORY POINTS

	R	L
C2		
C3		
C4		
C5		
C6		
C7		
C8		
T1		
T2		
T3		
T4		
T5		
T6		
T7		
T8		
T9		
T10		
T11		
T12		
L1		
L2		
L3		
L4		
L5		
S1		
S2		
S3		
S4-5		

0 = absent
 1 = impaired
 2 = normal
 NT = not testable

Any anal sensation (Yes/No)

TOTALS + = **MOTOR SCORE** (MAXIMUM) (50) (50) (100)
TOTALS + = **PIN PRICK SCORE** (MAXIMUM) (56) (56) (56) (56)
TOTALS + = **LIGHT TOUCH SCORE** (MAXIMUM) (56) (56) (56) (56)

NEUROLOGICAL LEVEL <small>The most caudal segment with normal function</small>	R	L	COMPLETE OR INCOMPLETE? <small>Incomplete = Any sensory or motor function in S4-S5</small>	ZONE OF PARTIAL PRESERVATION <small>Caudal extent of partially innervated segments</small>	R	L
SENSORY	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SENSORY	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ASIA IMPAIRMENT SCALE	MOTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association. 2000 Rev.

Muscle Function Grading

- 0 = total paralysis
- 1 = palpable or visible contraction
- 2 = active movement, full range of motion (ROM) with gravity eliminated
- 3 = active movement, full ROM against gravity
- 4 = active movement, full ROM against gravity and moderate resistance in a muscle specific position
- 5 = (normal) active movement, full ROM against gravity and full resistance in a functional muscle position expected from an otherwise unimpaired person
- 5* = (normal) active movement, full ROM against gravity and sufficient resistance to be considered normal if identified inhibiting factors (i.e. pain, disuse) were not present
- NT = not testable (i.e. due to immobilization, severe pain such that the patient cannot be graded, amputation of limb, or contracture of > 50% of the normal ROM)

Sensory Grading

- 0 = Absent
- 1 = Altered, either decreased/impaired sensation or hypersensitivity
- 2 = Normal
- NT = Not testable

When to Test Non-Key Muscles:

In a patient with an apparent AIS B classification, non-key muscle functions more than 3 levels below the motor level on each side should be tested to most accurately classify the injury (differentiate between AIS B and C).

Movement	Root level
Shoulder: Flexion, extension, abduction, adduction, internal and external rotation	C5
Elbow: Supination	
Elbow: Pronation	C6
Wrist: Flexion	
Finger: Flexion at proximal joint, extension	C7
Thumb: Flexion, extension and abduction in plane of thumb	
Finger: Flexion at MCP joint	C8
Thumb: Opposition, adduction and abduction perpendicular to palm	
Finger: Abduction of the index finger	T1
Hip: Adduction	L2
Hip: External rotation	L3
Hip: Extension, abduction, internal rotation	L4
Knee: Flexion	
Ankle: Inversion and eversion	
Toe: MP and IP extension	
Hallux and Toe: DIP and PIP flexion and abduction	L5
Hallux: Adduction	S1

ASIA Impairment Scale (AIS)

A = Complete. No sensory or motor function is preserved in the sacral segments S4-5.

B = Sensory Incomplete. Sensory but not motor function is preserved below the neurological level and includes the sacral segments S4-5 (light touch or pin prick at S4-5 or deep anal pressure) AND no motor function is preserved more than three levels below the motor level on either side of the body.

C = Motor Incomplete. Motor function is preserved at the most caudal sacral segments for voluntary anal contraction (VAC) OR the patient meets the criteria for sensory incomplete status (sensory function preserved at the most caudal sacral segments (S4-S5) by LT, PP or DAP), and has some sparing of motor function more than three levels below the ipsilateral motor level on either side of the body. (This includes key or non-key muscle functions to determine motor incomplete status.) For AIS C – less than half of key muscle functions below the single NLI have a muscle grade ≥ 3.

D = Motor Incomplete. Motor incomplete status as defined above, with at least half (half or more) of key muscle functions below the single NLI having a muscle grade ≥ 3.

E = Normal. If sensation and motor function as tested with the ISNCSCI are graded as normal in all segments, and the patient had prior deficits, then the AIS grade is E. Someone without an initial SCI does not receive an AIS grade.

Using ND: To document the sensory, motor and NLI levels, the ASIA Impairment Scale grade, and/or the zone of partial preservation (ZPP) when they are unable to be determined based on the examination results.

Steps in Classification

The following order is recommended for determining the classification of individuals with SCI.

1. **Determine sensory levels for right and left sides.**
The sensory level is the most caudal, intact dermatome for both pin prick and light touch sensation.
 2. **Determine motor levels for right and left sides.**
Defined by the lowest key muscle function that has a grade of at least 3 (on supine testing), providing the key muscle functions represented by segments above that level are judged to be intact (graded as a 5).
Note: In regions where there is no myotome to test, the motor level is presumed to be the same as the sensory level, if testable motor function above that level is also normal.
 3. **Determine the neurological level of injury (NLI)**
This refers to the most caudal segment of the cord with intact sensation and antigravity (3 or more) muscle function strength, provided that there is normal (intact) sensory and motor function rostrally respectively.
The NLI is the most cephalad of the sensory and motor levels determined in steps 1 and 2.
 4. **Determine whether the injury is Complete or Incomplete.**
(i.e. absence or presence of sacral sparing)
If voluntary anal contraction = No AND all S4-5 sensory scores = 0 AND deep anal pressure = No, then injury is Complete.
Otherwise, injury is Incomplete.
 5. **Determine ASIA Impairment Scale (AIS) Grade:**
 - Is injury Complete? If YES, AIS=A and can record ZPP (lowest dermatome or myotome on each side with some preservation)
 - NO ↓
 - Is injury Motor Complete? If YES, AIS=B
(No=voluntary anal contraction OR motor function more than three levels below the motor level on a given side, if the patient has sensory incomplete classification)
 - NO ↓
 - Are at least half (half or more) of the key muscles below the neurological level of injury graded 3 or better?
 - NO ↓ AIS=C
 - YES ↓ AIS=D
- If sensation and motor function is normal in all segments, AIS=E
Note: AIS E is used in follow-up testing when an individual with a documented SCI has recovered normal function. If at initial testing no deficits are found, the individual is neurologically intact, the ASIA Impairment Scale does not apply.



Vežbe lumbalne stabilizacije i torakalne mobilizacije

