



**UNIVERZITET U NOVOM SADU
MEDICINSKI FAKULTET**

DOKTORSKE STUDIJE JAVNOG ZDRAVLJA

**PROGNOSTIČKI FAKTORI ZA POVRATAK NA POSAO KOD
BOLESNIKA OPERISANIH ZBOG LUMBALNE DISKUS HERNIJE**

Doktorska disertacija

Mentori:

Prof.dr Ivan Mikov

Prof.dr Tomislav Cigić

Kandidat:

Dr Monika Papić

Novi Sad, 2016. godina

Univerzitet u Novom Sadu

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	Monika Papić
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Prof. dr Ivan Mikov Prof. dr Tomislav Cigić
Naslov rada: NR	Prognostički faktori za povratak na posao kod bolesnika operisanih zbog lumbalne diskus hernije
Jezik publikacije: JP	srpski/ latinica
Jezik izvoda: JI	srpski / engleski
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Vojvodina
Godina: GO	2016.
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Medicinski fakultet, Novi Sad Hajduk Veljkova 3

Fizički opis rada: FO	Poglavlja 8/ 132 stranice / 14 slika/32 grafikona/ 43 tabele/ 144 reference/ 6 priloga/
Naučna oblast: NO	Medicina
Naučna disciplina: ND	Medicina rada Hirurgija
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	diskus hernija; lumbalni bol; povratak na posao; oporavak funkcije; prediktivna vrednost testova; ocena radne sposobnosti; faktori rizika; prognoza; ishod lečenja
UDK	616.711-009.7-089-037 616-057:331.1/.4
Čuva se: ČU	Univerzitet u Novom Sadu, Biblioteka Medicinskog fakulteta, Hajduk Veljkova 3, 21000 Novi Sad, Srbija
Važna napomena: VN	
Izvod: IZ	Povratak na posao nakon operacije lumbalne diskus hernije determinisan je funkcionalnim stanjem, prisustvom i stepenom tegoba od strane lumbosakralne kičme, zahtevima na radnom mestu bolesnika ali i psihosocijalnim faktorima, koji pri oceni radne sposobnosti zaposlnih zahtevaju individualni pristup. Grupa pacijenata koja se neće vratiti na posao može biti identifikovana putem prognostičkog modela. Cilj ove studije je definisanje prognostičkog modela za povratak na posao bolesnika operisanih zbog lumbalne diskus hernije kao i identifikacija najznačajnijih faktora rizika odgovornih za loš ishod operativnog lečenja, posmatrano kroz prizmu povratka na posao. Istraživanje je prospektivna studija koja je obuhvatila ukupno 200 ispitanika, koji su operisani zbog lumbalne diskus hernije na

	<p>jednom nivou i praćeni su u vremenskom period do 12 meseci nakon operativnog lećenja. U statistiĉku ananlizu je ušlo 153 bolesnika, koji su ispunili kriterijume selekcije ispitanika studije. Nakon određivanja znaćaja posmatranih bioloških, profesionalnih i psihosocijalnih faktora rizika za povratak na posao, kreirani su i evaluirani prognostiĉki modeli bazirani na svim i na odabranim atributima desetstrukom kros-validacijom: stablo odluĉivanja (DT), model višeslojnih perceptrona (MLP) i model potpornih vektora (SVM). Za predviđanje povratka na posao najveću taćnost, specifićnost i senzitivnost za odabrane attribute postiže model potpornih - podržavajućih vektora (SVM). Najbolju intuitivnu i praktiĉnu vrednost za predviđanje povratka na posao pruža model stabla odluka (DT). Identifikacijom najznaćajnijih faktora rizika za nepovoljan ishod povratka na posao omogućeno je preventivno delovanje na iste, u cilju smanjenja broja pacijenata sa umanjnjem radne sposobnosti i invaliditeta.</p>
Datum prihvatanja teme od strane NN veća: DP	23.06.2014.
Datum odbrane: DO	
Ćlanovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO	predsednik: ćlan: ćlan:

University of Novi Sad
Faculty
Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Ph. D. Thesis
Author: AU	Monika Papic
Mentor: MN	Ivan Mikov, M.D., Ph.D., full professor Tomislav Cigić, M.D., Ph.D., full professor
Title: TI	Prognostic factors for return to work after lumbar discectomy
Language of text: LT	Serbian (Roman)
Language of abstract: LA	English/ Serbian
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2016.
Publisher: PU	Author reprint
Publication place: PP	Faculty of Medicine, Novi Sad Hajduk Veljkova 3

Physical description: PD	Chapters 8/ pages 132 / 43 tables / 32 graphs/ 144 references/ 6 supplements
Scientific field SF	Medicine
Scientific discipline SD	Occupational medicine Surgery
Subject, Key words SKW	Intervertebral Disc Displacement; Low Back Pain; Return to Work; Recovery of Function; Predictive Value of Tests; Work Capacity Evaluation; Risk Factors; Prognosis; Treatment Outcome
UC	616.711-009.7-089-037 616-057:331.1/.4
Holding data: HD	University of Novi Sad, Library of the Faculty of Medicine, Hajduk Veljkova 3, 21000 Novi Sad, Serbia
Note: N	
Abstract: AB	Return to work after lumbar discectomy is determined by functional status, presence and degree of discomfort in the lumbosacral spine, the requirements in the workplace of patients and psychosocial factors that in the assessment of working capabilities require an individual approach. Groups of patients which don't return to work after surgery could be identified by predictive model. The aim of this study is to define prognostic model to return to work patients after lumbar discectomy, as well as the identification major risk factors responsible for the poor outcome of operative

	<p>treatment viewed through the prism of returning to work. This prospective study included a total of 200 patients, who underwent surgery for lumbar disc herniation on one level and were followed up in period of 12 months following surgery. The statistical analysis included 153 patients who fulfilled all selection criteria of the study subjects. After determining significance of the observed biological, professional and psychosocial risk factors for return to work, prognostic models were designed and evaluated based on all and selected attributes by tenfold cross-validation: decision tree (DT) model of multilayer perceptron (MLP) model and support vector (SVM). For the prediction of return to work best accuracy, specificity and sensitivity for selected attributes, is achieved by supporting vector model (SVM). The decision tree model (DT) provides the best intuitive and practical value for predicting return to work. By identifying the most important risk factors for adverse outcome for return to work it is made possible for preventive actions, to reduce the number of patients with reduced work ability and disability.</p>
<p>Accepted on Scientific Board on: ASB</p>	<p>23.06.2014.</p>
<p>Defended: DE</p>	
<p>Thesis Defend Board: DB</p>	<p>president: member: member:</p>

Sadržaj

Uvod	3
Anatomija dinamičkog segmenta lumbalnog dela.....	4
Anatomija intervertebralnog diskusa.....	7
Nutricija intervertebralnih diskusa.....	8
Biomehaničke karakteristike intervertebralnih diskusa, fasetnih zglobova i paravertebralne muskulature	9
Intervertebralni diskusi.....	9
Intervertebralni zglobovi	11
Paravertebralni mišići.....	11
Patofiziologija intervertebralnog diskusa	13
Diskus hernija	14
Faktori rizika za nastanak lumbalne diskus hernije.....	15
Patofiziološki procesi kod lumbalne diskus hernije.....	16
Klinička slika lumbalne diskus hernije	16
Radiološka dijagnostika	19
Lečenje.....	19
Povratak na posao.....	21
Ocena radne sposobnosti kod operisanih od lumbalne diskus hernije	22
Modeli za predikciju	27
Ciljevi i hipoteze rada.....	29
Cilj.....	29
Hipoteze	29
Metode.....	30
Statistička obrada podataka.....	34
Metodologija kreiranja predikcionih modela.....	34
Procena performansi klasifikatora	37
Rezultati	40
Osnovne demografske karakteristike ispitanika.....	40
Osnovne profesionalne karakteristike ispitanika.....	41

MRI karakteristike LS kičme ispitanika	44
Povratak na posao nakon operativnog lečenja	50
Uparedna analiza profesionalnih faktora i povratak na posao	51
Tip radne organizacije prema vlasništvu i povratak na posao	54
Predikcioni modeli.....	73
Predikcioni modeli za povratak na posao.....	74
Predikcioni modeli za promenu radnog mesta	81
Diskusija	87
Povratak na posao nakon operativnog lečenja.....	91
Predikcioni modeli.....	97
Zaključci.....	100
Literatura.....	101
Prilozi.....	112
Spisak slika.....	127
Spisak tabela.....	128
Spisak grafikona.....	131

Uvod

Rad je, sa gledišta društvenih, ekonomskih i pravnih nauka, aktivnost čoveka usmerena na sticanje sredstava za život. Za obavljanje ma koje vrste posla neophodna je opšta radna sposobnost pojedinca. Profesionalna radna sposobnost, sa medicinske tačke gledišta, podrazumeva posebne zdravstvene sposobnosti, koje odgovaraju zahtevima radnog mesta. Podrazumeva očuvanost funkcije organa ili organskog sistema, koji je angažovan za obavljanje određenog rada (1).

Očuvanost funkcije lokomotornog sistema, posebno kičme, jedan je od najznačajnijih elemenata fizičke radne sposobnosti pojedinca (2).

Poremećaj u funkciji i tegobe vezane za lumbalni segment, klinički klasifikovan kao lumbalni sindrom, jedan je od najčešćih zdravstvenih problema radno aktivne populacije. Prevencija nesposobnosti za rad je primarni cilj u lječenju lumbalnog sindroma (3).

Lumbalni sindrom predstavlja značajan udeo izgubljenih radnih dana tokom godine, što zahteva velike finansijske izdatke za zdravstvenu zaštitu i društvo u celini (4). Ukupni troškovi društva u SAD zbog lumbalnog bola, prelaze 100 milijardi dolara godišnje (5). Troškovi društva u Nemačkoj, u poslednjih nekoliko godina iznose 16-22 milijardi eura, što je ekvivalentno sa 1% nacionalnog prihoda (6).

Godišnja incidenca lumbalnog sindroma kreće se od 1,5% do 15,4% radno aktivne populacije (6). U Vojvodini ovaj zdravstveni problem utvrđen je u 6,8% u ukupnog morbiditeta radno aktivnog stanovništva (6). U Vojvodini ovaj zdravstveni problem utvrđen je u 6,8% u ukupnog morbiditeta radno aktivnog stanovništva (7).

Lumbalni sindrom je uzrokovan patološkim promenama na različitim anatomskim strukutrama lumbalne kičme i njene neposredne okoline. Najučestalije su degenerativne promene intervertebralnih diskusa i kičmenih pršljenova (6), (8), (9).

Kod 20% bolesnika uzrok bola u donjem delu leđa je diskus hernija, nastala najčešće zbog degeneracije diskusa (10). Lumbalna diskus hernija važna je među uzrocima radne nesposobnosti i ranog penzionisanja (11).

Većina bolesnika kod kojih se lumbalna diskus hernija manifestuje išijalgijom pokazuje povoljan oporavak nakon primenjene nehirurške terapije (12). Operativna ekstirpacija IVD se sprovodi kod oko 20% bolesnika, u stanjima u kojima konzervativna terapija ne postiže uspeh u smanjivanju intenzivnog neuropatskog bola i poboljšanju neuroloških ispada (13). Lumbalna diskus hernija je najčešća bolest koja zahteva hirurško lečenja radno aktivne populacije (14).

Studije koje proučavaju ishod nakon operacije lumbalne diskus hernije pokazuju uspeh operacije u 70-95% slučajeva (15). Jedan od važnih pokazatelja uspeha lečenja je povratak na posao, jer to direktno i indirektno utiče na kvalitet života pacijenata (16).

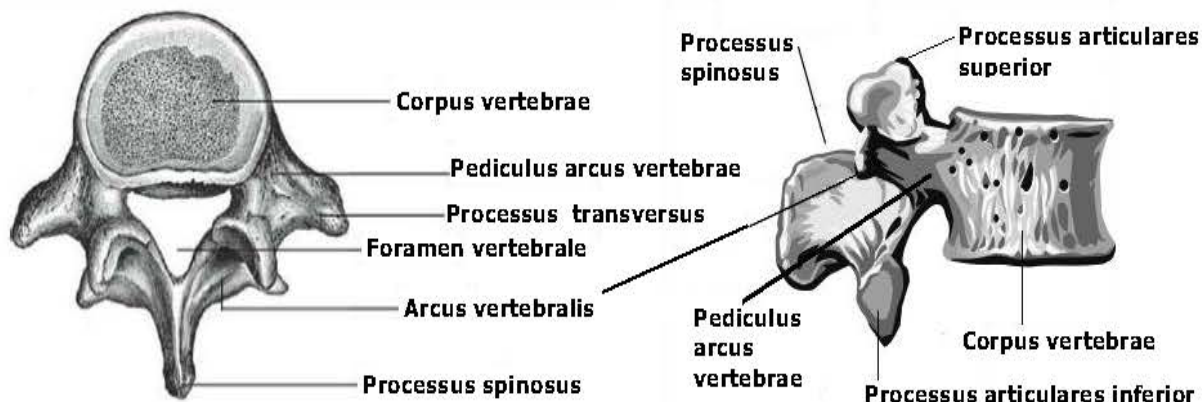
Povratak na posao nakon lumbalne diskus hernije determinisan je funkcionalnim stanjem, prisustvom i stepenom tegoba od strane lumbosakralne kičme, zahtevima na radnom mestu bolesnika ali i psihosocijalnim faktorima, koji pri oceni radne sposobnosti zaposlnih zahtevaju individualni pristup. Deo grupe bolesnika se nakon završenog operativnog lečenja vraća na posao koji je obavljao i pre, bez promene radnog mesta i bez ikakvih ograničenja za određene radne aktivnosti. Drugi deo grupe operisanih bolesnika ostaje na svom radnom mestu uz određena ograničenja ili modifikaciju radnog mesta, ili promenu radnog mesta. Određeni broj bolesnika ne vraća na posao zbog perzistirajućih tegoba, koje im umanjuju radnu sposobnost ili ih trajno radno onesposobljavaju. Značajno je otkrivanje faktora koji doprinose nastanku umanjenja radne sposobnosti i invaliditeta, u cilju postizanja što boljeg rezultata operativnog lečenja, umanjenja troškova društva i ostvarivanja koncepta zdravlja na radu.

Anatomija dinamičkog segmenta lumbalnog dela

Fizička radna sposobnost pojedinca determinisana je između ostalog funkcionalnom sposobnošću kičmenog stuba, koja je direktno zavisna od anatomskog integriteta dinamičkog segmenta, kao njegove bazične funkcionalne jedinice.

Osnovna funkcija dinamičkog segmenta je kretanje, održavanje posture i protekcija kičmene moždine i nervnih korenova (17). Dinamički segment se sastoji od: donje polovine tela gornjeg pršljena i gornje polovine tela donjeg pršljena, diskusa koji je smešten između njih, artikularnih nastavaka susednih pršljenova, prednjeg i zadnjeg uzdužnog ligamenta, žutog ligamenta, interspinoznog, supraspinoznog i intertransferalnog ligamenta i svih mekih tkiva koje se nalaze na nivou tog segmenta u spinalnom kanalu i u međupršljenskom otvoru, kao i između spinoznog i transferalnog nastavka (6).

Svaki lumbalni pršljen sastavljen je od sedam osnovnih delova : 1) tela pršljena (corpus vertebrae), 2) korena pršljenskog luka (pediculus arcus vertebrae), 3) dva pršljenska luka (arcus vertebralis), 4) jednog rtnog nastavka (processus spinosus) 5) dva poprečna nastavka (processus transversus), 6) dva zglobna nastavka (processus articulares) i 7) pršljenskog otvora (foramen vertebrale) (18). (Slika 1)



Slika 1¹ - Slabinski pršljen

Lumbalni segment kičme je sa fiziološkom krivinom tipa lordoze. Kičmeni pršljenovi naslagani su jedan na drugi i međusobno povezani spojevima i vezama. Spojeve kičmenog stuba predstavljaju: spojevi pršljenskih tela, zglobovi zglobnih nastavaka, veze pršljenskih lukova i vlaknaste veze poprečnih i rtnih nastavaka.

Pršljenska tela su međusobno spojena pomoću prednjih i zadnjih uzdužnih veza i međupršljenskih kolutova (intervertebralnih diskusa (IVD)).

Prednja uzdužna veza, ligamentum longitudinale anterior polazi od prednjeg luka prvog vratnog pršljena, pripaja se prednjoj stranii pršljenskih tela, a završava na prednjoj strani drugog krsnog pršljena. Zadnja uzdužna veza, ligamentum longitudinale posterior, polazi od prednje ivice velikog potiljačnog otvora, čini prednju stranu kičmenog kanala i pripaja se uglavnom na zadnjoj strani međupršljenskih kolutova, a dopire do trtične kosti (19).

Između površina dva susedna pršljena nalaze se bikonveksne fibrokartilaginozne tvorevine, intervertebralni diskusi. Prema svom obliku prilagođeni su obliku tela odgovarajućih kičmenih pršljenova (6).

Spojeve između pršljenskih lukova čine kratke, snažne i elastične veze, ligg. flava. Protežu se od prednje strane donjeg ruba luka gornjeg pršljena do zadnjeg dela ruba luka susednog donjeg pršljena. Leva i desna veza istog nivoa, svojim unutrašnjim ivicama spajaju se međusobno u predelu korena rtastog nastavka (processus spinosus) i tako potpuno zatvaraju kičmeni kanal sa njegove zadnje strane.

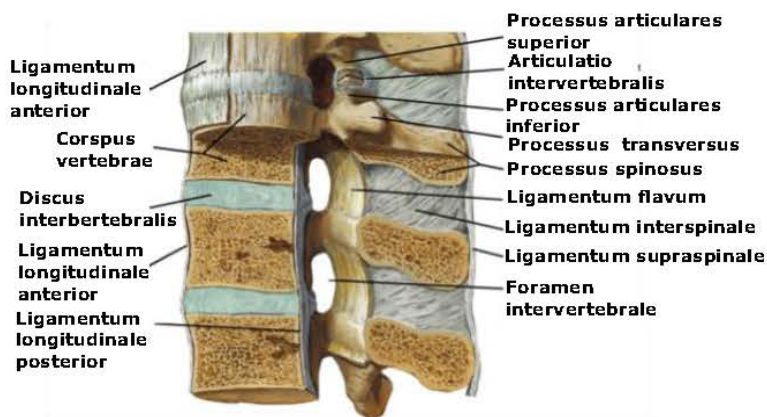
Intervertebralne zglobove ili fasetne zglobove grade gornji zglobni nastavak donjeg pršljena i donji zglobni nastavak gornjeg pršljena. To su sinovijalni zglobovi, čije zglobne površine pokriva hrskavica. Na ivicama zglobnih površina pripaja se zglobna čaura. Donja dva slabinska kičmena pršljena su pričvršćena posebnom vezom za karlični obruč.

¹ Izvor: <http://sweetpics.site/l/labeled-lumbar-vertebrae.html>

Vlaknaste veze poprečnih i rtnih nastavaka (lig. intertransversalia, ligg interspinalia, supraspinalia) su kratki snopovi vezivnih vlakana, zategnuti između odgovarajućih nastavaka dva susedna pršljena i predstavljaju tetive istoimenih mišića (19). (Slika 2)

Spinalni kanal u anatomskom smislu podrazumeva centralni kanal i radikularne kanale. Centralni kanal se formira superpozicijom pršljenskih otvora. Napred se graniči sa zadnjom stranom pršljenskog tela i intervertebralnog diskusa, nazad granicu čine prednja strana artikularnih nastavaka, arkusi i baza rtastog nastavka, dok žuti ligament ispunjava interlaminarni prostor (17).

Spajanjem dva susedna kičmena pršljena nastaju mali koštani otvori na svakoj strani dinamičkog segmenta koji se naziva neurani ili intervertebralni foramen. Njegov krov čini donja ivica pedikla gornjeg pršljena a pod gornja ivica pedikla donjeg pršljena. Sa zadnje strane ga ograničava donji zglobni nastavak gornjeg pršljena i fasetni zglob. Prednju granicu čini posterolateralni deo tela gornjeg pršljena i zadnja strana međupršljenskog koluta (20) .



Slika 2²-Spojevi slabinskih pršljenova

Prostor između centralnog kanala i intervertebralnog foramena naziva se radikularni kanal. Radikularni kanal se medijalno nastavlja u centralni kanal. Lateralnu stranu radikularnog kanala čine medijalne strane pedikla, zadnju stranu čini prednja strana fasetnih zglobova a prednju stranu posterolateralni deo tela gornjeg pršljena (20).

U lumbalnom delu kičme anatomske odnose intervertebralnog diskusa i intervertebralnog otvora sa odgovarajućim spinalnim nervnim korenima su od posebnog značaja (6).

² <https://ittcs.wordpress.com/2010/06/21/anatomy-and-physiology-the-spinal-ligaments-holding-all-the-parts-together/>

Anatomija intervertebralnog diskusa

Intervertebralni diskus je važan element dinamičkog segmenta. Razlikuju se dva anatomski dela IVD: centralni, želatinozni deo (nucleus pulposus) i periferni, čvršći deo, koji okružuje centralni deo u vidu fibroznog prstena (anulus fibrosus). Intervertebralni diskus je avaskularna, fibrokartilaginorna struktura.

Ćelije nukleusa pulpozusa su hondrocitima slične ćelije (chondrocyte-like cells). One stvaraju tip II kolagena i proteoglikan - agregat koji čini ekstracelularni matriks. Ekstracelularni matriks nukleusa pulpozusa je ustvari proteoglikanski gel koji sadrži 70 do 80% vode, a ojačan je mrežom proteinskih vlakana (proteoglikana 14%, kolagena 4%), koje stvaraju ćelije unutar nukleusa pulpozusa (21). Sastav matriksa je pod stalnim dinamičkim promenama, razgradnje i sinteze ekstracelularnih komponenti. Ovi procesi su u međusobnoj ravnoteži (22).

Prelaz između anulusa fibrozusa i nukleusa pulposusa je postepen, bez jasno definisanih granica između dve strukture (21).

Ćelije slične fibroblastima (fibroblast-like cells) nalaze se u strukturi fibroznog prstena. One stvaraju tip I i tip II kolagena. Anulus fibrosus po sastavu ima manji sadržaj vode nego nukleus pulposus (oko 70%), a uz to sadrži i kolagena oko 15% i proteoglikana oko 5% (21).

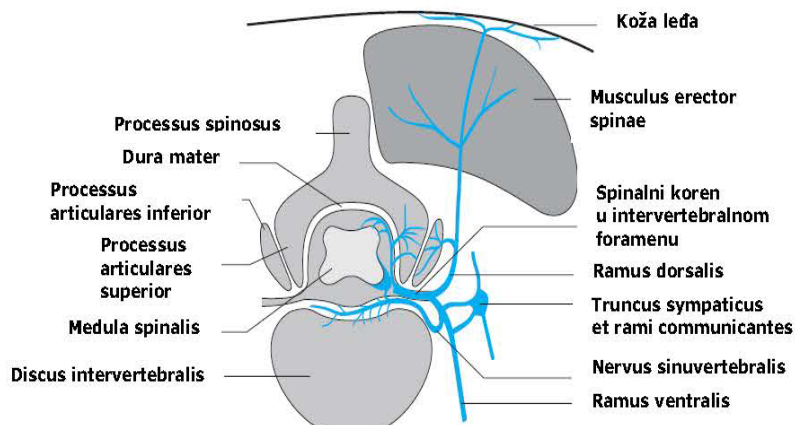
Anulus fibrosus u svojoj strukturi ima koncentrično raspoređene kolagene lamele, nejednake debljine često u diskontinuitetu u zadnje bočnom (posterolateralnom) predelu. Lamele anulusa fibrosusa su jače i brojnije ventralno i bočno (22). Između kolagenih vlakana nalaze se elastična vlakna, koja održavaju organizaciju anulusa. Elastična vezivna vlakna, koja se nalaze u laminama fibroznog prstena, pružaju se ukoso, pod uglom od oko 60° u odnosu na vertikalnu, od jednog tela pršljena do drugog, s tim da je smer vezivnih niti suprotan u uzastopnim laminama, te se niti u susednim laminama ukrštaju pod odgovarajućim uglovima. Elastična vlakna, koja se nalaze između lamina, pomažu da se diskus vrati u svoj pređašnji položaj nakon njegovog pomeranja, prilikom fleksije ili ekstenzije trupa. Ona takođe imaju ulogu u povezivanju lamina prolazeći radijalno sa jedne na drugu laminu (23), (24).

Završna ploča (engl. endplate), čini prelaznu strukturu između subhondralnog dela kosti tela pršljena i anulusa fibrozusa intervertebralnog diskusa. Sastoji se od hrskavičave završne ploče (engl. cartilage endplate) koja pokriva donji i gornji deo diskusa slojevima 1 mm tanke hijaline hrskavice i koštane završne ploče, koja je 1mm tanak koštani sloj korteksa tela pršljena (22). Pojedini autori završnu ploču svrstavaju u sastavni deo tela kičmenog pršljena, pojedini kao deo intervertebralnog diskusa, dok je drugi predstavljaju kao odvojenu strukturu (25).

Hrskavičava završna ploča ima ulogu u međusobnom povezivanju tela pršljena i diskusa, u fiksiranju diskusa u odgovarajućem, pravom položaju, kao i u nutriciji nukleusa pulpozusa. Nutricija nukleusa pulpozusa se odvija jedino difuzijom kroz pore hrskavičavog dela završne ploče, pošto nema sopstvenu vaskularizaciju, a fibrozni prsten nije porozan.

Inervacija intervertebralnih diskusa

Inervacija IVD i njegove okoline potiče od spinalnih nerava (Slika 3). Intervertebralni disk ima dvostruku inervaciju. Somatosenzorenu koja potiče od gangliona dorzalnog korena spinalnog nerva i simptačku, poreklom trunkusa simpatikusa. Grana ventralnog ramusa spinalnog nerva i grana trunkusa simpatikusa preko sive komunikante grane se ujedinjuju i formiraju sinuvertebralni nerv. Sinuvertebralni nerv se kroz intervertebralni foramen vraća u spinalni kanal i inerviše dorzolateralni i dorzalni deo anulusa i zadnji longitudinalni ligament. Unutrašnji slojevi anulusa i nukleus pulpozusa nemaju inervaciju (26).



Slika 3³ - Inervacija intervertebralnog diskusa i kičmenih pršljenova

Vaskularizacija intervertebralnih diskusa i kičmenih pršljenova

Snabdevanje krvlju kičmenih pršljenova obezbeđuje se neposredno iz trbušne aorte pomoću četiri parne arterije (aa. lumbales) koje se nalaze ispred tela prvih slabinskih pršljenova, s tim da prvi par arterija polazi od srednje sakralne arterije (19). Dorzalna grana arterije, koja je iza intervertebralnih diskusa, tokom detinjstva i adolescencije postepeno obliteriše, tako da kroz nju kod odraslih osoba aktivna cirkulacija krvi više ne postoji. Otuda se kod odraslih osoba nukleus pulpozus, a dobrim delom i fibrozni prsten diska, prehranjuju samo difuzijom tečnosti iz hrskavičavog dela završne ploče (23).

Nutricija intervertebralnih diskusa

Unutrašnjost diskusa, hrskavičava završna ploča, anulus fibrosus, paravertebralna tkiva, spongioza susednih pršljenskih tela, čine sistem za osmotsku razmenu molekula i tečnosti (6). Kalcifikovani sloj sa finim porama hrskavičave završne ploče koji je usidren na delu tela pršljenja, zove se lamina cribrosa. Kroz nju je omogućena komunikacija između prostora koštane srži

³ Kraemer J. Intervertebral Disk Diseases Causes, Diagnosis, Treatment, and Prophylaxis. New York: Thieme Medical Publishers; 2009

kičmenog pršljena i diskusa. Ona služi za snabdevanje diskusa hranljivim materijama procesom difuzije tečnosti, malih molekula, glukoze i kiseonika.

Hrskavičava završna ploča ujedno i služi za održavanje intradiskalnog pritiska sprečavanjem izlaska vode i proteoglikana iz diskusa kroz koštanu završnu ploču u telo pršljena. Takođe deluje kao biološki filter i ograničava migraciju ćelija i velikih rastvorenih molekula između nukleusa pulpozusa i kosti (22).

Unutar diskusa, za razliku od tkiva oko njega, vlada visok hidrostatski pritisak i visok onkotski pritisak. Ove dve vrste pritisaka određuju kretanje tečnosti u suprotnim smerovima u i iz diskusa. Količina tečnosti koja se priliva ili ističe iz intervertebralnog diskusa je srazmerna razlici gradijenta između onkotskog i hidrostatskog pritiska. Recipročni odnos hidrostatskog i onkotskog pritiska ima važne implikacije za snabdevanje IVD hranljivim materijama i u funkciji dinamičkog segmenta. Osmotski sistem diskusa je pod uticajem i biohemijskih i mehaničkih faktora. Mehanički uticaji kratkotrajno narušavaju osmotski sistem, povećavajući i smanjujući intradiskalni pritisak, zbog promene položaja tela (6).

Povećanjem intradiskalnog pritiska iznad 80 kPa, tečnost i metabolički produkti se istiskuju iz diskusa. Diskus gubi visinu i zapreminu. Kada koncentracija makromolekula unutar diskusa poraste, poraste i intradiskalni osmotski pritisak. Usled mehaničkog naprezanja dolazi do gubitka vode i posledičnog povećanja sadržaja elektrolita. Novonastali osmotski gradijent pritiska suprotstavlja se daljem gubitku vode. To znači da voda može biti istisnuta iz diskusa samo do određene tačke, jer se daljem istiskivanju vode koje nastaje dejstvom hidrostatskog pritiska, suprotstavlja onkotski i osmotski gradijent pritiska (6).

Prilikom smanjenja intradiskalnog pritiska ispod 80 kPa, diskus upija tečnost i metaboličke supstrate a diskus povećava svoju visinu i zapreminu (6).

Stalna promena vertikalnih i horizontalnih položaja tela poboljšava razmenu nutrijenata i tečnosti u i iz diskusa dok nepromjenljiv stav tela, dovodi do njihovog zastoja (6).

Biomehaničke karakteristike intervertebralnih diskusa, fasetnih zglobova i paravertebralne muskulature

Intervertebralni diskusi

Intervertebralni diskusi nose 80% aksijalnog opterećenja, koje se preni duž kičmenog stuba. Ostvaruju elastične veze između tela kičmenih pršljenova, umanjuju pritisak prilikom opterećenja kičme, ublažavaju potrese, odnosno vibracije koje se prenose na kičmeni stub. Pored toga, omogućuju pokrete fleksije, ekstenzije i torzije u kičmenom stubu (17).

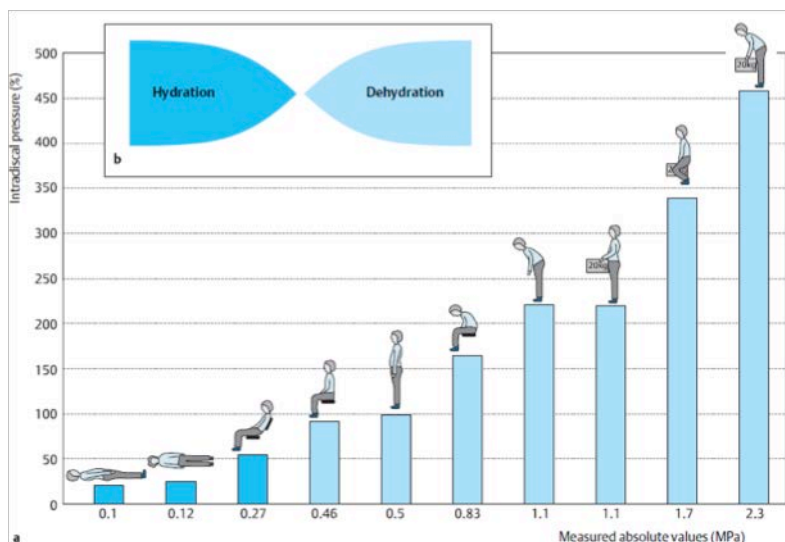
Karakteristika intervertebralnih diskusa je elastičnost i kompresibilnost. Kada je opterećenje kičme aksijalno, vrši se pritisak preko hrskavičnih ploča tela kičmenih pršljenova na diskus, visina nukleus pulpozusa se smanjuje uz njegovo istovremeno širenje (povećanje prečnika i

pritisaka) prema fibroznom prstenu. Radijalni pritisak nukleusa na fibrozni prsten se brzo izbalansira preko produžavanja elastičnih vlakana u prstenu. Istovremeno, povećani pritisak na anulus fibrosus vrši kontra pritisak na nukleus pulpozus i ne dozvoljava njegovo radijalno širenje u većem opsegu. U nukleusu, pored lateralnog pritiska, postoji istovremeno i kontrapritisak prema gore i prema dole, tj. u pravcu kičmenih pršljenova, pri čemu disk služi da elastično prenese opterećenje sa jednog na drugi kičmeni pršljen, kao i da apsorbira udare i vibracije između pršljenova. Anulus fibrosus je prvenstveno izložen opterećenju u vidu istezanja, a nukleus pulpozus u vidu kompresije (6).

Intradiskalni pritisak zavisi od opterećenja težinom, ali i od položaja trupa. Pritisak u disku i njegovo opterećenje su najmanji pri horizontalnom ležanju na leđima, a najveći prilikom sedenja i savijanju prema napred, naročito ako se pri tome u rukama drži neki teret. Prilikom fleksije trupa (prednje, zadnje, lateralne) opterećenje pojedinih delova diskusa je nejednako. Prilikom rotacije trupa značajno opterećenje trpi fibrozni prsten, odnosno elastična vlakna u njemu.

Eksperimentalno je dokazano da dodatna, nefiziološka naprezanja kičme na primer dizanje teških tereta izaziva desikaciju diskusa, te na taj način dolazi do smanjenja njihove visine i volumena. Zbog toga se povećava statički pritisak na fasetne zglobove. Dokazano je da trakcija lumbalnog segmenta kičme u trajanju od 10 minuta ima efekat na volumen diskusa kao osmočasovno horizontalno pozicioniranje tela (6).

Začetnik in vivo eksperimentalnih studija, koji se bavio merenjem intradiskalnog pritiska pri fiziološkim položajima i fiziološkim pokretima trupa, bio je Nachemson sa svojim saradnicima još 1964 godine (Slika 4). Oni su upoređivali porast vrednosti intradiskalnog pritiska u odnosu na stajanje na nivou L3-L4, za koje su uzeli vrednost kao 100%. Ovakva merenja pokazala su značajno povećanje intradiskalnog pritiska, za oko 50%, kada su ispitanici bili savijeni prema napred. Ako su dodatno držali teret u rukama, pritisak je porastao za 70-220% od referentne vrednosti. Nakon toga objavljene su još mnogobrojne studije koje su merile intradiskalni pritisak dinamičkog segmenta lumbalne kičme, pomoću mernog instrumenta koji je bio hirurški postavljen direktno u nukleus pulpozus, na nivou L4-L5, prateći vrednosti opterećenja, tokom 24 sata (6).



Slika 4⁴-Intradiskalni pritisak na nivou L4-L5 i hidratacija intervertebralnog diskusa u odnosu na poziciju tela

Intervertebralni zglobovi

Intervertebralni zglobovi igraju važnu ulogu u funkciji dinamičkog segmenta i u patogenezi simptoma indirektno povezanih sa intervertebralnim diskusom. Promene visine diskusa i njegovog volumena uvek menjaju položaj zglobnih nastavaka fasetnih zglobova.

Intervertebralni ili fasetni zglobovi su obloženi hijalinom hrskavicom, nalaze se u sinovijalnom omotaču, sinovijalnoj tečnosti i poseduju zglobnu čauru.

Predisponirajući uslovi za prekomerni mehanički uticaj na fasetne zglobove su rezultat prolazne promene volumena ili nepovratnog kolapsa intervertebralnog diskusa.

Degenerativnim izmenama oštećen diskus ometa funkciju dinamičkog segmenta, dovodeći do abnormalne pokretljivosti fasetnih zglobova. Veća pokretljivost fasetnih zglobova uzrokuje tipične fasetne bolove, kontrakciju snažnih mišića trupa i bolan spazam mišića. Ako smanjenje volumena diskusa perzistira prekomerno, opterećenje fasetnih zglobova dovodi do degenerativnih promena istih, razvijajući spondiloartrozu (6).

Paravertebralni mišići

Osnovno stabilizaciono jezgro lumbosakralnog dela kičme čine mišići lumbalnog korseta: paravertebralna muskulatura dubokog sloja leđa i mišići abdomena (**Error! Reference source not found.** i 6). Ova aktivna subjedinica deli se na prednju, bočnu i zadnju grupu mišića lumbosakralnog dela leđa. Prednju grupu mišića lumbalnog korseta čine: m. rectus abdominis, m.

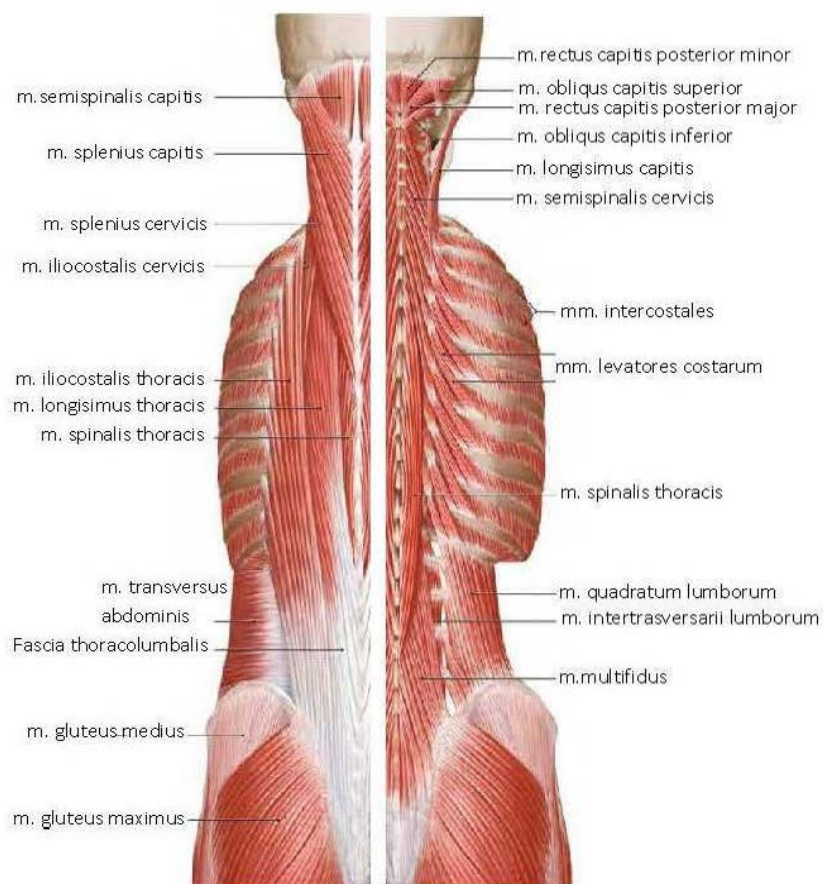
⁴ Izvor: Kraemer J. Intervertebral Disk Diseases Causes, Diagnosis, Treatment, and Prophylaxis: New York: Thieme Medical Publishers; 2009

transversus abdominis, m. obliquus internus et externus, a bočnu grupu: m. quadratus lumborum, m. psoas major (27).

Zadnju grupu mišića lumbosakralnog dela leđa čini paravertebralna muskulatura. Duboki sloj paravertebralnih mišića predstavljaju: m. erector spinae s. sacrospinalis (m. iliocostalis, m. longissimus, m. spinalis), mm. transversospinales (m. semispinalis i m. multifidus), mm. rotatores, mm. interspinales, mm. intertransversarii (26).

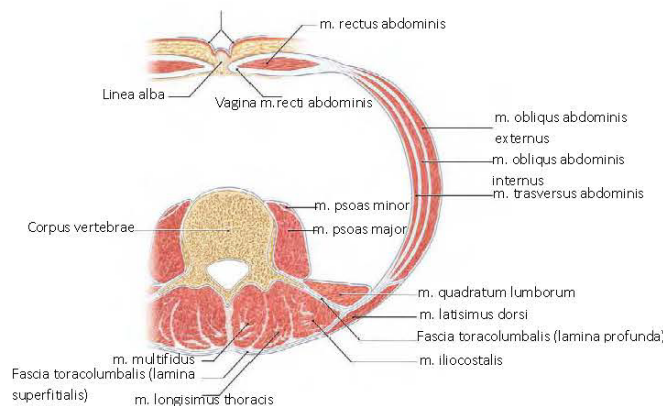
M. erector spinae s. sacrospinalis ima ulogu u ekstenziji kičmenog stuba, stabilizaciji kičmenog stuba tokom fleksije i održavanju posture.

Najznačajniji stabilizator kičmenog stuba je m. multifidus koji se nalazi 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 ekstendiraju kičmu, kontrolišu lateralnu fleksiju i pojedinačnu rotaciju pršljenskih tela (26).



Slika 5⁵- Paravertebralna muskulatura dubokog sloja leđa

⁵ Izvor: Bors IB. A munkahelyi egészség és biztonság fejlesztése, a munkaügyi ellenőrzés fejlesztése. Zárókonferencia munkaképességi Index felmérés, Siofok 2015.



Slika 6⁶- Paravertebralna muskulatura slabinskog dela leđa i mišića trbuha

Patofiziologija intervertebralnog diskusa

Intervertebralni diskusi, kao i zglobne i ligamentne veze, pod uticajem raznih faktora podležu metaboličkim, strukturalnim i funkcionalnim promenama.

Intervertebralni diskus, po sastavu proteoglikan, glikoprotein, nekolageni protein i intersticijalna voda, je promenljiva struktura. Prisutna je stalna sinteza i degradacija ovih makromolekula. U okviru patofizioloških zbivanja, među vodećim uzrocima su poremećaji dotoka nutrienata do ćelijskih struktura diskusa. Kao i sve druge ćelije, tako i ćelije diskusa, kao izvor energije zahtevaju glukozu i kiseonik. Nedostatak glukoze i kiseonika, kao i snižavanje vrednosti pH (uzrokovano porastom koncentracije mlečne kiseline) vrlo nepovoljno utiču na ćelije diskusa i njihovu funkciju u sintezi i održavanju adekvatnog sastava diskalnog ekstraćelijskog matriksa. Ravnoteža između sinteze i degradacije makromolekula se narušava u korist povećane degradacije (21).

Uzrok poremećaja nutricije može biti pre svega ateroskleroza krvnih sudova koji imaju zadatak da dovode krv do tela kičmenih pršljenova, kroz hrskavičave ploče do diskusa. Međutim, postoje stanja gde nutrijenti ne mogu da stignu do ćelija diska, iako je dotok krvi neometan, što se viđa kod skolioične kičme kod koje je prisutna kalcifikacija hrskavičave ploče koja sprečava difuziju (21).

Sa godinama života dolazi do metaboličkih promena. Sadržaj vode u nukleusu sa 88% koja je prisutna pri rođenju opada na 65% tokom života. Anulus kod novorođenčata sadrži 78% vode

⁶ Izvor: Bors IB. A munkahelyi egészség és biztonság fejlesztése, a munkaügyi ellenőrzés fejlesztése. Zárókonferencia munkaképességi Index felmérés, Siófok 2015.

dok kod osoba srednjih godina taj sadržaj je 70%. U početku depolimerizacija glikoproteina povećava sadržaj vode unutar diskusa, te povećava intradiskalni pritisak. Ako se pritisak unutar diskusa dovoljno poveća, nastaju oštećenja anulusa fibrozusa. Ponavljane epizode oštećenja anulusa rezultiraju nastanku pukotina na anulusu. Ovakve promene unutar diskusa registruju se magnetnom rezonancom kao povećan intenzitet signala T2 sekvence na aktuelnom oštećenom diskusu. Dalja degradacija makromolekula glikoproteina rezultira desikacijom diskusa, koja se može detektovati kao samnjen T2 signal na MRI pregledu (6).

Istovremeno se tokom procesa starenja, u okviru degenerativnih promena, u disku povećava sadržaj malih neagregiranih proteoglikana, kao i odnos između koncentracije keratin sulfata i hondroitin sulfata, a rastu i nivoi laktata i degradacionih enzima (28).

Oštećenja na anulusu fibrozusu u vidu pukotina smanjuju funkciju polupropustljive membrane, tako voda, rastvorene materije, ili čak i makromolekule mogu napustiti diskus, čak i kada je hidrostatski gradijent pritiska relativno mali. Osmotska ravnoteža na granici diskusa biva prekinuta (28).

Kada je koncentracija makromolekula unutar diskusa smanjena, osmotski pritisak unutar diskusa pada. Kada je onkotski pritisak u disku nizak, relativno blago mehaničko naprezanje (relativno nizak intradiskalni hidrostatski pritisak) izaziva gubitak tečnosti iz diskusa (6).

Diskus hernija

Nukleus pulpozus, zbog velikog aksijalnog opterećenja kojem je izložen, ima konstantnu tendenciju pomeranja i ekspanzije od središta diska prema njegovoj periferiji vršeci pri tome pritisak na anulus fibrozus, sa tendencijom njegovog oštećenja (cepanja) i protruzije pulpoznoeg sadržaja. Dok su spoljašnji delovi anulusa fibrozusa još očuvanog integriteta, pulpozni sadržaj, ne izlazi van spoljašnjih granica anulusa fibrozusa, ali se pojavljuje njegovo ispupčavanje, kada je disk izložen pritisku.

Lokalno izmeštanje sadržaja diskusa izvan granice intervertebralnog prostora definiše se kao diskus hernija. Hernijacija diskusa, prema stepenu, može se kategorisati kao: protruzija, prolaps ili ekstruzija i sekvestracija - dislokacija sadržaja diskusa u raznim pravcima (14), (Slika 7).

Protruzija podrazumeva očuvanost spoljnih lamela anulusa i zadnjeg uzdužnog ligameta, ali dislocirani deo nukleusa pulpozusa vrši pritisak na preostali istanjen sloj anulus fibrozusa i pri tome se povećava dijametar diskusa van njegovih normalnih granica. Prolaps (ekstruzija) podrazumeva probijenost anulusa i zadnjeg uzdužnog ligamenta, dok je prolabirani deo u kontinuitetu sa preostalim delom u intervertebralnom prostoru. Sekvestracija je stanje kada je nukleusni sadržaj u spinalnom kanalu, odvojen od preostalog dela u intervertebralnom prostoru (14).



Slika 7⁷- Stepni hernijacija intervertebralnog diskusa

Lokalizacija diskus hernije može da bude medijalna, paramedijalna i lateralna. Najčešća lokalizacija lumbalne diskus hernije je paramedijalna, jer posteriorni longitudinalni ligmanet čini pojačanje središnjih delova anulusa (štiteći tako osetljive nervne strukture od pritiska) (6), (Slika 8).



Slika 8⁸- Lokalizacija hernijacije intervertebralnog diskusa

Faktori rizika za nastanak lumbalne diskus hernije

U epidemiološkim istraživanjima nađeni su mnogobrojni faktori rizika, koji mogu igrati ulogu u nastanku lumbalne diskus hernije. Istraživanja su pokazala da je prosek godina života bolesnika koji su imali lumbalnu diskus herniju iznosi 41 godinu. Nisu utvrđene značajne razlike u zastupljenosti u odnosu na pol. Povećan indeks telesne mase (Body mass index-BMI) čini faktor rizika zbog povećanja osovinskog opterećenja lumbalne kičme (29). Prisustvo drugih oboljenja, kao što su dijabetes melitus, poremećaj metabolizma masti takođe se nalaze na listi mogućih faktora rizika nastanka lumbalne diskus hernije, zbog smanjenja mikrocirkulacije u intervertebralnom diskusu ili prisustva citokina. Jedan od ovih mehanizama doprinosi degenerativnim promenama anulusa fibrozusa (30). Faktori rizika su i profesionalni faktori, u smislu teškog fizičkog opterećenja i radnih aktivnosti koje su kombinacija osovinskog

⁷ Izvor: <http://www.bodiempowerment.com/disc-herniation-part-1/>

⁸ Izvor: https://www.laserspineinstitute.com/herniated_disc/articles/herniated_vs_bulging/

opterećenja i savijanja i osovinskog opterećenja i uvrtnja kičme (31). Druge studije su pak ukazale na povezanost između diskus hernije i povećanog psihičkog stresa na radnom mestu i smanjenog zadovoljstva poslom (32). Multiple studije serije slučajeva dokazale su veću zastupljenost lumbalne diskus hernije kod profesionalnih vozača (33). Na kraju, studije koje su proučavale genetski uticaj na pojavu lumbalne diskus hernije na 4000 ispitanika, dokazale su statistički značajnu povezanost pojave diskus hernije u porodicama gde postoji pozitivna porodična anamneza (34).

Patofiziološki procesi kod lumbalne diskus hernije

Patofiziološke promene u tkivu intervertebralnog diskusa, koje se događaju tokom procesa starenja, od velikog su značaja za nastanak hernijacije diskusa (14).

Ako je degeneracija intervertebralnog diskusa tokom godina života prirodan proces, onda je to ujedno i predisponirajući činioc za nastanak diskus hernije. Sa godinama života raste broj rascepa anulusa i apoptoza fibroblastima sličnih ćelija (14).

Hernijacija diskusa najčešća je dorzolateralno. Ona dovodi do lezije korena nerava, i uzrokuje bol mehaničkim pritiskom ili hemijskom iritacijom (14).

Kada tkivo diskusa napusti svoje uobičajeno okruženje u intervertebralnom prostoru ulazi u epiduralni prostor, nastaju novi metabolički uslovi, u kojima spontano dolazi do ulaska tečnosti u prolabirani fragment diska, i posledičnog povećanja fragmenta u obimu. U tim uslovima, inicijalno, povećava se bol i nastaje progresija neuroloških deficita. Mehanička kompresija deformiše i isteže živac sa jedne strane, dok sa druge strane vrši kompresiju na njegovu mikrocirkulaciju te zajedno dovode do radikularne simptomatologije (14).

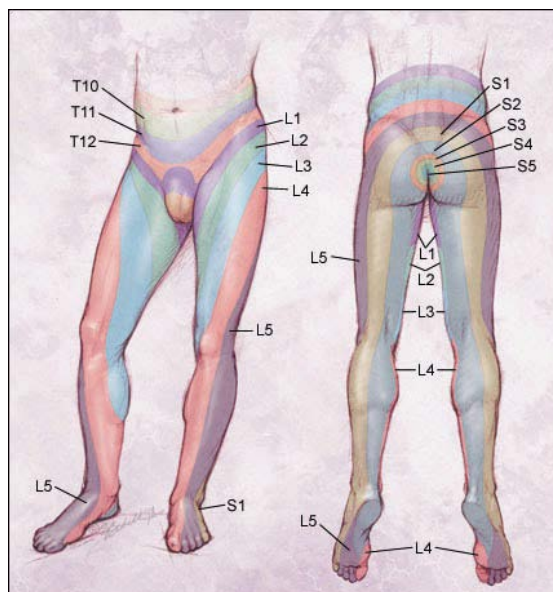
Nakon perioda od hidratacije, prolabirano tkivo diskusa počinje da dehidira i gubi na volumenu. Diskalno tkivo ujedno izaziva reakciju stranog tela u kičmenom kanalu, i pokreće inflamatornu kaskadu koja se javlja u cilju resorpcije nastale hernijacije nukleusa izazivajući hemijsku iritaciju, što takođe rezultira radikularnom simptomatologijom (14).

Za ovaj efekat su odgovorni oslobođeni mnogobrojni citokini, među kojim je najvažniji interleukin 1 β (IL-1 β), tumor nekrotizirajući faktor alfa (TNF- α) i fibroblastni faktor rasta (14).

Klinička slika lumbalne diskus hernije

Uzroci bola u dinamičkom segmentu mogu biti različiti, jer su u malom prostoru smeštene međusobno povezane nervne strukture, koje nose i motoričke, senzorne i autonomne impulse. U slučaju hernijacije diskusa, dislocirani deo pulpozog sadržaja može vršiti pritisak na razne anatomske strukture kičme i njene neposredne okoline. Pritisak na nervne strukture: spinalne nervne korenove, tvrdu moždanu ovojnicu, ganglion dorzalnog korena, grane sinuvertebralnog nerva, sadržaj epiduralnog prostora. Ovo je od posebnog je značaja, jer izaziva osećaj jakog bola i neurološke poremećaje.

Neurološki poremećaji nastali lezijom spinalnog korena dovode do neurološkog deficita odgovarajućeg segmenta. Termin "segment" označava deo tela inervisan određenim spinalnim nervom. Inervacija segmenta ima dve komponente: deramtom, područje kože do kojih nerv obezbeđuje senzorne inervacije (Slika 9), i miotom, oblast skeletnih mišića kojima obezbeđuje motornu inervaciju (6).



Slika 9⁹- Dermatomi lumbosakralnog segmenta

Karakteristike bola sindroma išijasa su: intenzivan bol, neprekidan, u vidu pečenja, sa utrnulošću noge, što otežava pokrete. Najčešće se širi u jednu nogu i jači je od bola u lumbalnom delu. Bol se pojačava noću, posle dužeg stajanja, sedenja, kivanja, kašljanja i naprezanja. Sindrom išijasa javlja se ispod 5% slučajeva (35). Ređe uzrok išijalgije može biti i stenoza spinalnog kanala ili spondilolisteza.

Nivo hernijacije diskusa, karakteriše specifičan neurološki nalaz (Tabela 1).

⁹ Izvor: <http://www.epainassist.com/back-pain/lower-back-pain/lumbar-disc-herniation>

Tabela 1 - Neurološki nalaz karakterističan za kompresiju lumbalnih korenova

Nervni koren	Senzorni ispadi	Motorni ispadi	Refleksi
L3	bol/hipestezija u predelu dermatoma L3	Smanjenje snage kvadricepsa	Sniženje dubokog patelarnog refleksa
L4	bol/hipestezija u predelu dermatoma L4	Smanjenje ili gubitak motorne snage tibialisa anterior	Sniženje patelarnog refleksa
L5	bol/hipestezija u predelu dermatoma L5	Smanjenje ili gubitak motorne snage extensor hallucis longusa	Bez ispada
S1	bol/hipestezija u predelu dermatoma S1	Smanjenje ili gubitak motorne snage m.gastrocnemius-soleusa i peroneusa	Sniženje ili gubitak Ahilovag refleksa

Diskus hernija na L5-S1 nivou najčešće pritiska S1 radiks, što karakteriše: bol u zadnjoj strani natkolenice, zadnje strane potkolenice, pete i spoljašnja strana stopala. Ispad taktilnog senzibiliteta (hipestezija) u regiji zadnje strane potkolenice, pete, spoljašnje strane stopala i V prsta, snižen ili ugašen Ahilov refleks, slabost mišića peronealne grupe mišića i tricepsa surae(nemogućnost hodanja ili stajanja na prstima stopala), slabost glutealne muskulature (17).

Diskus hernija na L4-L5 nivou dorzolateralno sa jedne strane najčešće pritiska jedan koren L5. Klinička slika karakteriše: bol u predelu spoljašnje strane butine, spoljašnje strane potkolenice, dorzuma stopala i prva tri prsta: ispad taktilnog senzibiliteta (hipestezije) na prednje spoljašnjoj strani potkolenice, dorzumu stopala i predelu palca, tetivni refleksi bez ispada, slabost mišića dorzalnih fleksora stopala i palca (nemogućnost hodanja i stajanja na petama), slabost glutealne muskulature (17).

Diskus hernija na nivou L3-L4 dorzolateralno sa jedne strane najčešće pritiska koren L4 i daje sledeće karakteristike: bol u predelu prednje strane natkolenice, ispad taktilnog senzibiliteta na prednjoj strani kolena i medijalnoj strani potkolenice, snižen ili ugašen patelarni refleks, slabost mišića kvadricepsa i dorzifleksora stopala, nemogućnost ustajanja iz čučnja (17).

Poliradikularni sindrom (syndrome caudae equinae), koji je posledica masivne dorzimedijalne hernijacije, često udružene sa stenozom kanala. Klinička slika karakteriše: bilateralni išijalgični bol, bol u krsno slabinskom delu, perianalni bol, ispad taktilnog senzibiliteta u vidu hipestezije ili anestezije po tipu jahaćih pantalona, snižen ili ugašen Ahilov refleks, motorni deficit za više

korenova, sve do parapareze i paraplegije, poremećaj sfinkternih funkcija u smislu retencije mokraće i inkontinencije stolice, seksualne disfunkcije (anorgazam, impotencija) (17).

Radiološka dijagnostika

U dijagnostičkoj evaluaciji lumbalne kičme koriste se sledeće metode: nativna radiografija, kompjuterizovana tomografija (CT) i magnetna rezonanca (MRI) lumbosakralne kičme. Standardna radiografija kičme daje informacije o broju i obliku kičmenih pršljenova, prisustvu deformiteta i kongenitalnih anomalija, degenerativnih promena, spondilolisteze, osteoporoze ili fokalne osteolize (17).

Kompjuterizovana tomografija lumbalne kičme dobro prikazuje koštane strukture spinalnog kanala. Merenjem distance spinalnog i radikularnog kanala, merenjem prednje zadnjeg dijametra, dijagnostikuje se stenoza centralnog kanala, stenoza lateralnih recesususa. Jasno se prikazuje i kalcifikovani deo diskusa, lateralne diskus hernije kao i osteoartrotične promene fasetnih zglobova (17).

Zlatni standard u dijagnostici postojanja i stepena hernijacije nukleusa pulpozusa je magnetna rezonanca (MRI), kao neinvazivna metoda koja ne izlaže pacijenta zračenju. Magnetna rezonanca je najvažniji metod za radiološku procenu patologije intervertebralnog diskusa. Ovaj pregled omogućava multiplanarni prikaz i evaluaciju celog lumbalnog segmenta. Karakteristike signala diskusa u T2 sekvenci u sagitalnoj projekciji magnetne rezonance odražavaju promene uzrokovane starenjem ili degeneracijom. Daje kompletan prikaz veličine, konfiguracije i pozicije diskalnog prolapsa, kao i prikaz drugih patoloških stanja korena nerava ili duralne vreće. U sagitalnim projekcijama može da se prikaže foramen i slobodni diskalni fragment. Konkluzivna je metoda za dijagnostiku postoperativnog discitisa i metoda izbora u diferenciranju postoperativnog ožiljka od recidivne hernijacije (17).

Lečenje

Prognoza je kod najvećeg broja pacijenata sa lumbalnom radikulopatijom diskalne geneze dobra i operativno lečenje obično nije potrebno. Oko 50% bolesnika se bar umereno oporavi za 6 nedelja, a 90% za 90 dana (36). Svega 10-20 % bolesnika zahteva hirurški tretman (17).

Indikacije za operativno lečenje mogu se podeliti u apsolutne i relativne. Apsolutna indikacija za operativno lečenje je razvoj sindroma caude equine: urinarna retencija/inkontinencija ili analna inkontinencija, perinealna anestezija, parapareza. Incidenca sindroma caude equine iznosi 2-4% kod bolesnika sa lumbalnom diskus hernijom (35). Išijalgični bolni sindrom praćen motornim deficitom (slabost dorzalnih i plantarnih fleksora stopala, slabost kvadricepsa, sa ocenom grube mišićne snage po manuelnom testu 1,2,3), takođe je apsolutna indikacija za operativno lečenje. Relativne indikacije za operaciju su perzistirajući bol nakon režima mirovanja i sprovedene fizikalne terapije kao i česte epizode recidivirajućih išijalgičnih bolova (17).

Operativno lečenje lumbalne diskus hernije podrazumeva odstranjenje prolabiranog dela diskusa i dekompresiju nervnog korena. Primenjuju se različite hirurške metode: klasična diskektomija, mikrodiskektomija ili perkutane tehnike diskektomije (37).

Prognoza nakon hirurškog lečenja

Istraživanje koje je sproveo udruženje „European Spine Society“, pokazalo je da mikrodiskektomija ima visoku stopu efektivnosti u poređenju sa negativnim rezultatom ukupne vrednosti rizika (38). Lumbalna diskektomija izvršena zbog išijalgije daje stopu uspeha operativnog lečenja u smislu poboljšanja, između 80 i 90% (38), (39).

Komplikacije vezane uz lumbalnu diskektomiju su moguće i navode se kao: cezija duralne ovojnice sa isticanjem cerebrospinalne tečnosti, formiranje pseudomeningokele, oštećenje nervnog korena, poremećaj funkcije creva ili mokraćne bešike, krvarenje, povreda abdominalnih krvnih sudova, operacija na pogrešnom nivou, zaostao fragment, infekcija, epiduralni hematoma, recidivna hernijacija (37).

Potrebno je uložiti svaki napor za smanjenje navedenih komplikacija, počevši pravog odabira pacijenata od strane hirurga, intraoperativno korišćenje radiograma, pravilne operativne tehnike, postoperativne nege bolesnika i pravilne edukacije daljeg stila životnih i radnih aktivnosti (37).

Postoperativne komplikacije sagledane u sistemskom pregledu i meta analizi objavljenoj 2015. godine, ukazala je da su stope vodećih komplikacija uključenih studija iznosile 12,5%, za otvorenu mikrodiskektomiju, 13,3% za endoskopsku diskektomiju i 10,8% za perkutanu mikrodiskektomiju. Postoperativne komplikacije tipa novog neurološkog deficita ili pogoršanja neurološkog nalaza, registrovan je u stopi do 3,0%, dok je direktna povreda korena nerva evidentirana u stopi od 2,6%. Hematom je se javlja u stopi do 1,2%, dok rane komplikacije (infekcija, dehiscencija, seroma) iznose do 2,1% (40). Stopa rehernijacije na istoj strani i nivou prethodne diskektomije, kreće se između 1 i 11% (41), (42). Od toga 71% čine hernijacije diska na istom, operisanom nivou, a samo 3% bolesnika je imalo operaciju fuzije u cilju lečenja nestabilnosti. Potreba za reoperacijom nije povezana sa životnom dobi, polom, preoperativnim simptomima, fizičkim aktivnostima ili radom (43).

Odlični rezultati lečenja direktno zavise od selekcije pacijenata i mogu se očekivati ukoliko su prisutni anamnestički podaci o tipu bola u vidu išijalgije, klinički jasni znaci kompresije nervnog korena, jasno ukazivanje neuroradiološke dijagnostike na diskus herniju, intraoperativni nalaz koji jasno ukazuje na kompresiju korena diskalnom hernijacijom i dobra motivacija pacijenta (6), (17).

Do danas ne postoji „zlatni standard“, za vrednovanje ishoda, nakon operacije lumbalne diskus hernije. Koriste se subjektivne metode i objektivne evaluacije, a neslaganja potiču od različitog izbora metoda koje se koriste u proceni.

Ishod operacije se može proceniti na osnovu subjektivnog zadovoljstva ishodom operacije od strane operisanog bolesnika, kao i brojnim skalama koje odvojeno procenjuju intezitet bola u slabinskom delu leđa i nozi (44).

Mnoge studije proučavaju faktore koji mogu predvideti ishod operativnog lečenja posmatrajući kratkoročne i dugoročne rezultate lečenja. Kao značajni prediktori ishoda operativnog lečenja izdvajaju se: životna dob, pol, trajanje bola u nozi, vreme operacije u odnosu na početak tegoba, radni status, psihosocijalni i drugi faktori (16).

Povratak na posao

Privremena radna nesposobnost nastaje kada promena zdravstvenog stanja praćena nesposobnošću za rad, ima vremenski ograničeno trajanje. Prema Pravilniku koji propisuje medicinsko - doktrinarne standarde za utvrđivanje dužine privremene sprečenosti za rad osiguranika Republičkog fonda za zdravstveno osiguranje, ocenjena od strane prvostepene lekarske komisije nakon operacije lumabalne diskus hernije, privremena radna nesposobnost ograničena je na period u trajanju do 60 dana (45). Dužina privremene sprečenosti za rad, nakon operativnog lečenja, može biti i korigovana u odnosu na stav prvostepene lekarske komisije, od strane drugostepene lekarske komisije, a u skladu sa zdravstvenim stanjem osiguranika.

Povratak na posao je multidimenzionalan pojam, i samo je delimično određen funkcionalnim stanjem kičme. Povratak na posao se očekuje kada se lečenje završi, odnosno kada se zdravstveno stanje daljim lečenjem i medicinskom rehabilitacijom ne može dalje bitno poboljšati. U cilju povratka na posao, procenjuje se zdravstveno stanje u smislu utvrđivanja profesionalne radne sposobnosti.

Preporuka za povratak na posao bolesnika operisanih zbog lumabalne diskus hernije, na posao sa pretežno mentalnim zahtevima na radnom mestu je 2-4 nedelje posle operacije, dok za posao koji zahteva pretežno fizička opterećenja (teški manuelni poslovi), ekstenzivno uvrtnje trupom i saginjanje je 3-6 meseci posle operacije (46).

I dalje su prisutne kontraverze oko trajanja i potrebe postoperativne restrikcije fizičke aktivnosti nakon hirurškog lečenja lumabalne diskus hernije. Studije koje su se bavile ishodom operativnog lečenja ukazale su a važnost nepotrebnog naglašavanja oko obavezne fizičke neaktivnosti nakon lečenja, jer je povratak na posao bio brži u onoj grupi bolesnika koji nisu imali limitirani period u smislu zabrane određenih fizičkih opterećenja od strane medicinskog osblja u odnosu na grupu gde je to bilo posebno naglašavano. Sportske aktivnosti (vožnja bicikla, plivanje, trčanje, skijanje, hodanje) nakon lumabalne diskektomije kod mladih ljudi nisu ograničene (47). Ishod mikrodiskektomije kod sportista sa hernijacijom diska u lumabalnoj regiji je zadovoljavajući u pogledu mogućnosti povratka operisanih sportista svom uobičajenom nivou sportskih aktivnosti (48).

Na osnovu podataka iz literature faktori koji mogu uticati da se bolesnici operisani zbog lumbalne diskus hernije kasnije vrate na posao ili uopšte ne vrate su: ženski pol, niži obrazovni nivo, duži period hospitalizacije (duže od 6 dana), gojaznost procenjena indeksom telesne mase (BMI-Body mass index), životna dob veća od 40 godina, manuelni (fizički zahtevni) poslovi, izostanak podrške od strane lekara, bol koji perzistira nakon operacije, neispunjenost očekivanja od operacije i nezadovoljstvo poslom (49), (50), (51).

Prema sada važećim zakonskim propisima u našoj zemlji ukoliko privremena radna nesposobnost potraje duže od 6 meseci, osigurano lice se mora uputiti organu veštačenja Fonda PIO, u cilju utvrđivanja eventualnog postojanja invalidnosti, odnosno gubitka radne sposobnosti (52). Može se uputiti i Komisiji organa veštačenja za procenu radne sposobnosti u mogućnosti zaposlenja ili održanja zaposlenja osoba sa invaliditetom (53). Postoje dokazi da kod bolesnika operisanih zbog lumbalne diskus hernije koji se ne vrate na posao u periodu dužem od 12 meseci u većini slučajeva nastaje delimična ili potpuna i trajna radna nesposobnost.

Ocena radne sposobnosti kod operisanih od lumbalne diskus hernije

Ocenjivanje radne sposobnosti je postupak na osnovu koga se vrši usklađivanje biološke funkcije organizma sa zahtevima, rizicima i karakteristikama radnog mesta. Cilj ocenjivanja radne sposobnosti je da se svakom radniku omogući da se njegovi potencijali najcelishodnije iskoriste na način koji će omogućiti njegovo lično zadovoljstvo i društvenu korist, bez negativnih uticaja na zdravstveno stanje.

Novi koncept radne sposobnosti integriše individualne faktore (funkcionalnu sposobnost obolelog organa ili sistema, znanje, veštine, stavove i ponašanje, zadovoljstvo i motivaciju), zahteve rada, radnu okolinu, stres i organizaciju rada (54), (55) .

Preporuka je da se ocena radne sposobnosti i prema tome mogućnost povratka na određeno radno mesto evaluiira prema sledećim kriterijumima: pokazatelji radnog kapaciteta i rizik zaposlenog u odnosu na radno mesto, etički, ekonomski i pravni kriterijumi. Ishod ocene radne sposobnosti kreće se od sposoban do nesposoban, sa ostalim mogućim prelaznim kategorijama kao što su sposoban uz modifikaciju rada, ili sposoban uz ograničenja. Naučni dokazi zasnovani na empirijskim dokazima o efikasnosti metoda za procenu radne sposobnosti su ograničeni, verovatno zato što ne postoji standardna ili validna metodologija ocene za sve poslove i okolnosti (14).

Pri ocenjivanju radne sposobnosti neophodno je poštovanje određenog redosleda radnji u okviru celog postupka (56).

1. Najpre se moraju definisati raspoloživi psihofizički i psihofiziološki potencijali na koje se može računati u izvršavanju određenih radnih zadataka. Ovo znači da se određenim procedurama, dijagnostičkim postupcima, trebaju upoznati zdravstvene karakteristike organizma sa posebnim osvrtom na funkcionalno stanje organa i organskih sistema koji su opterećeni obavljanjem radnih zadataka (56).

2. Analiza podataka o profesionalnim štetnostima na radnom mestu, veličini opterećenja i biološkim zahtevima radnih mesta, sa ciljem dobijanja verne slike o nivou očekivanog napora pojedinih organa i sistema koji će biti izloženi u uslovima izvođenja radnih aktivnosti (56).
3. Procena sklada, odnosno nesklada između utvrđenih individualnih psihofizičkih sposobnosti zaposlenog i karakteristika radnog mesta. Pri tome ne sme se zanemariti i stav radnika kome se radna sposobnost ocenjuje, socijalni status i ekonomsko stanje pojedinca, preduzeća i društva (56).

Posmatrajući radnu sposobnost kroz prizmu prethodne tri komponente, povratak na posao je multidimenzionalan pojam i zavisan je od mnogobrojnih faktora: individualnih kao jedinstvo biopsihosocijalno faktora sa jedne strane i profesionalnih faktora šire gledano, sa druge strane.

Psihofizičke sposobnosti

Nakon završenog lečenja i rehabilitacije bolesnika sa lumbalnom diskus hernijom u cilju ocene radne sposobnosti, potrebno je utvrđivanje objektivnih psihofizičkih i psihofizioloških potencijala bolesnika. Osnovne biološke karakteristike kao što su pol, starost, indeks telesne mase, faktori su za koje se zna, da imaju generalno gledano uticaj na radnu sposobnost.

Studije koje su istraživale povratak na posao nakon lečenja oboljenja kičmenog stuba pokazale su lošiji ishod kod osoba ženskog pola (57).

Funkcionalne karakteristike kičmenog stuba utvrđuju se najpre fizikalnim pregledom. Potrebno je ispitati tonus i trofiku paravertebralne muskulature, pokretljivost lumbo sakralnog segmenta, mišićnu snagu donjih udova, senzibilitet i tetivne refleks na donjim udovima (patelarni i Achilov refleks). Sagledavanjem nalaza dodatnih dijagnostičkih postupaka (EMNG donjih udova, RTG lumbosakralne kičme, MRI lumbosakralne kičme) objektivizira se većina patoloških promena kičmenog stuba i neuroloških lezija.

Postojanje i stepen zdravstvenih tegoba zaposlenog, značajan su faktor koji je povezan sa njegovim radnim kapacitetom.

Postojanje bola u nozi i prisustvo lumbalnog bola, čiji se intenzitet subjektivno procenjuje skalama bola (Vizuelno analogna skala bola-VAS), značajan je pokazatelj kako ishoda operativnog lečenja tako i radne sposobnosti.

Osnovna svrha lumbalne diskektomije je da ublaži radikularnu simptomatologiju nastalu zbog diskus hernije. Neki pacijenti će se žaliti na uporne bolove i postoperativno, koje mnogi hirurzi razmatraju kao poseban proces bolesti, a može biti klasifikovan i kao komponenta postoperativnog komorbiditeta pod nazivom engl. Failed Back Syndrome (FBS). Zaostali fragment, promašen nivo ili rehernijacija operisanog diskusa može uzrokovati FBS (6). Pacijente treba informisati o ovim aspektima pre hirurškog lečenja (58).

Lumbalni bol može biti uzrokovan specifičnim oboljenjima kičme i nespecifičnim oboljenjima kičme ali u etiologiji mogu biti i oba činioca. Bol u leđima izazvan specifičnim oboljenjima kičme najčešće nastaje patološkim promenama različitih anatomskih strukutra lumbalne kičme i struktura iz neposredne okoline. U specifičnu grupu oboljenja kičme koja izazivaju bol, svrstava se i FBS. Najučestaliji specifični uzroci uzroci bola u leđima su degenerativne promene intervertebralnih diskusa, fasetnih zglobova, nestabilnost segmenta, protruzija i hernijacija diskusa kao i stenoza spinalnog kanala. Nespesifična oboljenja kičme, međutim nemaju tačan etiološki uzrok. Mogu nastati zbog preopterećenja mišićno-ligamentarnog tkiva ali izvori bola mogu biti i psihosocijalni faktori. Često patološke promene u većini slučajeva nisu jedini uzrok pojavi bola u donjem delu leđa, već su razlozi kombinacija specifičnih i nespecifičnih činioca (6), (8), (9).

Psihološki faktori igraju važnu ulogu za povratak na posao kod svakog pacijenta, bez obzira da li je patoanatomski substrat bio samo protruzija ili pak masivna ekstruzija ili prolaps diskusa (59). Psihološkom eksploracijom u oceni radne sposobnosti važno je odrediti postojanje anksioznog ili/i depresivnog reagovanja kao važne komponente. To su emocionalne reakcije na telesne smetnje i bolesti, koje se klasifikuju u somatopsihička reagovanja (60).

Dugotrajna percepcija bola je udružena sa pojavom negativnih emocija. Zato osobe sa lumbalnim bolom imaju prisustvo anksioznosti, depresije, nesanice, izbegavanje pojedinih telesnih pokreta radnih i socijalnih aktivnosti. Anksioznost može imati negativan uticaj na radni kapacitet. Bol očekivano dovodi do izbegavanja situacija koje ga provociraju, te želja pacijenta da bude penzionisan je prvenstveno motiv u cilju prestanka bola koji nastaje sa obavljanjem teških fizičkih poslova i dizanja tereta na radnom mestu.

Stepen depresivnosti je pokazao linearni rast sa intenzitetom prisutnog bola (61).

Nije retkost da su kod prisustva hroničnog bola istovremeno prisutni i anksioznost i depresija te da njihovo zajedničko dejstvo ima veoma negativan uticaj na funkcionalnost i terapijski ishod. Jedna grčka studija je pokazala da su ovi poremećaji češći kod mlađe, radno aktivne populacije sa višom školskom spremom i edukacijom, kao i kod onih kod kojih bol u leđima traje duže (62).

Kod osoba sa lumbalnim sindromom prisutan bol može da izazove strah kao emocionalnu reakciju, od pokreta i fizičke aktivnosti i posla, što će da rezultira izbegavanjem pokreta koji bi pojačao već prisutan bol. Anksioznost za razliku od straha je afektivno stanje orijentisano ka budućnosti gde izvor pretnje nije jasno određen. Strah motiviše osobu da uključi ofanzivnu ili defanzivnu reakciju, anksioznost je udružena sa preventivnim ponašanjem, uključujući i izbegavanje. Anksioznost i strah od aktivnosti nepovoljno utiču na ishod lečenja lumbalnog sindroma (63). Produžavanje fizičke neaktivnosti postoperativno uzrokuje prolongiranu radnu nesposobnost. Takođe dužina radne nesposobnosti zbog bola u leđima pre operativnog lečenja predstavlja značajan prediktor ishoda uspešnosti operativnog lečenja, iz grupe faktora vezanih za posao (64).

Bils i Hikman (Beals, Hickman) proučavanjem psihološkog statusa pacijenata koji su operisali lumbalnu diskus herniju, našli su ozbiljne emocionalne smetnje koje su bile u korelaciji sa brojem operisanih nivoa diskusa. Smatra se da je određeni tip neurotskog poremećaja bio već prisutan pre početka bolesti intervertebralnog diskusa, a onda je pogoršana operacijom i prisustvom postoperativnih simptoma (65).

U studiji je korišćen test (Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)) za kliničku evaluaciju anksioznog i depresivnog reagovanja kod operisanih bolesnika u cilju utvrđivanja njihove povezanosti sa povratkom na posao. Skala se sastoji od sedam stavki za procenu anksioznosti (ocena u opsegu 0 ± 21) i sedam stavki procenu depresije (ocena u opsegu 0 ± 21) (66). Bjelland i saradnici su 2002 godine kroz sistemski pregled velikog broja istraživanja identifikovali cut-off tačku 8/21 za anksioznost ili depresiju (66), (67).

Faktori radnog mesta

Kompletno poznavanje zahteva, uslova na radnom mestu i radnoj okolini je neophodno prilikom ocene profesionalne radne sposobnosti.

Za svako radno mesto poslodavac ima zakonsku obavezu da poseduje dokument, Akt o proceni rizika na radnom mestu i radnoj okolini, u kojem su evidentirani svi faktori u vezi radnog mesta i radne okoline zaposlenog. Ovaj akt se donosi u cilju očuvanja bezbednosti i zdravlja zaposlenih.

Akt o proceni rizika sadrži opis procesa rada sa procenom rizika od povreda i/ili oštećenja zdravlja na radnom mestu u radnoj okolini kao i mere za otklanjanje ili smanjivanje rizika u cilju poboljšanja bezbednosti i zdravlja na radu. Radno mesto jeste prostor namenjen za obavljanje poslova kod poslodavca (u objektu ili na otvorenom kao i na privremenim i pokretnim gradilištima, objektima, uređajima, saobraćajnim sredstvima, i sl.) u kojem zaposleni boravi ili ima pristup u toku rada i koji je pod neposrednom ili posrednom kontrolom poslodavca (68).

U okviru ovog dokumenta koji donosi poslodavac evidentirane su sve štetnosti i opasnosti koje su prisutne na radnom mestu zaposlenog, sa izračunatim stepenom rizika po zdravlje radnika. Uvidom u ove podatke usklađuju se biološke sposobnosti svakog pojedinca individualno.

Štetnosti prisutne na radnom mestu koje imaju uticaja na lokomotorni sistem, posebno na kičmeni stub su: težak fizički rad u smislu dizanja, nošenja, guranja, vučenja) tereta i druga veća fizička opterećenja na radu (statičko opterećenje), prisustvo vibracija koje se prenose preko celog tela (preko nogu ili sedalnog predela), nefiziološki položaj tela (svijanje i rotacija trupa) i neadekvatni klimatski i mikroklimatski uslovi na radnom mestu (2). Uticaj na pojavu učestalijih zdravstvenih tegoba u predelu lumbosakralne kičme, zbog izloženosti navedenim faktorima sa radnog mesta, još uvek je predmet diskusija. U vodičima dobre prakse ova povezanost zaključena je na nivou konsenzusa eksperata. Oskudan je broj naučnih dokaza da fizički zahtevi na poslu imaju umerenu ulogu u razvoju degeneracije intervertebralnog diskusa. Fizički zahtevi rada mogu preopteretiti određene strukture donjeg dela leđa kod pojedinih radnika ali uopšteno, mali je broj dokaza da fizičko opterećenje na savremenom radnom mestu uzrokuje

trajno oštećenje. Činjenica je da ljudi sa bolom u donjem delu leđa, bilo koje etiologije, teže obavljaju fizički zahtevne poslove (69).

Prema Pravilniku o evidencijama štetnosti su jasno definisane (70). Takođe su parametri vezani za ručno podizanje tereta, prisustvo vibracija, parametre klimatskih i mikroklimatskih uslova, nizom podzakonskih akata objektivno i bliže određene.

Jedna skorašnja studija, koja je proučavala povratak na posao nakon lumbalne diskektomije, svedoči da bolesnici koji su preoperativno obavljali težak fizički posao imaju značajno manju funkcionalu sposobnost nakon operativnog tretmana u odnosu na one koji su obavljali srednje težak ili lak fizički posao. Neke studije nisu dokazale povezanost između stepena radnog opterećenja i ishoda operativnog lečenja, što se objašnjava različitim kriterijumima ocene uspešnog ishoda operativnog lečenja, ali i različitim metodologijama određivanja stepena radnog opterećenja, u različitim istraživanjima (71).

Posmatrajući radno mesto i biološke performanse zaposlenog potrebno je razmotriti i prognostički uticaj prisutnih štetnosti i zahteva radnog mesta u odnosu na stanje kičmenog stuba. Potrebna je procena nastanka mogućih novih oštećenja, brzine napredovanja već postojećih degenerativnih promena fasetnih zglobova i intervertebralnih diskusa, u odnosu na profesionalne faktore sa jedne strane i faktore vezane za pol, starost, genetske predispozicije, indeks telesne mase, nasledne faktore sa druge strane.

Težak rad obično zahteva i učestalo savijanje i rotaciju lumbalne kičme povećavajući na taj način opterećenje intervertebralnih diskusa, što može da rezultira povredom fasetnih zglobova i degenerativnim promenama intervertebralnih diskusa.

Psihosocijalni faktori

Radna sposobnost se ne može izmeriti objektivno jednim instrumentom. Ona uvek zahteva procenu zasnovanu na podacima dobijenim iz više različitih izvora. Mišljenje samog radnika o svojoj radnoj sposobnosti je važna kao i mišljenje eksperata. Iz ovog koncepta je razvijen i jedan instrument za meru radne sposobnosti pod nazivom Indeks radne sposobnosti (engl-Work ability index –WAI). Zamišljen je kao podrška radniku i izdvajanje onih radnika kojima je potrebna pomoć i podrška, u cilju očuvanja radne sposobnosti. WAI se izražava kao brojčana vrednost, izračunata na osnovu podataka iz upitnika, u kojem su odgovori na pitanja vrednovani po stavkama. Stavke obuhvaćene WAI su: sadašnja radna sposobnost u poređenju sa najboljom u životu, radna sposobnost u odnosu na fizičke i mentalne zahteve posla, broj oboljenja utvđenih od strane lekara, procena smetnji pri radu usled bolesti, bolovanje tokom poslednjih 12 meseci, sopstvena prognoza radne sposobnosti za naredne 2 godine i mentalni potencijali radnika uopšte (72). Ovi podaci vrednuju se zajedno kao aditivna vrednost ispitivanih aspekata radne sposobnosti na osnovu subjektivnog stava radnika, ali i svaka stavka pojedinačno, može pokazati svoj uticaj na radnu sposobnost. U dizajnu ove studije korišćena su iskustva skorašnje studije (16), koja je koristila pojedinačne elemente iz WAI proučavajući ishod operativnog lečenja bolesnika sa lumbalnom diskus hernijom.

Kada se pacijent žali na prisustvo bola u leđima i umanjenje funkcionalne sposobnosti bez korelacije sa kliničkim, neurološkim nalazom ili radiološkim nalazom, teško je oceniti radnu sposobnost. Psihosocijalni faktori u takvim slučajevima igraju značajnu ulogu i važni su za bolje shvatanje aktuelnih radnih kapaciteta zaposlenog.

Hasenbring (1992), je na osnovu opsežnih studija, definisao faktore rizika za loš ishod oporavka zbog bolesti intervertebralnog diskusa bilo nakon hirurškog ili konzervativnog lečenja. Pored depresivnosti koja je identifikovana i od strane drugih autora kao faktor rizika, navodi i poremećaj faktora kognitivno emocionalne veštine u obradi bola i neodgovarajući način suočavanja sa bolom, kao veoma značajne faktore izbegavajućeg načina ponašanja. Ishod ranog penzionisanja smatra se da se u 85 % slučajeva može predvideti samo na osnovu pojedinih faktora, a to su depresivno ispoljavanje i stepen stresa na radnom mestu. Nije nađena korelacija između stepena dislokacije tkiva diskusa i psiholoških faktora rizika (73).

U mnogobrojnim istraživanjima koja su se bavila prediktorima ishoda operativnog lečenja lumbalne diskus hernije definisali su zadovoljstvo poslom kao jedan od faktora koji je u pozitivnoj korelaciji sa dobrim ishodom (74). Zadovoljstvo poslom je stav osobe prema poslu, kao centralno osećanje vezano za posao koje se ne deli na pojedinačne aspekte. Taj pojam zadovoljstva poslom ima jednodimenzionalni karakter. Drugi pristup zadovoljstva poslom je aditivni pristup i predstavlja zadovoljstvo pojedinim aspektima posla kao suma zadovoljstava i ima multidimenzionalni karakter. Prema empirijski utemeljenoj teoriji Pola Spektora to je „ono zadovoljstvo što osoba oseća prema svom poslu i različitim aspektima posla“ (75).

Fenomen zadovoljstva poslom se može odrediti i na osnovu stepena podudarnosti očekivanja zaposlenog prema ličnom doživljaju dobiti od posla (76). Utvrđivanje zadovoljstva poslom proističe iz percepcije zaposlenih o tome u kom stepenu su zadovoljeni njihovi zahtevi (77).

Dužina trajanja bolovanja preoperativno, dosledan je prediktor u uspešnosti operacije lumbalne diskus hernije, posmatrajući ishod kroz opšte zadovoljstvo operacijom, zadovoljstvo funkcionalnom sposobnošću i povratkom na posao.

Duže trajanje bolovanja omogućuje razvoj funkcionalnog invaliditeta ili hroničnog bolnog sindroma, čime može da se objasni loš ishod operativnog lečenja.

Sva istraživanja vezana za loš ishod, istakla su važnost selekcije bolesnika u skladu sa prediktivnim faktorima rizika (57).

Prognostički model kao jedan od ciljeva ove disertacije, trebao bi da ukaže na najznačajnije faktore koji utiču na povratak na posao.

Modeli za predikciju

Uopšteno govoreći, modeli za predikciju iz oblasti medicinskih nauka, imaju praktičnu i naučnoistraživačku vrednost. U javnom zdravlju, modeli predviđanja mogu pomoći u ciljanju preventivne intervencije na subjekte sa relativno visokim rizikom od obolevanja ili razvoja bolesti. U kliničkoj praksi, modeli predviđanja mogu informisati pacijente i njihove lekare na

verovatnoću dijagnoze ili prognostički ishod. U medicinskim istraživanjima, modeli predviđanja mogu služiti u više namena: u eksperimentalnim studijama, kao što je slučaj kod randomizovanih kontrolisanih studija, kada intuitivno uz pomoć polaznih karakteristika model može da pomogne u uključivanju i grupisanju pacijenata i tako poboljša statističku analizu. U opservacionim studijama, adekvatno ukazuje na faktore koji su od suštinskog značaja kada su oni mešovitog karaktera (78). Poslednjih godina u fokusu naučnih istraživanja su faktori rizika, koji su značajni za uspešnost povratka na posao kod obolelih od lumbalnog sindroma, zbog visokih troškova društva kao posledice bolovanja zaposlenih. U cilju detekcije i adekvatnog preventivnog delovanja na ciljane grupe razvijeni su i validirani modeli predviđanja, takozvani predikcioni modeli, za kontinuirani bol, invalidnost i bolovanje pacijenata sa bolom u leđima (79). Gotovo da nema podataka o postojanju predikcionog modela za povratak na posao kod operisanih zbog lumbalne diskus hernije. Brojni radovi vezani za određivanje faktora koji utiču na povratak na posao nakon ove hirurške intervencije iz oblasti neurohirurgije, ortopedije, fizikalne medicine i medicine rada, svedoče o aktuelnosti i značajnu ovog problema.

Prediktivne metode mogu biti primenjene prilikom konstrukcije modela za razne procedure, kao što su prognoza, dijagnoza i planiranje terapije Data mining predstavlja skup metoda za analizu velikih količina podataka kao i izbor, konstrukciju i validaciju modela, te predstavlja sinonim učenja na osnovu baza podataka (KDD- Knowledge Discovery in Databases).

Data mining problemi se obično rešavaju kombinovanjem različitih pristupa uključujući multidimenzionalne baze podataka, mašinsko učenje, vizuelizaciju podataka, kao i statističke metode kao što su testiranje hipoteza, klasterizacija, regresija. Zadaci koji se sreću na ovom polju mogu biti grubo podeljeni na deskripciju i predikciju. Dok deskripcija za zadatak ima da pronađe nove patente i asocijacije među podacima pogodne za interpretaciju, predikcija podrazumeva konstrukciju modela koji bi obezbedio predviđanje nekih odgovora koji su od značaja. Iako se donekle ciljevi predikcije i deskripcije preklapaju, osnovna razlika među njima je ta što se za potrebe predikcije u podacima nalazi i zasebna promenljiva odgovora. Sam odgovor može biti kategorička ili numerička promenljiva, usled čega se prediktivni data mining dalje deli na klasifikaciju i regresiju, respektivno (80).

U okviru ove disertacije biće prikazana selekcija atributa metodama data mininga. Po izboru atributa koji su se pokazali kao diskriminatorni na osnovu trening skupa, konstruisano je više klasifikatora koji su međusobno poređani po tačnosti klasifikacije na datom trening skupu; alternativno stablo odlučivanja (DT), metod potpunih-podražavajućih vektora (SVM), višeslojni perceptroni (MLP). Ovi klasifikatori zasnovani su na različitim algoritmima, od kojih neki pružaju jasan uvid u tok klasifikacije, kao što su stabla odlučivanja, dok drugi algoritmi rade po principu „crne kutije“ i netransparentno pružaju rezultat klasifikacije. Sam rezultat klasifikacije zasniva se na proceni uslovne verovatnoće da će uzorak pripasti određenoj klasi, ukoliko su dati njegovi atributi. U tom smislu sam rezultat može da se izrazi ne samo kao izlazna klasa uzorka, nego i kao verovatnoća da uzorak pripada datoj klasi.

Ciljevi i hipoteze rada

Cilj

Definisanje prognostičkog modela za povratak na posao bolesnika operisanih zbog lumbalne diskus hernije.

Utvrđiti postoji li povezanost između tipa preduzeća prema vlasništvu u kojem je ispitanik zaposlen i njegovog povratka na posao nakon operacije lumbalne diskus hernije.

Utvrđiti povezanost zadovoljstva poslom i povratka na posao ispitanika koji su operisani zbog lumbalne diskus hernije.

Hipoteze

U prognostičkom modelu za povratak na posao bolesnika operisanih zbog lumbalne diskus hernije statistički značajno povoljan uticaj imaju: muški pol, životna dob do 40 godina, manje izražene degenerativne promene slabinskog segmenta kičme stepen I, II i III po Firmanovoj metodi, stepen 0 i I Vajshaupt sistemom gradacije i stepen I i II gradacije po Kjaru, trajanje bola u nozi do šest meseci, lak i srednje težak fizički rad i nepostojanje anksioznog i depresivnog ispoljavanja (prema HAD skali).

Ispitanici operisani zbog lumbalne diskus hernije koji su zaposleni u privatnom sektoru ili su vlasnici preduzeća značajno češće će se vratiti na prethodno radno mesto.

Bolesnici operisani zbog diskus hernije koji su zadovoljni sa poslom značajno češće će se vratiti na svoje prethodno radno mesto.

Metode

Istraživanje je prospektivna studija koja je obuhvatila ukupno 200 ispitanika, koji su operisani zbog lumbalne diskus hernije na jednom nivou, na Klinici za neurohirurgiju Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu, u periodu od januara 2013. do decembra 2015. godine.

Ova studija je odobrena od Etičkog odbora Medicinskog fakulteta u Novom Sadu i Etičke komisije Kliničkog centra Vojvodine. Svi pacijenti učesnici studije potpisali su tekst informisanog pristanka da učestvuju u studiji.

U studiju su bili uključeni bolesnici koji su bili u radnom odnosu u momentu operacije i bolesnici sa najmanje završenom osmogodišnjom školom.

U studiju nisu bili uključeni bolesnici sa posledicama povrede koštanih struktura kičme (traumatski prelomi, osteopenijski prelomi) i drugih delova koštano-zglobnog sistema, bolesnici sa ranije poznatim deformitetom kičmenog stuba (kifoza, skolioza, spondilolisteza), sa udruženim reumatskim i degenerativnim bolestima koštano-zglobnog sistema, metaboličkim poremećajima koji se ispoljavaju na koštanom sistemu (osteoporoza, prolongirana upotreba kortikosteroida, Pagetova bolest), bolesnici sa malignim bolestima, infektivnim i inflamatornim oboljenjima kičmenog stuba (Anikolizirajući spondilitis, Psorijatični spondilitis i dr), bolesnici sa bolestima organa male karlice (prostatitis, endometriosis, inflamatorna oboljenja organa male karlice), sa bolestima bubrega (nefrolitijaza, inflamatorna oboljenja bubrega), aneurizmom aorte, sa bolestima gastrointestinalnog sistema (pankreatitis, perforanti ulkus želuca, holecistitis) i nezaposleni bolesnici.

Iz studije su isključeni ispitanici koji su u periodu od 12 meseci nakon operativnog lečenja oboleli od bolesti drugog organa ili organskog sistema, koje bi potencijalno dovele do radne nesposobnosti i oni koji su imali hirurške komplikacije nakon lumbalne mikrodisektomije (infekcije, recidivna hernijacija na istom nivou, hernijacija diskusa na drugom nivou).

Podaci planirani za potrebe ovog istraživanja su se prikupljali u periodu pre operativnog lečenja i postoperativno u periodu do povratka bolesnika na posao, a najduže 12 meseci nakon hirurške intervencije. Prikupljeni podaci su organizovani i unutar pojedinih varijabli grupisani, u cilju dobijanja modela najboljih karakteristika za predikciju povratka na posao nakon operacije lumbalne diskus hernije. Način grupisanja podataka unutar varijabli za potrebe izrade modela, biće naveden u opisu metoda istraživanja.

Pre operativnog lečenja prikupljeni su anamnestički podaci vezani za sadašnju bolest: trajanje tegoba i radne nesposobnosti, zbog navedenih tegoba, izražene u nedeljama. Tegobe su se odnosile na bol u nozi i leđima, a radna nesposobnost zbog opisanih tegoba u neposrednom preoperativnom periodu i ukupna radna nesposobnost u proteklih 12 meseci.

Pomoću upitnika samoadministrativnog tipa, dobijeni su podaci vezani za radnu anamnezu (Upitnik 1, Prilog 1): o zanimanju, stepenu stručne spreme, broju godina ukupnog radnog staža, broju godina radnog staža na radnom mestu za vreme oboljevanja, nazivu radnog mesta, sektoru radne organizacije (privatno, društveno, samostalna delatnost), zahtevima radnog mesta u odnosu na fizičko opterećenje: trajanje 0, <30%, >30% radnog vremena (dužina sedenja, dužina stajanja, dužina hodanja, prinudni položaj tela (klečanje, povijen položaj, rotacioni pokreti trupom), podizanje i nošenje tereta i težina u kilogramima (81) . U prikazu rezultata i u izradi predikcionog modela sektor radne organizacije je podeljen je na javni i privatni. U privatni sektor grupisana je i samostalna delatnost zbog malog broja ispitanika. Kvantitativno stepenovanje fizičkog opterećenja (81) određena je na osnovu dobijenih podataka iz upitnika. U prikazu rezultata i u izradi predikcionog modela fizičko opterećenje je podeljeno u 3 grupe: 1-lak, 2-srednje težak i 3- težak i vrlo težak rad. Anamnestički su dobijeni podaci o radnim aktivnostima van radnog vremena, mikroklimatskim faktorima (Vaše radno vreme uglavnom provodite (unutra; 1/3 radnog vremena provodim napolju; preko 1/3 radnog vremena provodim napolju), Temperaturni uslovi na Vašem radnom mestu su po Vašem mišljenju (optimalni; podnošljivo topli; podnošljivo hladni; jako topli; jako hladni)), postojanju opštih vibracije na radnom mestu.

Opšti podaci ispitanika podrazumevali su pol i starost. Merenjem antropometrijskih parametara izračunat je Indeks telesne mase (BMI). U izradi predikcionog modela BMI grupisan je u dve kategorije: do 25 m²/kg-1, 26-30 m²/kg-2, preko 30 m²/kg-3.

Neurološkim pregledom, koji je obavljen pre operacije, ispitivana je: snaga mišića nogu (manuelni mišićni test, gruba mišićna snaga (GMS) ocena 1-5), senzibilitet u donjim ekstremitetima (anestezija, hipestezija, hiperestezija, parestezija/ ima-1 ili anestezija, hipestezija, hiperestezija, parestezija-/nema-2), test istezanja nerva (Lazarevićev znak-pozitivan <60°, negativan >60°), lumbalni znaci (skoliotični deformitet, obim pokreta (redukcija pokreta lumbo-sakralnog segmenta umerena do 1/3, srednja do 2/3, izražena preko 2/3 pokreta), i rigiditet paravertebralne muskulature (prisutan, odsutan).

Analizirani su nalazi utvrđeni magnetno rezonantnim (MR) pregledom lumbosakralne kičme. MR pregled je rađen po standardnom protokolu pregleda lumbosakralne kičme. Pregled obuhvata segment kičme od 10. torakalnog (T10) do 2. sakralnog (S2) pršljena. Načinjene su T1W i T2W sagitalne projekcije, aksijalne T2W projekcije donja tri nivoa (plus svaki drugi stenotični nivo) paralelno sa svakim intervertebralnim diskusom kao i T1W aksijalne projekcije na poslednja tri nivoa (plus svaki drugi stenotični nivo) paralelno sa intervertebralnim diskusom. Na osnovu ovog pregleda procenjene su:

- Stepent degeneracije intervertebralnog diskusa nivoa L3-L4, L4-L5, L5-S1 (Firmanovom metodom (82) (Prilog 2)). U prikazu rezultata i u izradi predikcionog modela stepent degeneracije intervertebralnog diskusa grupisan je na: stepent degenerativnih promena I, II, III – 1. grupa, stepent degenerativnih promena IV, V - 2. grupa

- Stepen degeneracije fasetnih zglobova nivoa L3-L4, L4-L5, L5-S1 (Vajshauptovom metodom (83) (Prilog 3)). U prikazu rezultata i u izradi predikcionog modela stepen degeneracije fasetnih zglobova grupisan je na: stepen degenerativnih promena "0" i "1" – 1. grupa, stepen degenerativnih promena "2" – 2. grupa, stepen degenerativnih promena "3" – 3. grupa. U prikazu rezultata date su degenerativne promene fasetnih zglobova obostrano. Zbog nepostojanja statistički značajne razlike u stepenu degenerativnih izmena fasetnih zglobova sa leve i desne strane, u model su uzete vrednosti samo desnostranih promena za svaki posmatrani nivo.
- Atrofija i stepen masne degeneracije paravertebralne muskulature lumbosakralnog segmenta Kjarovom (Kjaer) metodom gradacije (84) (Prilog 4).

Metoda operativnog lečenja bila je mikrodisektomija po svim konvencionalnim principima mikrohrurške operativne tehnike.

Operisani bolesnici su bili praćeni tokom godinu dana nakon operativnog lečenja. Tokom praćenja do 12 meseci i/ili nakon povratka na posao, izvršen je neurološki pregled kojim se se ispitivala: snaga mišića nogu (manuelni mišićni test, gruba mišićna snaga (GMS) ocena 1-5), senzibilitet u donjim ekstremitetima (anestezija, hipestezija, hiperestezija, parestezija/ prisutna-1 ili anestezija, hipestezija, hiperestezija, parestezija-/odsutna-2), test istezanja nerva (Lazarevićev znak-pozitivan $<60^\circ$, negativan $>60^\circ$), lumbalni znaci (skoliotični deformitet, obim pokreta (redukcija pokreta lumbo-sakralnog segmenta umerena do 1/3, srednja do 2/3, izražena preko 2/3 pokreta), i rigiditet paravertebralne muskulature (prisutan, odsutan).

Bolovi u leđima i bolovi u nozi i procenjeni su Vizuelno analognom skalom bola (VAS) (85), (86).

Profesionalni faktori bili su određeni pomoću upitnika kao i u preoperativnoj evaluaciji samoprocenom (zahtevi radnog mesta, procena mikroklimatskih faktora, opšte vibracije). (Upitnik 2, Prilog 5). Kvantitativno stepenovanje fizičkog opterećenja (81) određena je na osnovu dobijenih podataka iz upitnika . U prikazu rezultata i u izradi predikcionog modela fizičko opterećenje je podeljeno u 3 grupe: 1-lak, 2-srednje težak i 3- težak i vrlo težak rad.

Bolesnici su dali sopstvenu procenu radne sposobnosti na osnovu tri pitanja iz originalnog upitnika Indeks radne sposobnosti (Work ability index (WAI)): o subjektivnom doživljaju sadašnje radne sposobnosti na skali od 0 do 10; procena smetnji pri radu usled bolesti (nememam nikakve smetnje- 1, ja sam u stanju da obavljam moj posao ali to dovodi do nekih simptoma-2, zbog moje bolesti ja se osećam sposobnim samo za skraćeno radno vreme-3, moram ponekad da promenim tempo ili metode moga rada-4, moram često da usporim tempo mog rada ili promenim metode rada-5, ja sam potpuno nesposoban za rad-6); sopstvena prognoza radne sposobnosti za 2 godine (verujete li da ćete sa gledišta vašeg zdravlja biti sposobni za svoj sadašnji posao: verovatno ne, nisam siguran, verovatno da) (55) (Upitnik 2, Prilog 5).

Vreme povratka na posao pitanjem: Kada ste se nakon operativnog lečenja vratili na posao (2-4 meseca, 5-6 meseci, 7-12 meseci) (Upitnik 2, Prilog 5)

Anksiozno-depresivno reagovanje određeno je na osnovu kliničkog testa ((HAD) Osobe sa skorom iznad osam na skali anksioznosti i iznad osam na skali depresivnosti su smatrane da ispoljavaju anksioznost ili depresiju) (Prilog 6) (87), (67).

Zadovoljstvo poslom merena sa pitanjem: Da li ste zadovoljni sa Vašim sadašnjim poslom ukoliko posmatrate celokupan doživljaj svih aspekata Vašeg posla (ne uopšte, više sam nezadovoljan nego zadovoljan, više sam zadovoljan nego nezadovoljan, veoma sam zadovoljan) U prikazu rezultata i u izradi predikcionog modela grupisani su odgovori: ne uopšte nisam zadovoljan i više sam nezadovoljan nego zadovoljan- 1. grupa, više sam zadovoljan nego nezadovoljan, veoma sam zadovoljan - 2. grupa. (16) (Upitnik 2, Prilog 5).

Podrška od strane preduzeća (kolega i nadređenih) merena pitanjem: Da li ste zadovoljni podrškom od strane saradnika i nadređenih (ne uopšte, više sam nezadovoljan nego zadovoljan, više sam zadovoljan nego nezadovoljan, veoma sam zadovoljan) U prikazu rezultata i u izradi predikcionog modela grupisani su odgovori: ne uopšte nisam zadovoljan i više sam nezadovoljan nego zadovoljan- 1. grupa, više sam zadovoljan nego nezadovoljan, veoma sam zadovoljan - 2. grupa. (16) (Upitnik 2, Prilog 5) Ispunjenost očekivanja uspeha operacije u odnosu na stepen postignutog poboljšanja merena pitanjem: Da li su Vaša očekivanja ispunjena ishodom operativnog lečenja u odnosu na stanje pre operacije u odnosu na stepen poboljšanja? (potpuno poboljšanje, delimično poboljšanje, bez poboljšanja, moje tegobe su sada još veće) (16). (Upitnik 2, Prilog 5)

U sklopu upitnika dobijeni su podaci o povratku na posao (vratio/la sam se bez ograničenja-1, vratio/la sam se uz ograničenja -2, uz modifikaciju radnog mesta -3, promenio/la sam radno mesto - 4, nisam se vratio/la -5, dobio/la sam otkaz - 6, penzionisao/la sam se - 7). (Upitnik 2, Prilog 5). U prikazu rezultata i u izradi predikcionog modela odgovori su klasifikovani na sledeći način: u binarnoj odluci vratio/la sam se na posao (klasa 1), grupisani su bolesnici koji su dali odgovor 1, 2, 3, 4, a u grupi bolesnika koji se nisu vratili (klasa 2) smatrali smo odgovore pod br. 5. Bolesnici koji su imali odgovor 6, penzionisani su zbog ispunjenih zakonskih uslova za sticanje starosne penzije a bolesnici koji su dobili otkaz (odgovor 7) imali su ugovore na određeno vreme koji je istekao. Razlozi zbog kojih se ovi bolesnici nisu vratili na posao nisu bili povezani sa operacijom diskus lumbalne diskus hernije i faktora rizika koje su ispitivane u ovoj studiji, te nisu ušli u predikcioni model

U binarnoj odluci promene radnog mesta podaci su grupisani na sledeći način: nisam promenio/la radno mesto (klasa 1) uzeli smo odgovor 1, a u grupi bolesnika promenio/ la sam radno mesto (klasa 2) upotrebili smo odgovore pod brojem 2, 3, 4.

Statistička obrada podataka

U statističkoj analizi faktora rizika korišćen je standardni IBM SPSS Statistics 21 paket za Windows. Za parametrijska obeležja izračunavana je aritmetička sredina i standardna devijacija (SD). Zavisnost kategoričkih obeležja ispitivana je Pearsonovim χ^2 testom i Fisherovim testom. Statistička značajnost posmatrana je na nivou $p < 0,05$. Prikazi podataka su dati pomoću deskriptivnih statističkih metoda tabelarno i grafički.

Pomoću tehnika mašinskog učenja namenjenih rešavanju klasifikacionih problema u softverskom paketu Weka (vezija 3,6) formirani su prognostički modeli za predviđanje ishoda nakon operativnog lečenja u smislu povratka na posao kao i modeli za predviđanje ishoda promene radnog mesta ispitanika. U oba slučaja ishod bio je predstavljen kao binarna odluka u klasnim labelama: 1- povratak na posao, 0- nepovratak, odnosno u drugoj grupi modela 1- isto radno mesto, 0 labela – promena radnog mesta.

Metodologija kreiranja predikcionih modela

Pomoću predikcionih modela određivani su faktori rizika koji su se pokazali značajnim za povratak na posao svih operisanih pacijenata i faktori rizika koji su se pokazali značajnim za promenu radnog mesta u grupi pacijenata koji su se vratili na posao. U izradi predikcionih modela korišćene su tri metode učenja: stabla odlučivanja (DT – decision tree), metod potpornih - podražavajućih vektora (SVM – Support Vector Mashines) i višeslojni perceptroni (MLP – Multilayer Perceptrons). Zbog nebalansiranosti trening skupa (svega 15 uzoraka u klasi nepovratka na posao), primenjen je tkz. CSC -cost sensitive klasifikator uvođenjem matrice cene (CM - cost matrix) koja je služila za balansiranje klasa dodeljivanjem težina uzorcima u skladu sa ukupnom cenom za datu klasu. (88) Na ovaj način penalizovane su greške pogrešne klasifikacije negativne klase (nepovratnika na posao), koje inače ne bi značajno uticale na tačnost klasifikatora zbog malog broja subjekata u ovoj klasi u odnosu na ukupnu veličinu trening skupa. Za svaki model prikazani su rezultati klasifikacije subjekata kada su u model bili uključeni svi atributi.

Pored toga, svaki model obučavan je takođe i nakon selekcije atributa. Za selekciju atributa korišćena je metoda Relief (89), (90), koja iterativno bira slučajan uzorak iz skupa, za njega traži K najbližih suseda iz iste klase i K najbližih suseda različite klase. Zatim se računaju razlike u vrednostima po svakom atributu u dva podskupa najbližih susueda i procenjuje se kako posmatrani atribut doprinosi razdvajanju klasa. Postupak se dalje ponavlja za sledeći slučajno izabran uzorak. Na kraju postupka se računa prosečan doprinos za razdvajanje klasa za svaki atribut, što nam daje mogućnost rangiranja atributa. Najbolji rezultati su postignuti selektovanjem 15 najbolje rangiranih atributa. Manji broj atributa je uticao na smanjenje tačnosti, što znači da u model nisu uključeni svi atributi kojima se postiže dobra

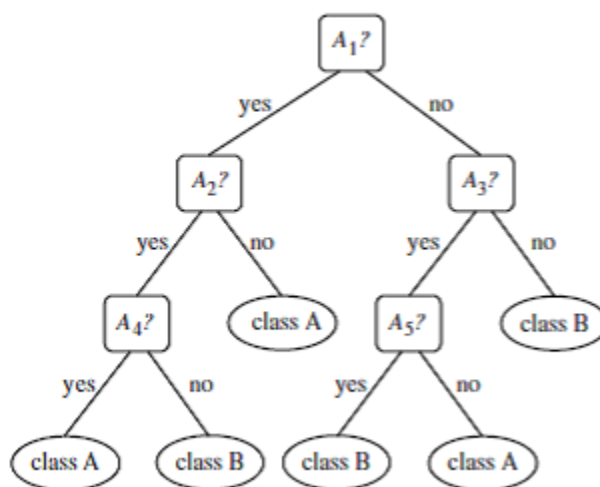
diskriminativnost među klasama. Veći broj selektovanih atributa je rezultovao modelom sličnih karakteristika kao i model koji se obučava na celom skupu atributa.

Selekcija atributa i balansiranje klasa omogućile su tačnije predviđanje u klasi negativnih ishoda (nepovratak na posao, odn. promena radnog mesta).

Za procenu stvarne stope greške modela korišćen je metod krosvalidacije. Krosvalidacija se bazira na ideji da se podaci za trening koriste i za izbor optimalnog modela i za procenu stvarne stope greške i ona prevazilazi problem nadprilagođavanja (eng. overfitting) trening podacima. Kod krosvalidacije sa K partcija obavlja se podela svih uzoraka na K jednakih partcija i obavlja se K eksperimenata. Za svaki od K eksperimenata, K-1 partcija se koristi za obuku (trening), a preostala jedna partcija za validaciju. Kod krosvalidacije se svi uzorci na raspolaganju koriste i za obuku i za testiranje. Procena stvarne stope greške se određuje kao prosečna vrednost greške dobijene za svaku partciju. U našoj analizi korišćena je desetostruka krosvalidacija, što je i ustaljena vrednost u praksi (K=10) (80).

Stabla odlučivanja (DT)

Stabla odlučivanja (DT) svrstavaju se u metode mašinskog učenja kojima se odlučivanje obavlja transparentno za samog korisnika, pružajući pogodnu vizualizaciju procesa odlučivanja (Slika 10). Kod standardnih algoritama koji se koriste za konstrukciju stabla odlučivanja (kao što je CART- *Classification and regression tree*) odluka za svaki uzorak donosi se na osnovu jedne moguće putanje kroz stablo, koja vodi ka konačnoj klasifikacionoj odluci. U ovom radu je korišćen algoritam C4.5 (91).

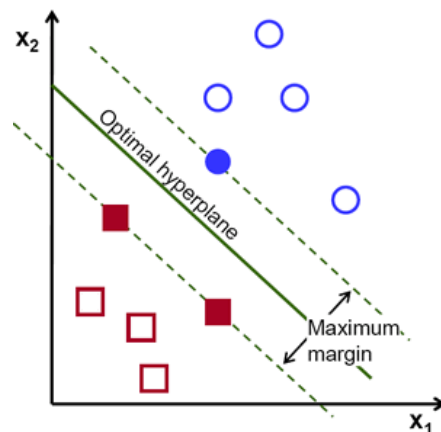


Slika 10¹⁰- Stablo odlučivanja

¹⁰ Izvor: Crnojević V. Prepoznavanje oblika za inženjere Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka; 2014.

Metod potpornih vektora (SVM)

Metod potpornih vektora (SVM) je tehnika nadgledanog učenja zasnovana na ideji linearnog razdvajanja podataka u višedimenzionalnim prostorima (Slika 11). SVM model predstavlja uzorke kao tačke u prostoru, mapirane tako da uzorci različitih klasa budu razdvojeni što je moguće većom marginom između sebe. Novi uzorci se zatim mapiraju na taj isti prostor i u zavisnosti od toga sa koje strane margine se nalaze, bivaju dodeljeni jednoj ili drugoj klasi. Prema tome, SVM spadaju u neprobabilističke binarne linearne klasifikatore. Optimalna hiperravan razdvajanja pronalazi se na osnovu trening skupa i podrazumeva utvrđivanje hiperravni koja je najviše udaljena od svih trening uzoraka. Optimalna hiperravan biće hiperravan sa najvećom marginom, pri čemu se margina definiše kao minimalno rastojanje između uzoraka i površine odlučivanja (91).

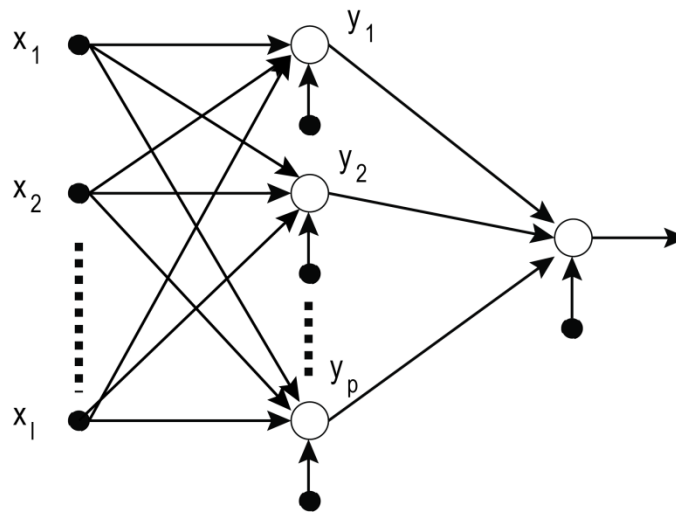


Slika 11¹¹ - Potporni vektori

Višeslojni perceptroni

Višeslojni perceptroni modeli (MLP) su mreže sa direktnim dejstvom (eng. feed-forward), bez povratne sprege, sačinjene od jednostavnih jedinica za obradu i bar jednog skrivenog sloja (Slika 12). Svaka jedinica za obradu funkcioniše na sličan način kao perceptron, s tim da je step funkcija aktivacije zamenjena diferencijabilnom nelinearnom funkcijom. Veoma važno svojstvo MLP je nelinearnost u skrivenom sloju čime je omogućena klasifikacija podataka koji nisu linearno separabilni. MLP koristi tehniku nadgledanog učenja, algoritam propagacije unazad kojim se utvrđuju težinski koeficijenti i na taj način karakteriše MLP klasifikator (91).

¹¹ Izvor: Crnojević V. Prepoznavanje oblika za inženjere Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka; 2014.



Slika 12¹²- Višeslojni perceptron

Procena performansi klasifikatora

Kada su modeli razvijeni neophodno je utvrditi performanse obučениh klasifikatora. Za prikaz performansi pojedinačnih algoritama korišćene su matrice konfuzije na osnovu kojih su dobijene sledeće mere: preciznost, senzitivnost, specifičnost i tačnost (tabela 2).

Tabela 2 - Tabela klasifikacije

		Vrednosti izlazne promenljive (predviđene)	
		1	0
Vrednosti izlazne promenljive (posmatrane)	1	TP	FN
	0	FP	TN

TP - true positive, broj uzoraka klase 1 koji su ispravno klasifikovani

FP - false positive, broj uzoraka klase 0 koji su pogrešno klasifikovani kao uzorci klase 1

TN - true negative, broj uzoraka klase 0 koji su ispravno klasifikovani

FN - false negative, broj uzoraka klase 1 koji su pogrešno klasifikovani kao uzorci klase 0

¹² Izvor: Crnojević V. Prepoznavanje oblika za inženjere Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka; 2014.

Na osnovu ovih vrednosti utvrđene se sledeće ocene klasifikatora (modela);

$$\text{Preciznost } p = \frac{TP}{TP+FP}$$

predstavlja pozitivnu prediktivnu vrednost testa i ukazuje na deo pozitivno klasifikovanih subjekata koji zaista pripadaju klasi Y=1

$$\text{Senzitivnost (sensitivity) } r = \frac{TP}{TP+FN}$$

odslikava mogućnosti testa da identifikuje ishode Y=1, odnosno verovatnoća da je ishod pozitivan i za pacijenta koji se neće vratiti na posao (true positive rate)

$$\text{Specifičnost} = \frac{TN}{TN+FP}$$

odslikava mogućnosti testa da identifikuje ishode Y=0, odnosno verovatnoća da je ishod negativan i za pacijenta koji se neće vratiti na posao (true negative rate)

$$\text{Tačnost} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

ukoliko je tačnost klasifikatora, odnosno modela, jednaka 1 (100%) onda dati model ispravno predviđa sve vrednosti.

Za procenu tačnosti često se koristi i F-mera (eng. F-score) koja predstavlja harmonijsku srednju vrednost preciznosti i osetljivosti

$$F - score = 2 * \frac{p * r}{p + r}$$

Pored ovih parametara (preciznost, senzitivnost, specifičnost, tačnost) za svaki model se na osnovu ROC krive (eng. Receiver Operating Characteristic Curve), izračunava vrednost površine ispod krive - AUC (Area Under Curve). ROC kriva je grafička tehnika koja se koristi za evaluaciju binarnih klasifikatora za razne vrednosti praga odlučivanja. Dobija se tako što se za sve

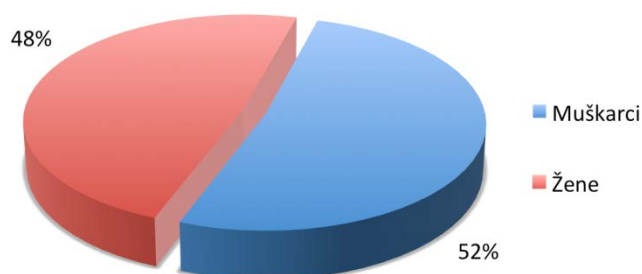
vrednosti praga odlučivanja (od 0 do 1) prikazuje odnos senzitivnosti i specifičnosti. Ukoliko je $AUC=0.5$ performanse klasifikatora jednake su odabiru klasa na slučaj što primenu modela čini besmislenim, $AUC>0.7$ ukazuje na dobru klasifikaciju, $AUC>0,8$ odličnu klasifikaciju, dok se model s AUC iznad 0,9 smatra izvanrednim klasifikatorom (90).

Rezultati

U studiju je uključeno 200 bolesnika. Zbog recidivne hernijacije na istom nivou u periodu od 12 meseci nakon operativnog lečenja isključeno je 4 ispitanika, 1 ispitanik zbog hernijacije diskusa na drugom nivou, 2 ispitanika zbog kasnih postoperativnih komplikacija, dok je 5 ispitanika isključeno zbog razvoja druge bolesti koje su potencijalno imale uticaj na radnu sposobnost. Izgubljeno je 35 bolesnika zbog promene adrese stanovanja, promene kontakta i neodazivanja na kontrolni pregled nakon operativnog lečenja. Ukupno 153 bolesnika uzeto je u analizu i statističku obradu podataka.

Osnovne demografske karakteristike ispitanika

Grupu ispitanika je činilo 79 osoba muškog pola (51,6%) i 74 osoba ženskog pola (48,4%). (Grafikon 1).

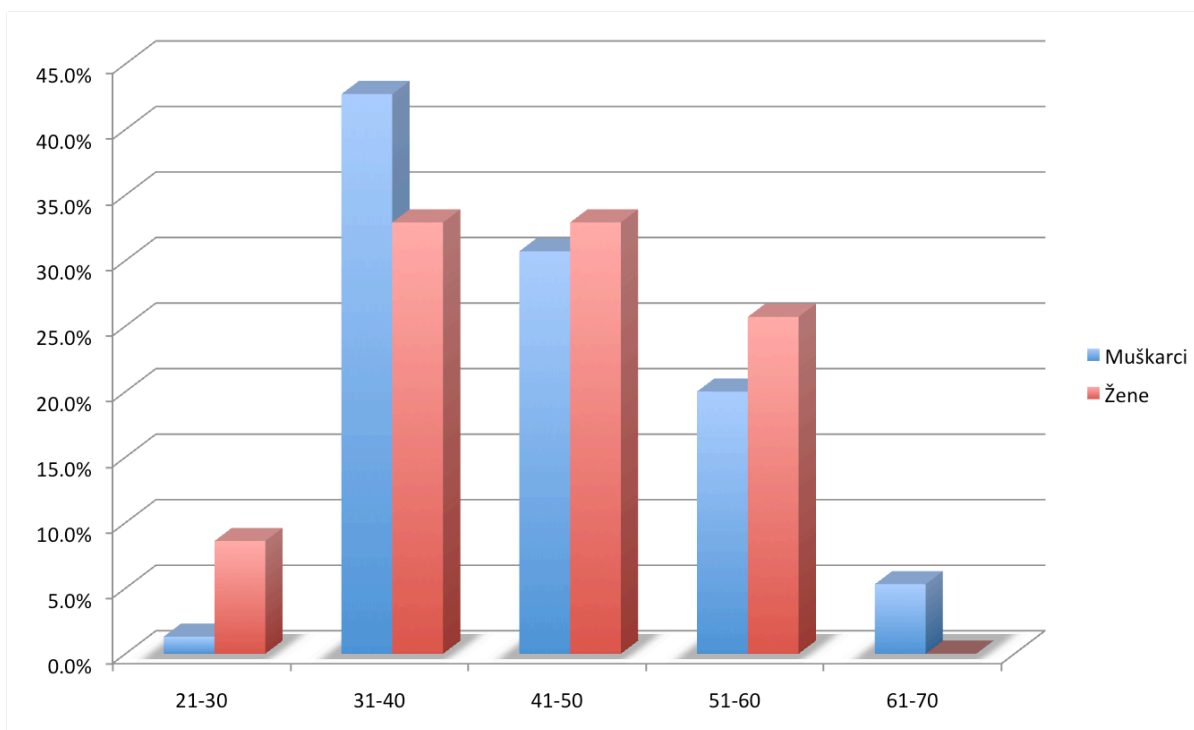


Grafikon 1: Polna struktura grupe ispitanika uključenih u studiju

Hi kvadrat test nije pokazao statistički značajnu razliku u frekvencijama između muškaraca i žena u posmatranoj grupi bolesnika. ($\chi^2=0,163$, $df=1$, $p=0,686$, $p<0.05$).

Prosečna starost bolesnika bila je $43,04 \pm 9,43$ godina, u rasponu od 26 do 64 godine. Osobe muškog pola u proseku su imale $43,44 \pm 9,98$ godine života (u rasponu od 26 do 64 godine), a žene $42,61 \pm 8,85$ godina (u rasponu od 23 do 60 godina).

Starosna distribucija ispitanika po polu prikazana je grafički (Grafikon 2).



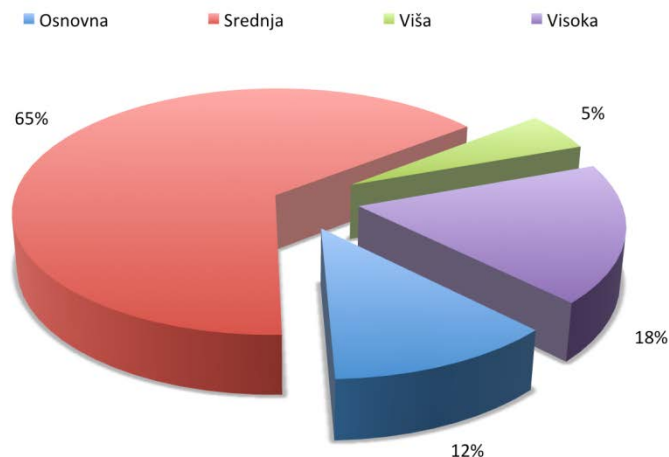
Grafikon 2: Starosna distribucija ispitanika po polu

Osnovne profesionalne karakteristike ispitanika

Ukupni radni staž ispitivane grupe iznosio je u proseku $18,24 \pm 9,88$ godine (u rasponu od 2 do 38 godina). Za muškarce prosečna vrednost ukupnog radnog staža iznosila je $19,08 \pm 10,17$ godina (u rasponu od 2 do 38 godina) a za žene $17,35 \pm 9,54$ (u rasponu od 3 do 36 godina).

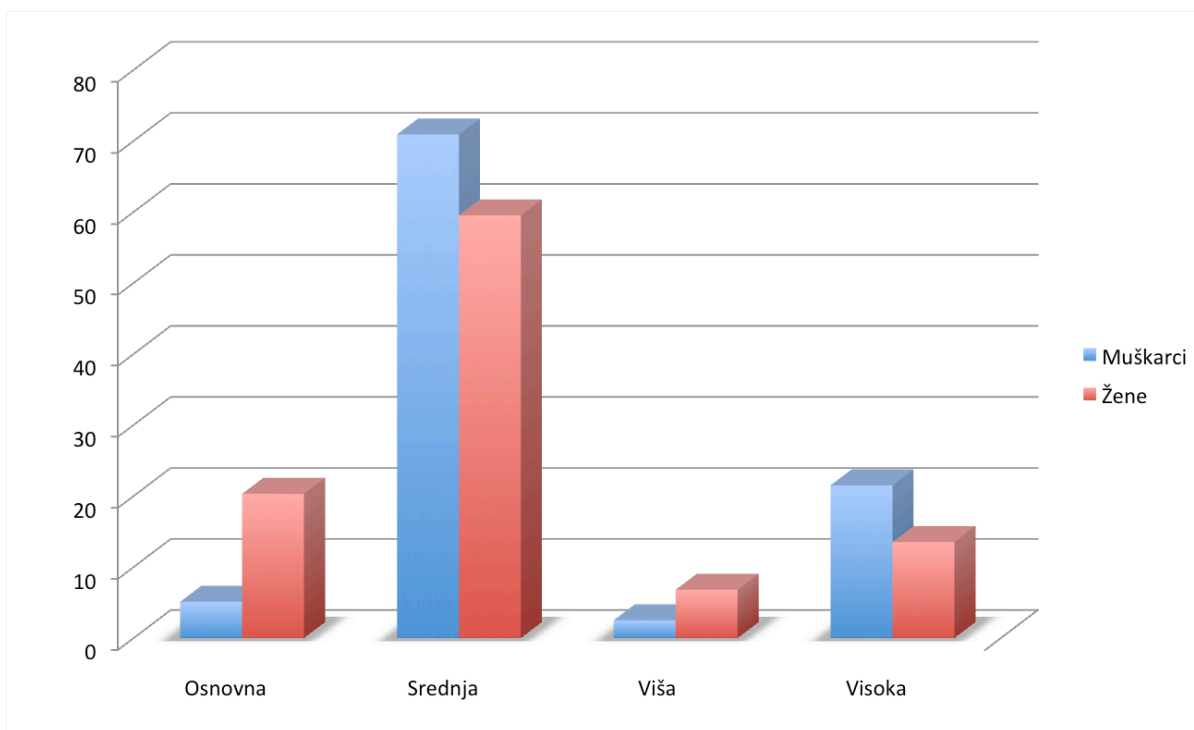
Dužina radnog staža na aktuelnom radnom mestu pre operacije iznosila je u proseku $13,46 \pm 9,46$ (u rasponu od 1 do 38 godina), kod muškaraca $14,29 \pm 10,32$ godine, a kod žena $12,57 \pm 8,43$ godina.

U ispitivanoj grupi bolesnika, školska sprema kategorisana je na osnovnu, srednju, višu i visoku. Registrovano je 19 osoba sa osnovnim, 100 sa srednjim, 7 sa višim i 27 sa visokim obrazovanjem. (Grafikon 3).



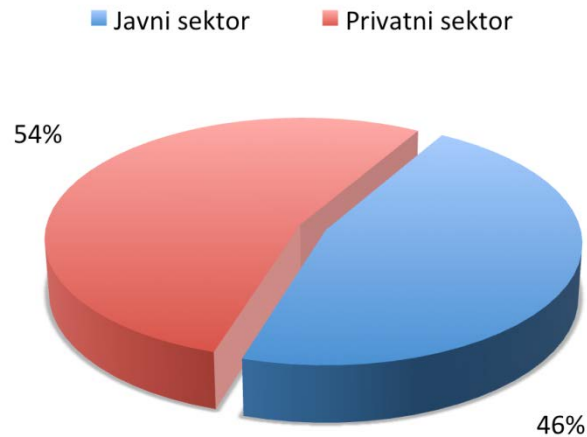
Grafikon 3: Struktura ispitanika prema školskoj spremi

Distribucija školske spreme ispitanika prema polu data je grafički (Grafikon 4).



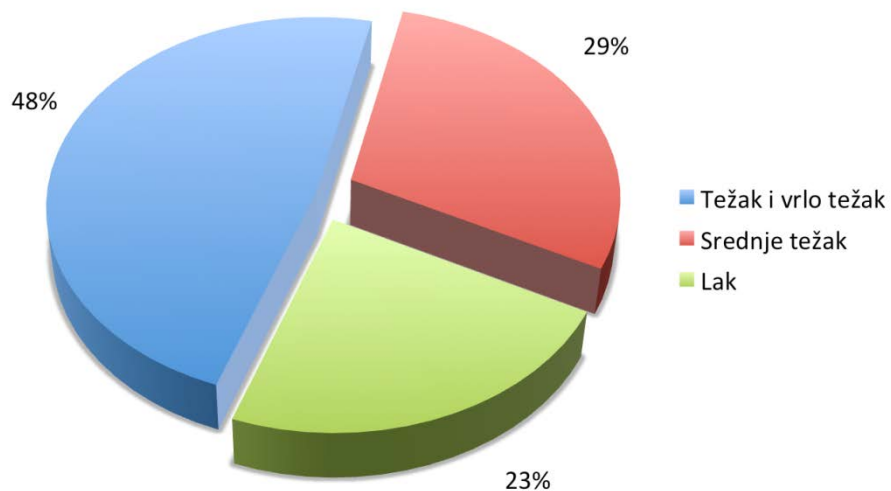
Grafikon 4: Distribucija frekvencije ispitanika po polu i po školskoj spremi

Sektor radne organizacije prema vlasništvu u kojem su ispitanici bili zaposleni grupisan je na javni i privatni. U javnom sektoru bila je zaposlena 71 osoba (46,4%) a 82 osobe (53,6%) radile su u privatnom sektoru.



Grafikon 5: Struktura ispitanika u odnosu na sektor radne organizacije prema vlasništvu

Bolesnici koji su operisani zbog lumbalne diskus hernije, na radnom mestu, na kojem su radili pre operativnog lečnja, prema fizičkom opterećenju kategorisani su u lak, srednje težak, težak i vrlo težak fizički rad. Grupa bolesnika koja je obavljala težak i vrlo težak rad, grupisana je u jednu zajedničku grupu. Na Grafikonu br 6 prikazana je struktura ispitanika u odnosu na njihovu kategoriju fizičkog opterećenja na radnom mestu.



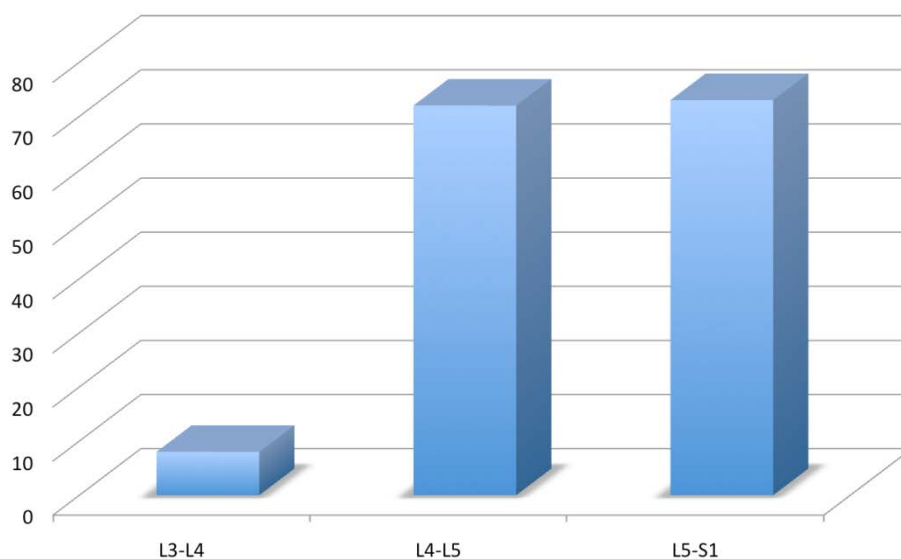
Grafikon 6: Struktura ispitivane grupe u odnosu na zastupljenost određenih kategorija fizičkog opterećenja na poslu koji su obavljali pre operativnog lečnja

Hi kvadrat test pokazuje da postoji statistički značajna razlika između tri grupe koje su podeljene prema kategoriji fizičkog opterećenja. ($\chi^2=14,863$, $df=2$, $p=0.001$, $p<0,01$).

Prisustvo vibracija sa radnog mesta koje se prenose na celo telo bilo je prisutno kod 31 osobe (20,3%), dok kod 122 ispitanika (79,7%) prisustvo ove štetnosti nije prijavljeno.

MRI karakteristike LS kičme ispitanika

Diskus hernija je kod 72 bolesnika (47,1%) bila na nivou L4-L5, kod 73 bolesnika (41,7%) na nivou L5-S1, dok je na nivou L3-L4 bila zastupljena kod 8 bolesnika (5,2%). (Grafikon 7)

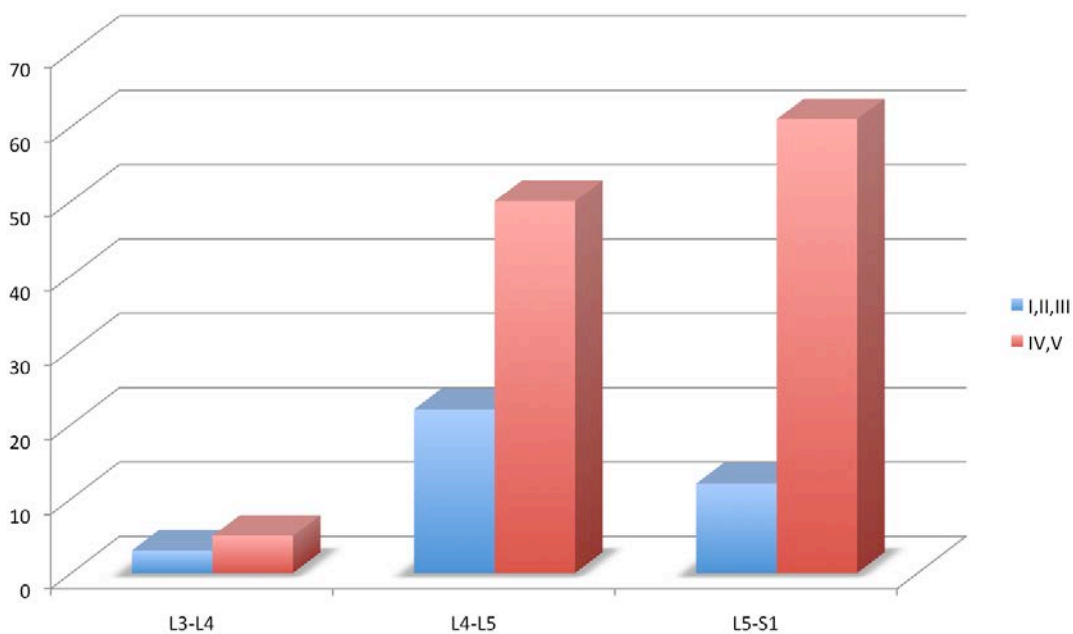


Grafikon 7: Frekvencija hernijacije intervertebralnih diskusa, kod bolesnika ispitivane grupe, po nivoima

Diskus na kojem je nastala hernijacija, označili smo kao simptomatski diskus. Frekvencija degenerativnih promena IVD klasifikovanih Firmanovim (Phirmann) sistemom gradacije, na simptomatskim diskusima (N=153), po nivoima, prikazane su tabelarno i grafički (Tabela 3, Grafikon 8).

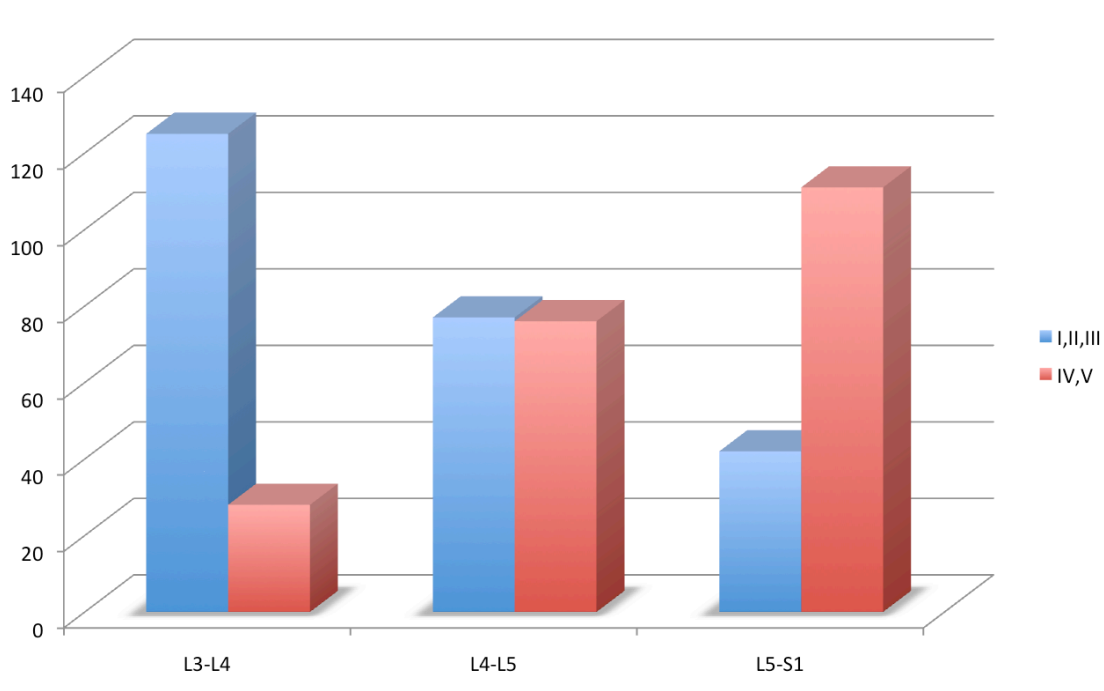
Tabela 3 - Degenerativne promene simptomatskih intervertebralnih diskusa (IVD), stepena I,II,III i IV, V po Firmanovoj MRI gradaciji

Simptomatski nivo	Degenerativne promene simptomatskog IVD		Ukupno
	I,II,III, st. degeneracije	IV,V st. degeneracije	
L3-L4	3 (37,5%)	5 (62,5%)	8
L4-L5	22 (30,6%)	50 (69,4%)	72
L5-S1	12 (16,4%)	61(83,6%)	73
Ukupno	37 (24,2%)	116 (75,8%)	153 (100,0%)



Grafikon 8: Frekvencija degenerativnih promena, simptomatskih intervertebralnih diskusa (IVD), stepena I,II,III i IV, V po Firmanovoj MRI gradaciji, po nivoima

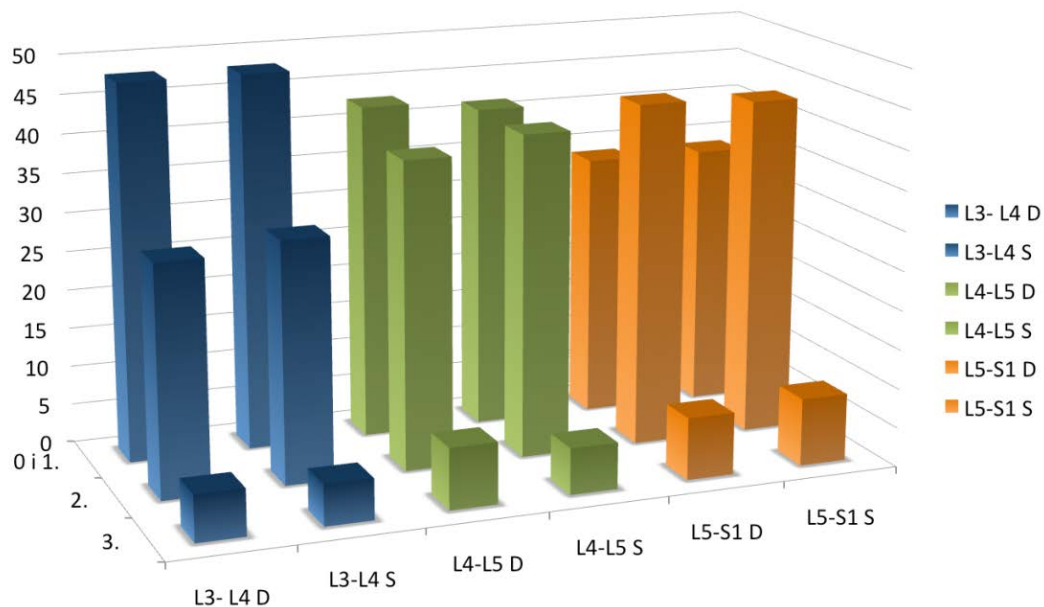
Učestalost degenerativnih promena IVD, klasifikovanih Firmanovom (Phirmann) metodom, na jednom simptomatskom i dva asimptomatska diskusa (N=459), za svakog bolesnika, po nivoima, prikazana je grafički. (Grafikon 9).



Grafikon 9: Frekvencija degenerativnih promena intervertebralnih diskusa (IVD), stepena I,II,III i IV,V po Firmanovoj MRI gradaciji, za sva tri posmatrana diskusa (1 simptomatski i 2 asimptomatska), po nivoima kod svih bolesnika ispitivane grupe.

Na nivou L3-L4 degenerativne promene IVD stepena I,II,III imalo je 125 (81,7%) bolesnika, a IV i V stepena 28 (18,3%). Na nivou L4-L5 degenerativne promene I,II,III stepena registrovano je kod 77 (50,3%) osoba a IV i V stepena kod 76 (49,7%) osoba. Na nivou L5-S1 42 (27,5%) bolesnika imalo je degenerativne promene I,II,III stepena a 111 (72,5%) IV i V stepena degeneracije.

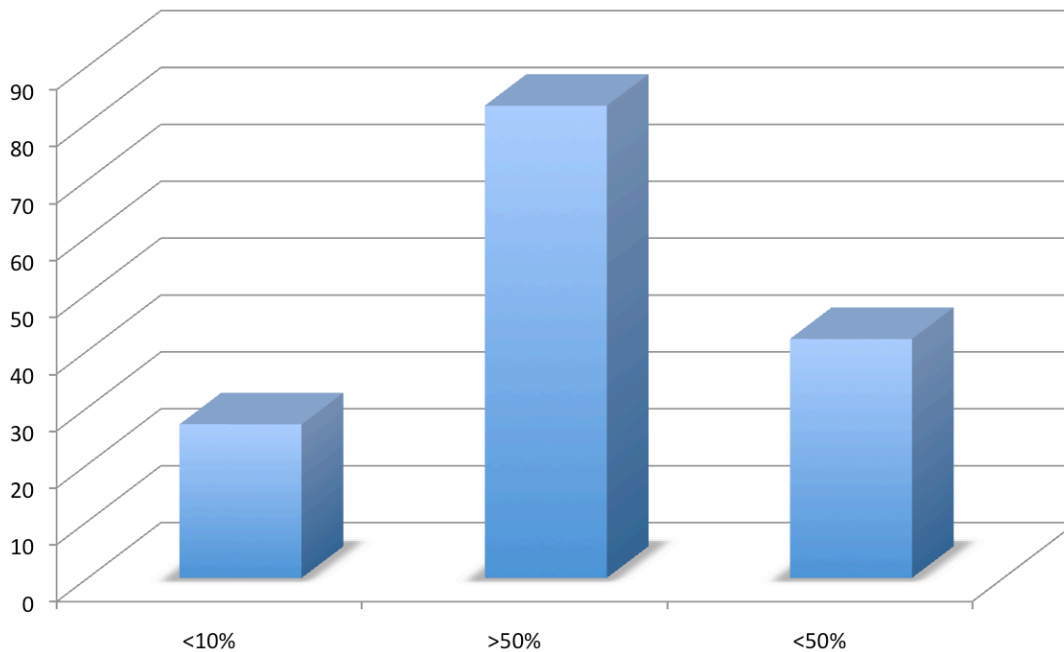
Učestalost degenerativnih promena fasetnih zglobova, levog i desnog (S/D) fasetnog zgloba, prema Vajshauptu (Weishaupt), na nivou L3-L4, L4-L5, L5-S1, prikazana je grafički (N=306) (Grafikon 10).



Grafikon 10: Frekvencija degenerativnih promena oba fasetna zgloba (levog i desnog), 0 i 1, 2, 3. stepena po MRI gradaciji Vajshaupta, za sva tri posmatrana nivoa, kod svih bolesnika ispitivane grupe

Frekvencija bolesnika koji su imali degenerativne promene fasetnih zglobova 0 i 1 stepena na nivou L3-L4(S/D) činila je 48%/48%, 2. stepena 30,7%/29,4%, a degenerativne promene 3. stepena 5,2%/5,9%. Na nivou L4-L5(S/D) 42,8%/41,8%, promene 2. stepena 41,2%/39,2%, a 3. stepena 5,9%/7,8%. Na nivou L5-S1(S/D) 33,6%/33,6% bolesnika imalo je 0 i 1. stepen degenerativnih promena, 2. stepen 43,1%/43,8% i 8,6%/7,9% bolesnika promene 3. stepena.

Učestalost bolesnika sa lumbalnom diskus hernijom grupisanih prema masnoj infiltraciji paraspinalne muskulature, klasifikovane po Kjaru(Kjaar), u odnosu na zastupljenost masne infiltracije <10%, 10-50%, >50%, kod (Grafikon 11).



Grafikon 11: Frekvencija bolesnika grupisanih prema zastupljenosti masne infiltracije paraspinalne muskulature lumbalnog segmenta, <10%, 10-50%, >50%, po Kjaaru

Masno tkivo sa zastupljenošću do 10% imalo je 27 (17,8%) osoba, od 10% do 50% masne infiltracije paraspinalne muskulature 83 (54,2%) a preko 50% infiltracije 42 osobe (27,6%).

Frekvencija degenerativnih promena fasetnih zglobova i degenerativnih promena IVD, po nivoima prikazana je tabelarno. (Tabela 4, 5, 6)

Tabela 4 - Frekvencija degenerativnih promena intervertebralnih diskusa (IVD) i desnoastranih fasetnih zglobova na nivou L3-L4

		Deg. prom. fasetnih zglobova L3-L4/D			Ukupno
		gradus 0 i 1	gradus 2	gradus 3	
Deg. prom. IVD L3L4	I, II, III stepen	87 (69,6%)	34 (27,2%)	4 (3,2%)	125 (100%)
	IV, V stepen	12 (42,85%)	11 (39,28%)	5 (17,85%)	28 (100%)
Ukupno		99 (64,70%)	45 (29,41%)	9 (5,88%)	153 (100%)

Pearsonov χ^2 test pokazuje da su na nivou L3-L4 učestalost degenerativnih promena fasetnih zglobova i degenerativnih promena IVD međusobno zavisna ($\chi^2= 12.019$, $df=2$, $p<0,002$).

Tabela 5 - Frekvencija degenerativnih promena intervertebralnih diskusa (IVD) i desnostranih fasetnih zglobova na nivou L4-L5

		Deg. prom. fasetnih zglobova			Ukupno
		L4-L5/D			
		gradus 0 i 1	gradus 2	gradus 3	
Deg. prom. IVD L4-L5	I, II,III stepen	50 (64,93%)	25 (32,46%)	2 (2,59%)	77 (100%)
	IV, V stepen	30 (39,47%)	36 (47,36%)	10 (13,15%)	76 (100%)
Ukupno		80 (52,28%)	61 (39,86%)	12 (7,84%)	153 (100%)

Pearsonov χ^2 test pokazuje da je na nivou L4-L5 učestalost degenerativnih promena fasetnih zglobova i degenerativnih promena IVD međusobno zavisna ($\chi^2= 12.311$, $df=2$, $p<0,002$).

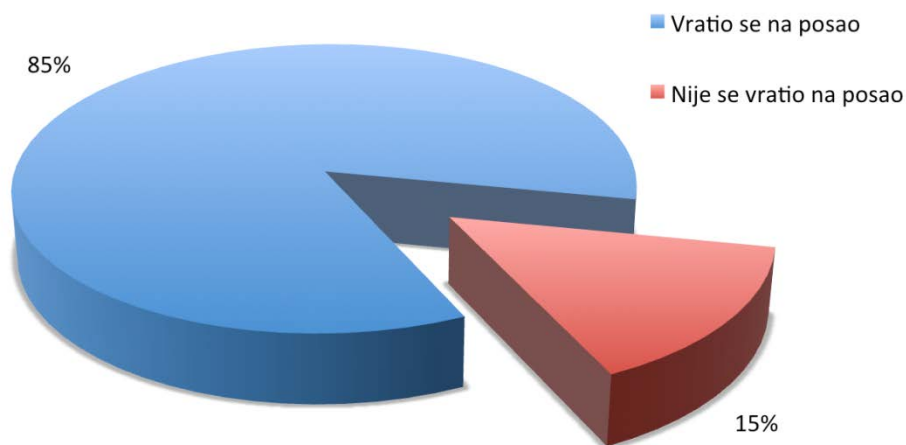
Tabela 6 - Frekvencija degenerativnih promena intervertebralnih diskusa (IVD) i desnostranih fasetnih zglobova na nivou L5-S1

		Deg. prom. fasetnih zglobova L5-S1/D			Ukupno
		L5-S1/D			
		gradus 0 i 1	gradus 2	gradus 3	
Deg. prom. IVD L5-S1	I, II,III stepen	25 (59,52%)	17(40,47%)	0	42 (100%)
	IV, V stepen	46 (41,44%)	52 (46,84%)	13 (11,71%)	111 (100%)
Ukupno		71 (46,4%)	69 (45,09%)	13 (8,49%)	153 (100%)

Pearsonov χ^2 test pokazuje da je na nivou L5-S1 učestalost degenerativnih promena fasetnih zglobova i degenerativnih promena IVD međusobno zavisna ($\chi^2= 7.340$, $df=2$, $p<0,025$).

Povratak na posao nakon operativnog lečenja

Nakon operativnog lečenja 130 (85%) bolesnika se vratilo na posao a 15 bolesnika (9,8%) se nije vratilo na posao unutar 12 meseci praćenja. Penzionisalo se 3 bolesnika a 5 ih je dobilo otkaz tokom trajanja privremene sprečenosti za rad.(Grafikon 12, Grafikon 13)

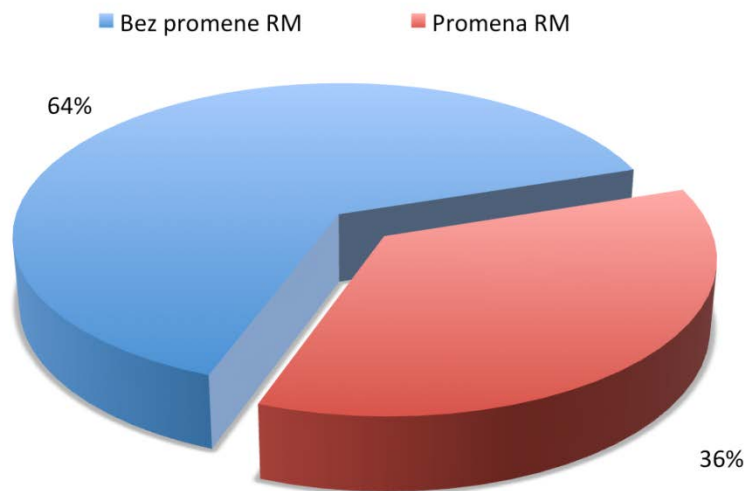


Grafikon 12: Udeo bolesnika u ispitivanoj grupi, koji se nisu vratili na posao nakon operativnog lečenja

Tabela 7 - Frekvencija ispitanika podeljenih prema vremenu povratka na posao nakon operativnog lečenja, i bolesnika koji se nisu vratili na posao, dobili su otkaz ili su penzionisani

Povratak na posao nakon operativnog lečenja	Br. ispitanika	%
2-4 meseca	75	49,0
5-6 meseci	33	21,6
6-12 meseci	22	14,4
nisam se vratio/la	15	9,8
otkaz	5	3,3
penzija	3	2,0
Ukupno	153	100,0

U grupi bolesnika koja se vratila na posao, 84 (64%) ispitanika nastavilo je da obavlja posao koji je obavljao pre operativnog lečenja, a 46 (35,4%) ispitanika je promenilo radno mesto. (Grafikon 13)



Grafikon 13: Udeo bolesnika, u ispitivanoj grupi, koji su promenili radno mesto nakon operativnog lečenja

Uporedna analiza profesionalnih faktora i povratak na posao

U nastavku statističke obrade, analize su vršene na uzorku od 145 bolesnika. Bolesnici kod kojih je došlo do prekida radnog odnosa zbog isteka ugovora o radu u periodu od 12 meseci nakon operativnog lečenja i bolesnici koji su tokom perioda prećenja ispunili zakonske uslove za penziju bili su isključeni.

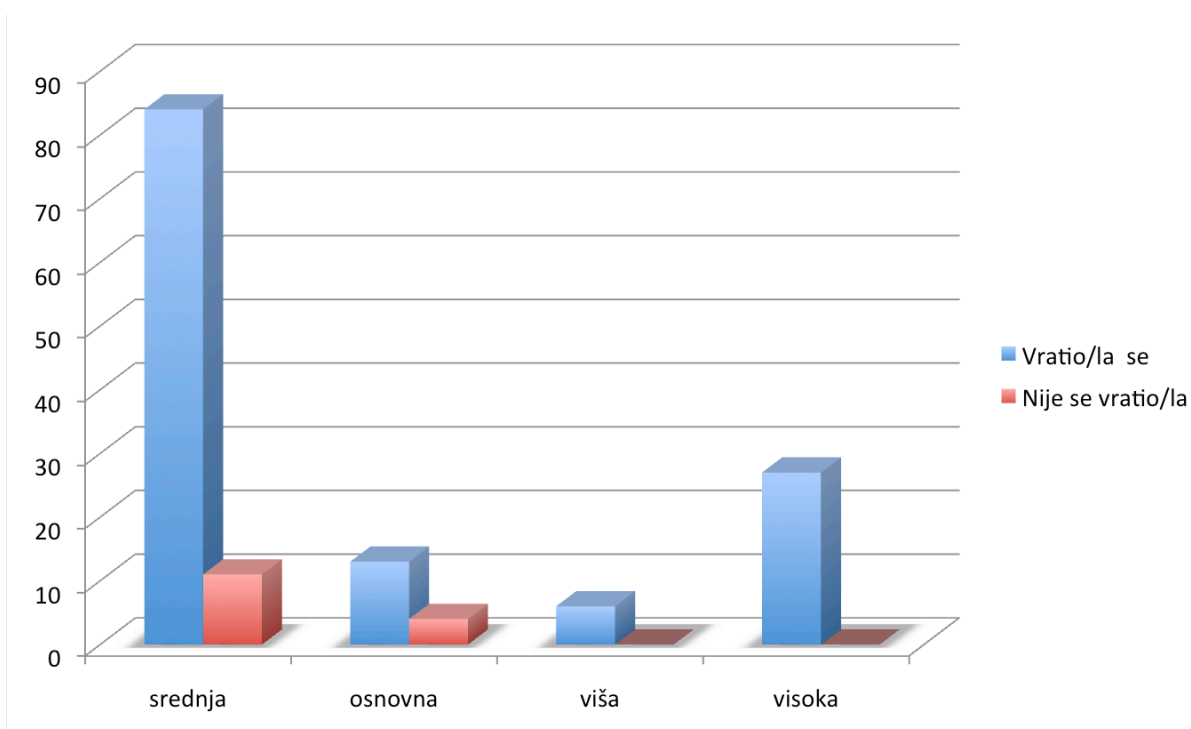
Školska sprema ispitanika i povratak na posao

Frekvencija ispitanika u odnosu na dužinu privremene radne nesposobnosti nakon operativnog lečenja, prema školskoj sprema prikazana je tabelarno i grafički. (Tabela 8, Grafikon 14)

Tabela 8 - Frekvencija ispitanika u odnosu na školsku spremu, koji su se vratili na posao, podjeljeni u grupe prema vremenu povratka, i ispitanici koji se nisu vratili na posao

Povratak na posao	Školska sprema ispitanika				Ukupno
	osnovna	srednja	viša	visoka	
2-4 meseca	10 (13,3%)	41 (54,66%)	3 (4,0%)	21 (28,0%)	75 (100%)
5-6 meseci	2 (6,06%)	25 (75,75%)	2 (6,06%)	4 (12,12%)	33 (100%)
7-12 meseci	1 (4,54%)	18 (81,81%)	1 (4,54%)	2 (9,09%)	22 (100%)
nisam se vratio/la	4 (26,66%)	11 (73,33%)	0	0	15 (100%)
Ukupno	17 (11,72%)	95 (65,51%)	6 (4,13%)	27(18,62%)	145(100%)

Pearsonov χ^2 test nije pokazao statistički značajnu zavisnost školske spreme ispitanika i njihovog povratka na posao ($\chi^2= 16.886$, $df=9$, $p=0,051$, $p>0,05$).



Grafikon 14: Povratak na posao i školska sprema ispitanika

Pol ispitanika i povratak na posao

Frekvencija ispitanika prema polu u odnosu na povratak na posao prikazana je tabelarno (Tabela 9).

Tabela 9 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na pol ispitanika

		Povratak na posao				Ukupan br. ispitanika
		2-4 meseca	5-6 meseci	6-12 meseci	nisam se vratio/la	
Pol	muško	44 (58,66%)	16 (21,33%)	10 (1,33%)	5 (6,66%)	75(100%)
	žensko	31 (44,28%)	17 (24,28%)	12 (17,14%)	10 (14,2%)	70(100%)
Ukupan br. ispitanika		75 (51,72%)	33 (22,75%)	22 (15,17%)	15 (10,34%)	145 (100%)

Pearsonov χ^2 test nije pokazao statistički značajnu zavisnost pola ispitanika i povratka na posao ($\chi^2=3,964$, $df=3$, $p=0.265$ $p>0,05$).

Godine života i povratak na posao

Frekvencija ispitanika prema godinama života, podeljenih u grupu bolesnika koji su imali manje od 40 godina života i one koji su imali preko 40 godina, u odnosu na povratak na posao prikazana je tabelarno (Tabela 10).

Tabela 10 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao prema godinama života

Povratak na posao	Godine života		Ukupno
	<40	>40	
vratio/la sam se	59 (45,38%)	71 (54,61%)	130 (100%)
nisam se vratio/la	3 (20%)	12 (80%)	15 (100%)
Ukupno	62 (42,75%)	83 (57,245)	145 (100%)

Pearsonov χ^2 test nije pokazao statistički značajnu zavisnost između godina života ispitanika i njihovog povratka na posao ($\chi^2=3,54$, $df=1$, $p=0,059$, $p>0,05$).

Frekvencija ispitanika prema godinama života, podeljenih u grupu bolesnika koji su imali manje od 40 godina života i one koji su imali preko 40 godina, u odnosu na promenu radnog mesta, prikazana je tabelarno (Tabela 11).

Tabela 11 - Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na godine života

Radno mesto (RM)	Godine života		Ukupno
	<40	>40	
isto RM	44 (51,76%)	41 (48,23%)	85 (100%)
promena RM	15 (33,33%)	30 (66,67%)	45(100%)
Ukupno	59 (45,38%)	71 (54,61%)	130(100%)

Pearsonov χ^2 test je pokazo da životna dob ispitanika preko 40 godina statistički značajano utiče na promenu radnog mesta ($\chi^2=4,033$, $df=1$, $p=0,02$, $p>0,05$).

Tip radne organizacije prema vlasništvu i povratak na posao

Tipovi radne organizacije prema vlasništvu u kojem su ispitanici bili zaposleni, podeljen na javni i privatni. Frekvencija ispitanika prema tipu preduzeća u odnosu na povratak na posao, odnosno promenu prethodnog radnog mesta data je tabelarno.(Tabela 12, 13.)

Tabela 12 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na tip preduzeća prema vlasništvu

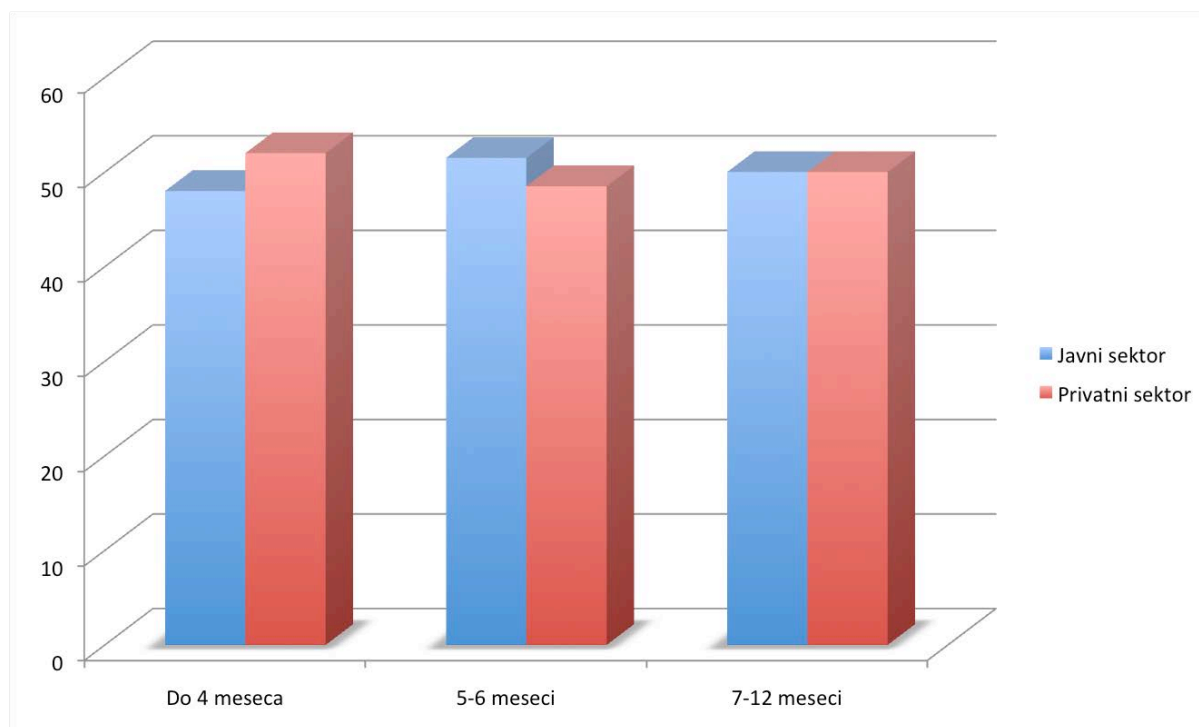
Povratak na posao	Sektor RO		Ukupno
	javni	privatni	
vratio/la sam se	64 (49,23%)	66 (50,76%)	130
nisam se vratio/la	6 (40%)	9 (60%)	15
Ukupno	70 (48,27%)	75 (51,72%)	145 (100%)

Tabela 13 - Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na tip preduzeća prema vlasništvu

Radno mesto (RM)	Sektor RO		Ukupno
	javni	privatni	
isto RM	41 (48,23%)	44 (51,76%)	85 (65,38%)
promena RM	23 (51,11)	22 (48,88%)	45 (34,61%)
Ukupno	64 (49,23%)	66 (50,77%)	130 (100%)

Tip preduzeća prema vlasništvu, podeljen na javni i privatni nije pokazao statistički značajan uticaj na povratak na posao ($\chi^2=0,459$, $df=1$, $p=0,49$) kao ni uticaj na promenu radnog mesta posmatrajući grupu koja se vratila na posao. ($\chi^2=0,097$, $df=1$, $p=0,75$, $p>0,05$).

Dužina trajanja privremene radne nesposobnosti nakon operativnog lečenja u odnosu na tip preduzeća prema vlasništvu data je grafički (Grafikon 15).

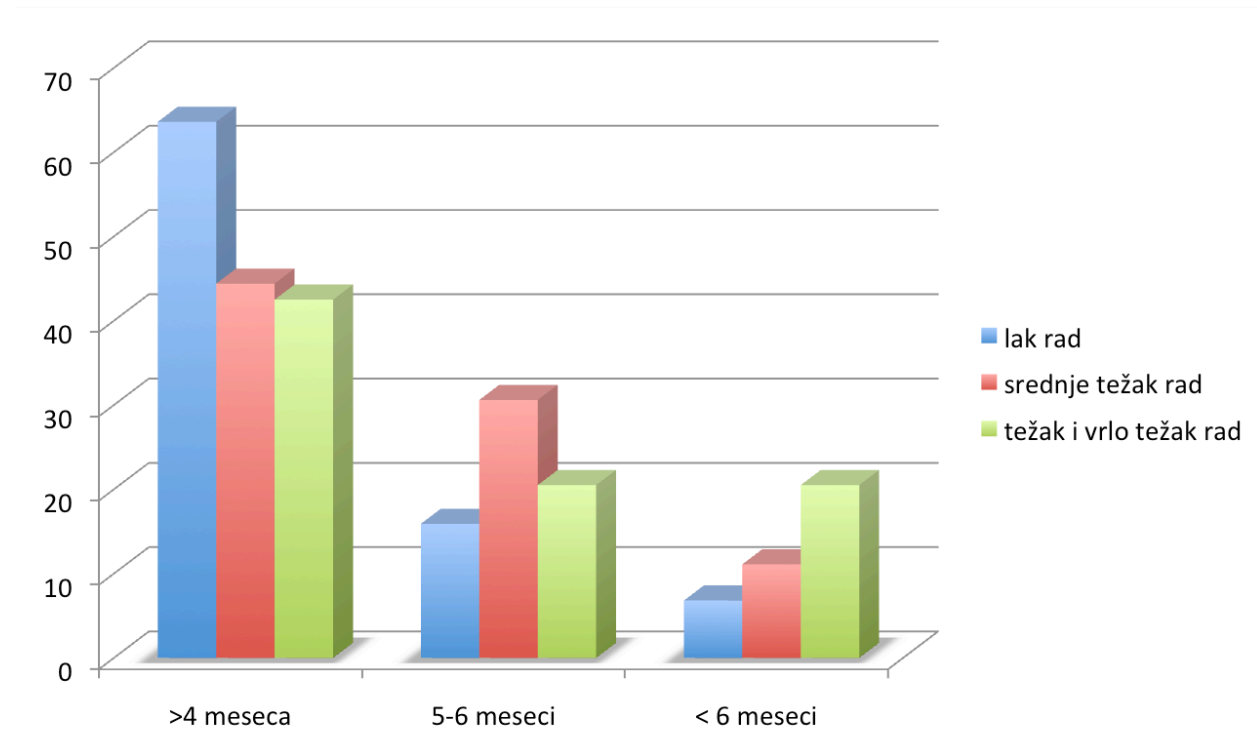


Grafikon 15: Frekvencija bolesnika prema dužini trajanja privremene radne nesposobnosti nakon operacije i tipu preduzeća prema vlasništvu

Nema statistički značajne razlike u dužini privremene radne nesposobnosti nakon operativnog lečenja u odnosu na privatni ili javni sektor ($\chi^2=5,320$, $df=5$, $p=0,378$ $p>0,05$).

Fizičko opterećenje na poslu i povratak na posao

Dužina privremene nesposobnosti za rad nakon operativnog lečenja, u odnosu na kategoriju fizičkog opterećenja na radnom mestu data je grafički (Grafikon 16).



Grafikon 16: Frekvencija bolesnika prema dužini trajanja privremene radne nesposobnosti nakon operacije i kategoriji fizičkog opterećenja

Kategorija fizičkog opterećenja nema statistički značajnog uticaja na dužinu privremene nesposobnosti za rad, nakon operativnog lečenja. ($\chi^2=11,912$, $df=10$, $p=0,29$, $p>0,05$).

Ispitanike smo podelili na dve grupe: bolesnike koji na svom radnom mestu sede preko 30% radnog vremena, bez rotacije i fleksije trupom kao i bez podizanja i nošenja, guranja, vučenja tereta i grupu bolesnika koja sedi manje od 30% radnog vremena, uz podizanje i nošenje, guranje, vučenje tereta i fleksiju, rotaciju trupom. Raspodela ispitanika iz ove dve grupe u odnosu na učestalost broja bolesnika koji su promenili radno mesto ili su se vratili na prethodni posao prikazana je tabelarno (Tabela 14)

Tabela 14 - Frekvencija bolesnika koji nisu promenili radno mesto i bolesnika koji su promenili radno mesto u odnosu na zahteve radnog mesta

Poslovi	Radno mesto (RM)		Ukupno
	isto RM	promena RM	
Sedenje <30%+podiz. tereta+ fleksija +rotacija	66 (62,26%)	40 (37,74%)	106
Sedenje >30%	19 (79,17%)	5 (20,83%)	24
Ukupno	85 (65,38%)	45 (34,62%)	130 (100%)

Fizičko opterećenje kategorije lak i srednje težak rad smo grupisali u jednu grupu a kategorije težak i vrlo težak u drugu grupu. Preraspodela ispitivane grupe prema ovoj podeli data je tabelarno (Tabela 15)

Tabela 15 - Frekvencija ispitanika određene kategorije fizičkog opterećenja

Kategorija fizičkog opterećenja	Br. ispitanika (%)
Lak i srednje težak	76 (52,4%)
Težak i vrlo težak	69 (47,6%)
Ukupno	145 (100%)

Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao prema kategoriji fizičkog opterećenja, pre operativnog lečenja, grupisana u lako i srednje teško i teško i vrlo teško fizičko opterećenje, data je tabelarno. (Tabela 16)

Tabela 16 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na kategoriju fizičkog opterećenja

Povratak na posao	Kategorija fizičkog opterećenja		Ukupno
	Lak i srednje težak	Težak i vrlo težak	
vratio/la sam se	69 (53,07%)	61 (49,92%)	130
nisam se vratio/la	7 (46,66%)	8 (53,33%)	15
Ukupno	76 (52,41%)	69 (47,59%)	145 (100%)

Posmatrajući povratak na posao i kategoriju fizičkog opterećenja nije nađena statistički značajna zavisnost između ove dve varijable ($\chi^2=0,222$, $df=1$, $p=0,63$).

Učestalost ispitanika koji su pre operativnog lečenja obavljali posao određene kategorije fizičkog opterećenja, grupisan u lak i srednje težak i težak i vrlo težak, u odnosu na promenu radnog mesta data je tabelarno. (Tabela 17)

Tabela 17 - Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na kategoriju fizičkog opterećenja

Radno mesto (RM)	Kategorija fizičkog opterećenja		Ukupno
	Lak i srednje težak	Težak i vrlo težak	
Isto RM	52 (61,17%)	33 (38,88%)	85
Promena RM	17 (37,77%)	28 (62,22%)	45
Ukupno	69 (53,08%)	61 (46,92%)	130 (100%)

Posmatrajući promenu radnog mesta i kategoriju fizičkog opterećenja nađena je statistički značajna zavisnost između ove dve varijable ($\chi^2=6,468$, $df=1$, $p=0,011$).

Učestalost broja ispitanika u odnosu na njihovu kategoriju fizičkog opterećenja na radnom mestu, pre operativnog lečenja i nakon operativnog lečenja data je u tabelama 18 i 19.

Tabela 18 - Kategorija fizičkog opterećenja ispitivane grupe bolesnika pre i posle operativnog lečenja

	Fizičko opterećenje POSLE OP.			Ukupno	
	lak	srednje težak	težak, vrlo težak		
Fizičko opterećenje PRE OP.	lak	37	1	0	38 (29,23%)
	srednje težak	4	26	1	31 (23,84%)
	težak i vrlo težak	10	19	32	61 (46,92%)
Ukupno	51 (39,2%)	46 (35,4%)	33 (25,4%)	130 (100%)	

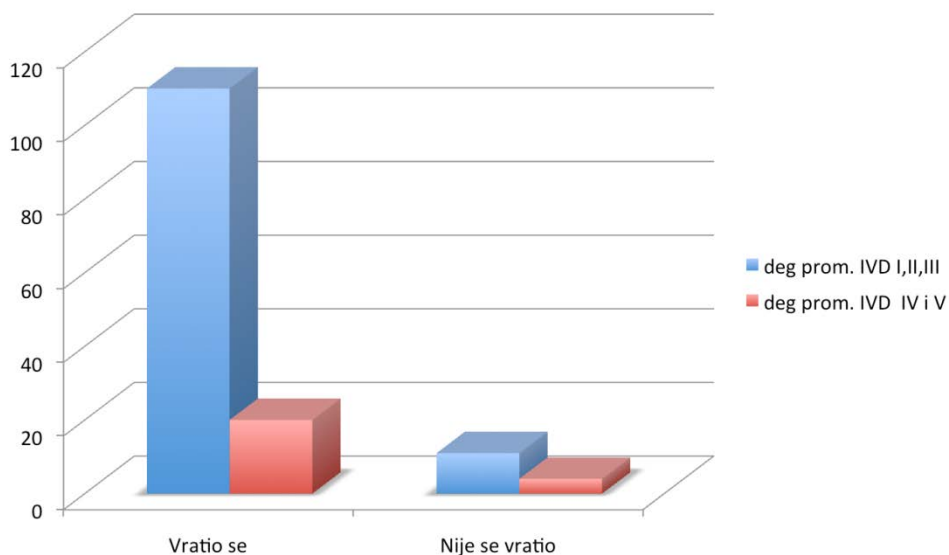
Tabela 19 - Kategorija fizičkog opterećenja pre i posle operativnog lečenja

Operativno lečenje	Fizičko opterećenje		Ukupno
	Lak i srednje težak	Težak i vrlo težak	
Pre	69 (53,07%)	61 (46,92%)	130 (100%)
Posle	97 (74,61%)	33 (25,39%)	130 (100%)

Pearsonov χ^2 test ukazao je da je statistički značajno više ispitanika promenilo radno mesto, sa radnog mesta gde je bilo zastupljeno teško fizičko opterećenje na radno mesto sa lakim odnosno srednje teškim fizičkim opterećenjem. ($\chi^2=44,478$, $df=1$, $p>0,001$).

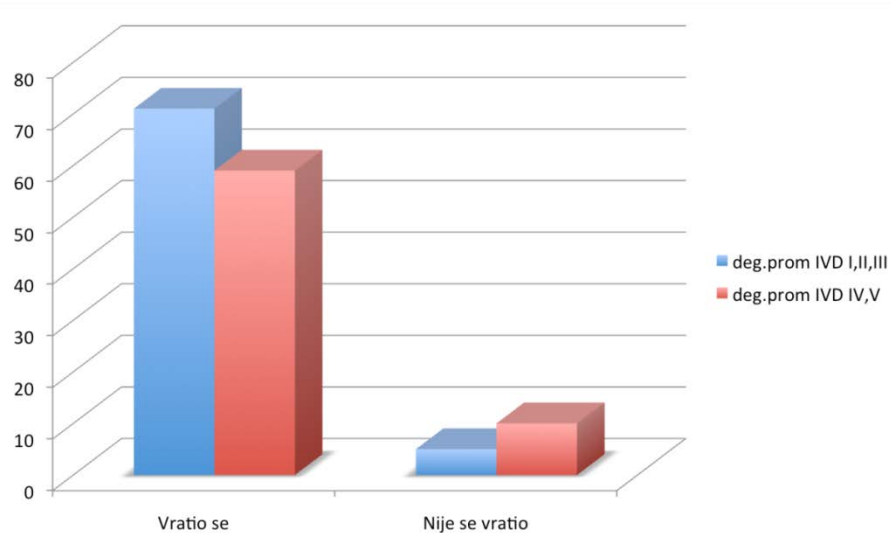
Degenerativne promene intervertebralnih diskusa i povratak na posao

Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na njihove degenerativne promene intervertebralnih diskusa, klasifikovanih Firmanovom metodom (podeljenih u dve grupe: promene I, II, III stepena i promene IV i V stepena) prikazana je grafički, za svaki posmatrani nivo posebno. (Grafikon 17, Grafikon 18, Grafikon 19)



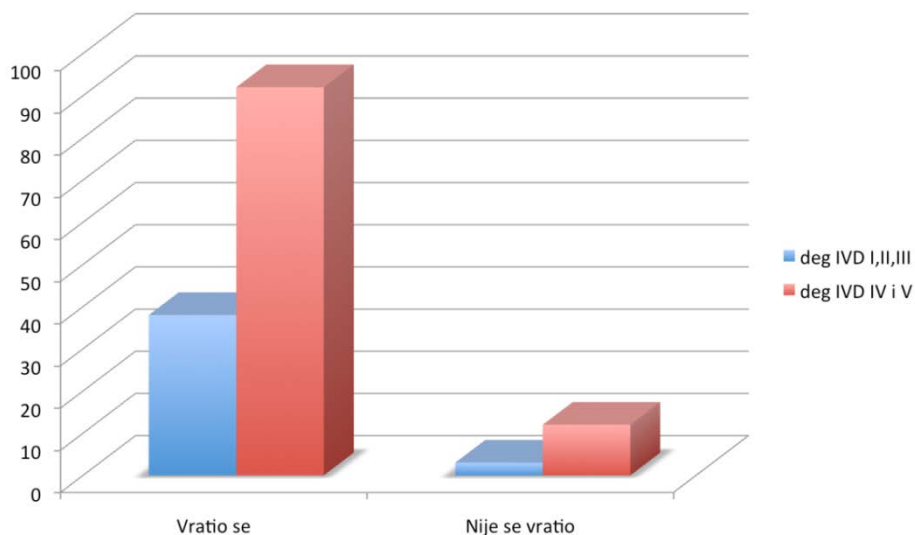
Grafikon 17: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene intervertebralnih diskusa (IVD) nivoa L3-L4

Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji međusobna zavisnost između stepena degenerativnih promena IVD na nivou L3-L4 i povratka na posao ($\chi^2=1,239$, $df=1$, $p=0,226$, $p>0,05$).



Grafikon 18: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene intervertebralnih diskusa (IVD) nivoa L4-L5

Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji međusobna zavisnost između stepena degenerativnih promena IVD na nivou L4-L5 i povratka na posao ($\chi^2=2,442$, $df=1$, $p=0,118$ $p>0,05$).

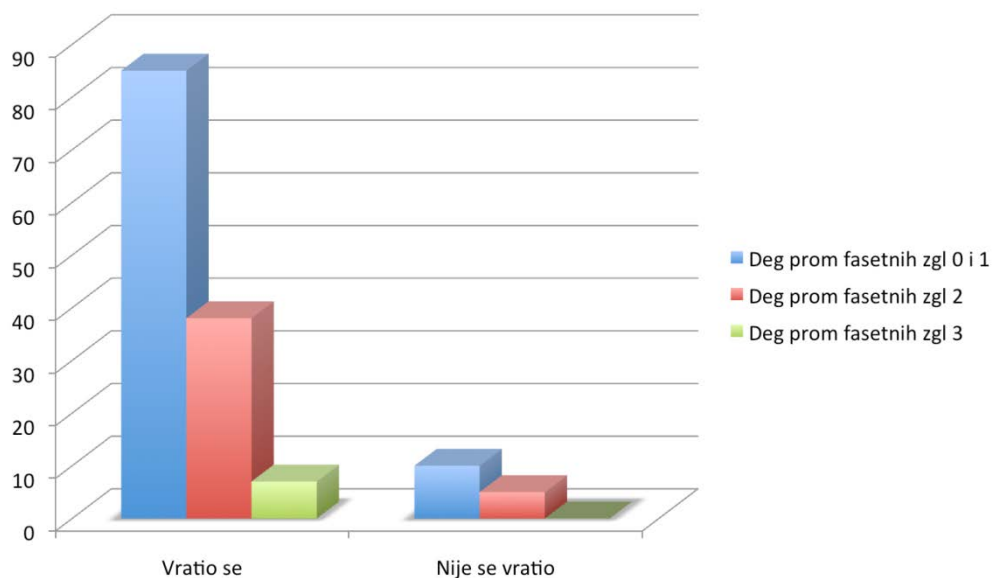


Grafikon 19: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene intervertebralnih diskusa (IVD) nivoa L5-S1

Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji međusobna zavisnost između stepena degenerativnih promena IVD na nivou L5-S1 i povratka na posao. ($\chi^2=0,565$, $df=1$, $p=0,452$ $p>0,05$).

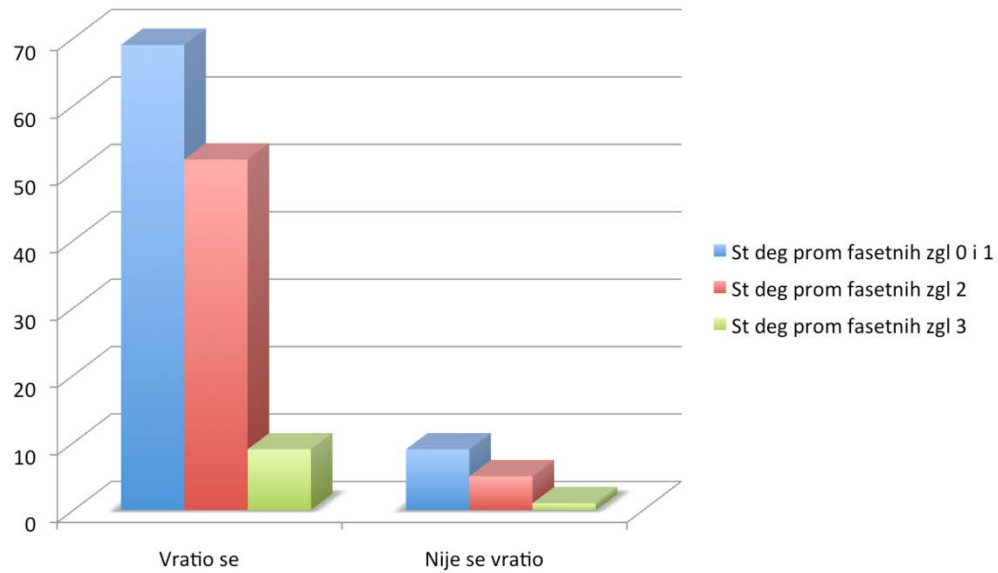
Degenerativne promene fasetnih zglobova i povratak na posao

Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na njihove degenerativne promene fasetnih zglobova (po metodi Vajshaupta (Weishaupt)), grupisane u tri grupe: grupu degenerativnih promena 0 i 1, grupu promena 2 i grupu promena 3), date su grafički za svaki posmatrani nivo (Grafikon 20, Grafikon 21, Grafikon 22.).



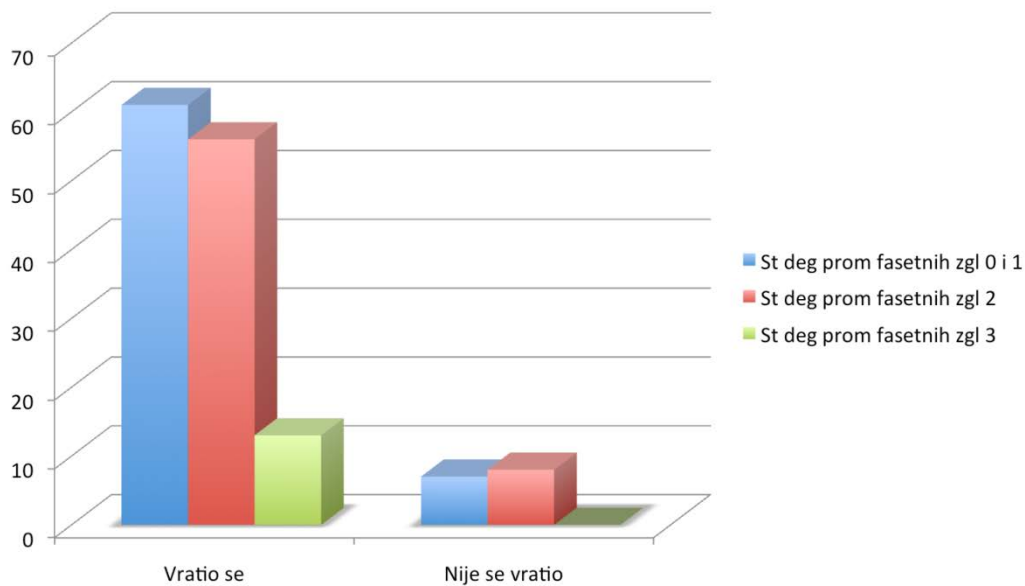
Grafikon 20: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene fasetnih zglobova prema Vajshauptovoj MRI klasifikaciji 0 i 1, 2, i 3 stepena, nivoa L3-L4

Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji međusobna zavisnost između stepena degenerativnih promena fasetnih zglobova na nivou L3-L4 i povratka na posao. ($\chi^2=0,887$, $df=2$, $p=0,642$, $p>0,05$).



Grafikon 21: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene fasetnih zglobova prema Vajshauptovoj MRI klasifikaciji 0 i 1, 2, i 3 stepena nivoa L4-L5

Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji međusobna zavisnost između stepena degenerativnih promena fasetnih zglobova na nivou L4-L5 i povratka na posao. ($\chi^2=0,273$, $df=2$, $p=0,872$, $p>0,05$).

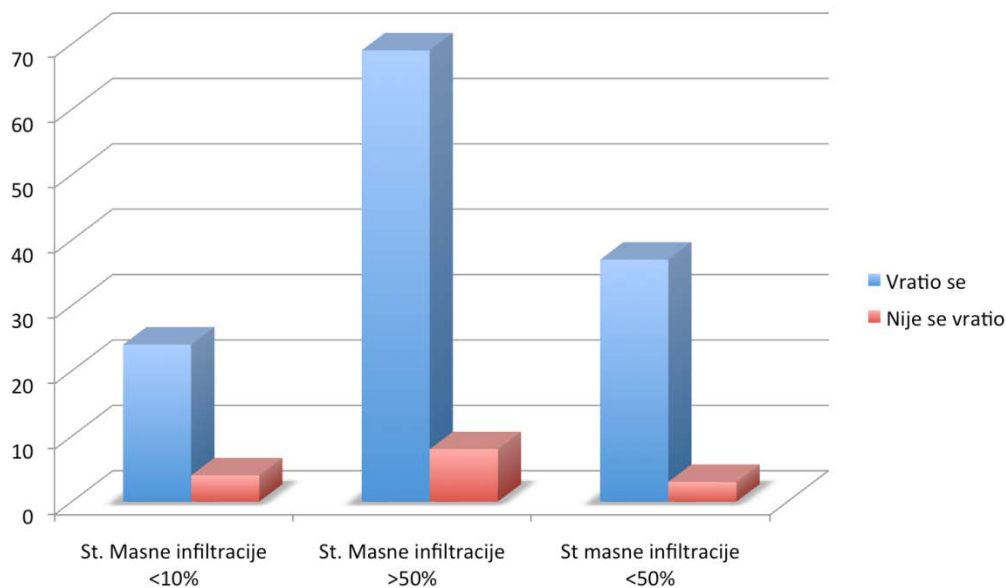


Grafikon 22: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene fasetnih zglobova prema Vajshauptovoj MRI klasifikaciji 0 i 1, 2, i 3 stepena nivoa L5-S1

Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji međusobna zavisnost između stepena degenerativnih promena fasetnih zglobova na nivou L5-S1 i povratka na posao. ($\chi^2=1,821$, $df=2$, $p=0,402$, $p>0,05$).

Masna infiltracija po Kjaaru i povratak na posao

Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu zastupljenost masne infiltracije paraspinalne muskulature (određena po metodologiji Kjara (Kjaar) data je grafički. (Grafikon 23)



Grafikon 23: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao i stepen masne infiltracije paraspinalne muskulature

Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji međusobna zavisnost između stepena masne infiltracije paraspinalne muskulature operisanih bolesnika i povratka na posao ($\chi^2=0,818$, $df=2$, $p=0,664$, $p>0,05$).

Indeks telesne mase (BMI) i povratak na posao

Poređenje broja ispitanika podeljene na grupu koja ima Indeks telesne mase (BMI) vrednosti do 25 kg/m² i grupu koja ima vrednosti preko 25 kg/m², u odnosu na povratak na posao data je tabelarno. (Tabela 20)

Tabela 20 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na Indeks telesne mase (BMI)

Povratak na posao	BMI		
	do 25 kg/m ²	preko 25 kg/m ²	ukupno
vratio/la sam se	65 (50%)	65(50%)	130
nisam se vratio/la	9 (60%)	6 (40%)	15
Ukupno	74 (51,03%)	71(48,96%)	145 (100%)

Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji statistički značajna zavisnost između Indeksa telesne mase i povratka na posao ($\chi^2=0,547$, $df=2$, $p=0,761$, $p>0,05$).

Poređenje broja ispitanika iz grupe koja se vratila na posao, podeljene na bolesnike koji ima su imali BMI do 25 kg/m² i grupu koja je imala vrednosti preko 25 kg/m², u odnosu na promenu radnog mesta data je tabelarno. (Tabela br. 21)

Tabela 21 - Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na Indeks telesne mase (BMI)

Radno mesto (RM)		BMI		
		do 25	preko 25	Ukupno
Radno mesto (RM)	isto RM	48 (56,47%)	37 (43,53%)	85
	promena RM	17 (37,77%)	28 (62,22%)	45
Ukupno		65 (50%)	65 (50%)	130 (100 %)

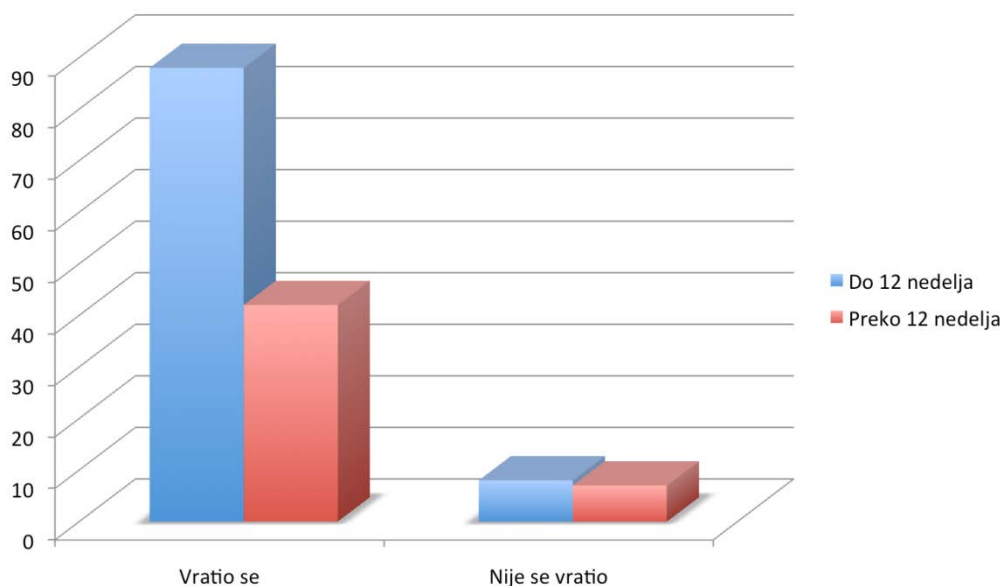
Pearsonov χ^2 test pokazuje da postoji statistički značajna povezanost između promene radnog mesta i Indeksa telesne mase preko 25 kg/m². ($\chi^2=4.112$, $df=2$, $p=0,0426$, $p>0,05$).

Dužina trajanja bola u nozi u odnosu na povratak na posao

Dužina trajanja bola u nozi pre operativnog lečenja kod ispitanika izražena u broju nedelja trajanja u poređenju sa povratkom na posao data je tabelarno i grafički. (Tabela 22, Grafikon 24)

Tabela 22 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na dužinu trajanja bola u nozi

		Dužina bola u nozi		
		do 12 nedelja	preko 12 nedelja	Ukupno
Povratak na posao	Vratio/la se	88 (67,7%)	42 (32,3%)	130 (100%)
	Nije se vratio/la	8 (53,3%)	7 (46,7%)	15 (100%)
Ukupno		96 (66,2%)	49 (33,8%)	145 (100%)



Grafikon 24: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na dužinu trajanja bola u nozi

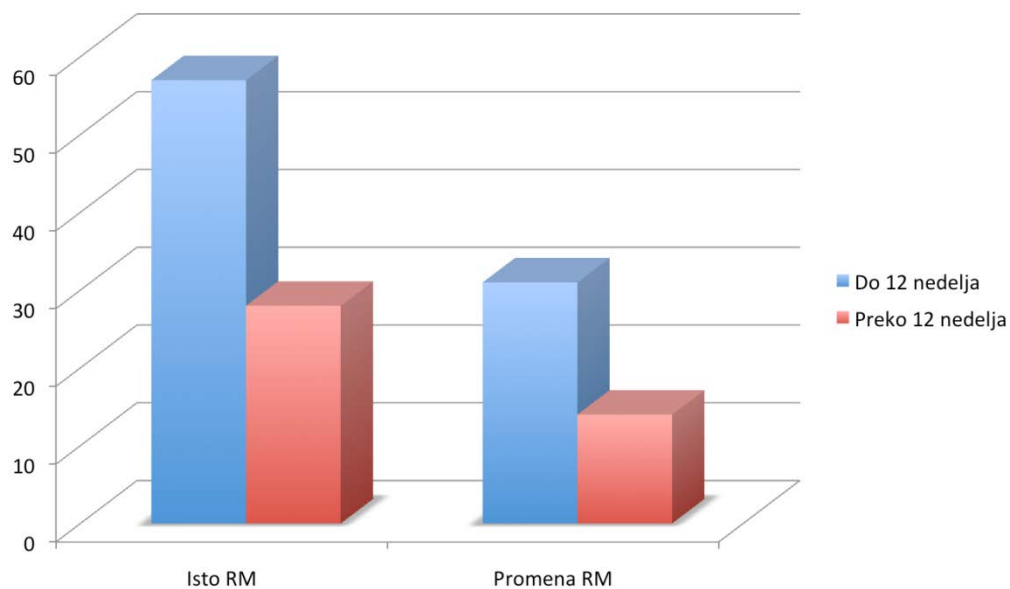
Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji statistički značajan uticaj dužine trajanja bola u nozi u odnosu na povratak na posao. ($\chi^2=1,239$, $df=1$, $p=0,266$, $p>0,05$).

Dužina trajanja bola u nozi pre operativnog lečenja kod ispitanika izražena u broju nedelja trajanja u odnosu na promenu radnog mesta data je tabelarno i grafički. (Tabela 23, Grafikon 25)

Tabela 23 - Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na dužinu trajanja bola u nozi

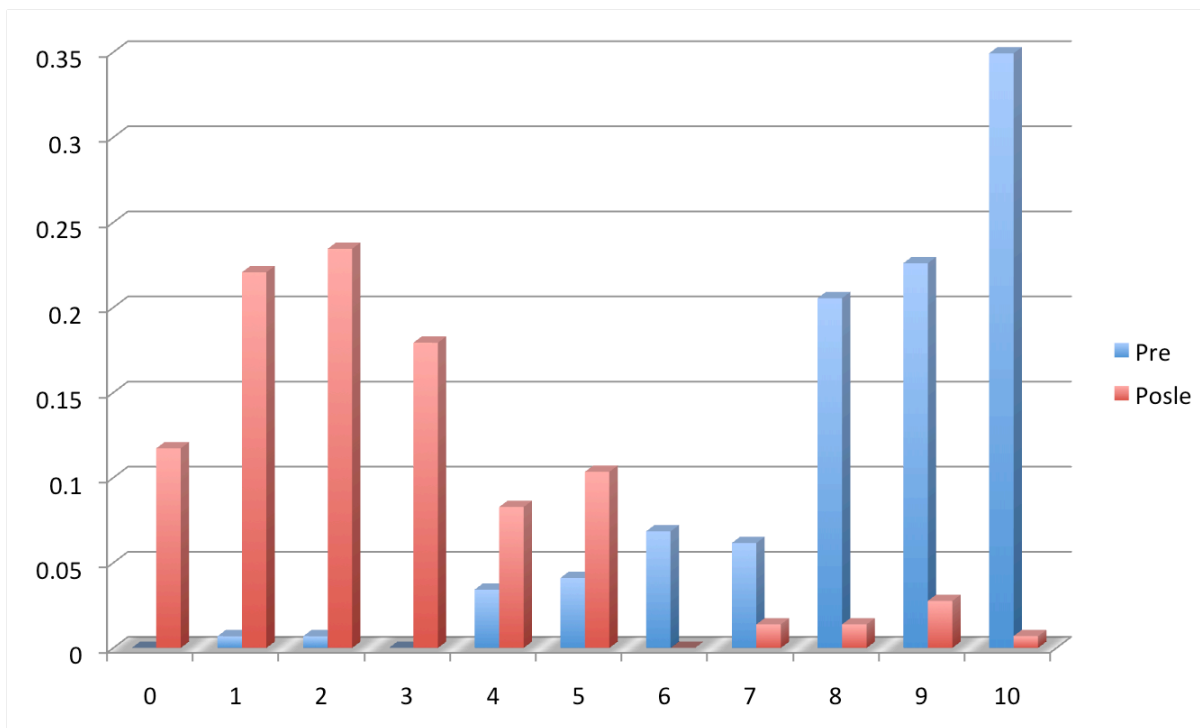
		Dužina bola u nozi		Ukupno
		do 12 nedelja	preko 12 nedelja	
Radno mesto (RM)	Isto RM	57 (67,1%)	28 (32,9%)	85
	Promena RM	31 (68,9%)	14 (31,1%)	45
Ukupno		88 (67,7%)	42 (32,3%)	130 (100%)

Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji statistički značajan uticaj dužine trajanja bola u nozi u odnosu na promenu radnog mesta u grupi bolesnika koji su se vratili na posao ($\chi^2=0,045$, $df=1$, $p=0,832$, $p>0,05$).



Grafikon 25: Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na dužinu trajanja bola u nozi

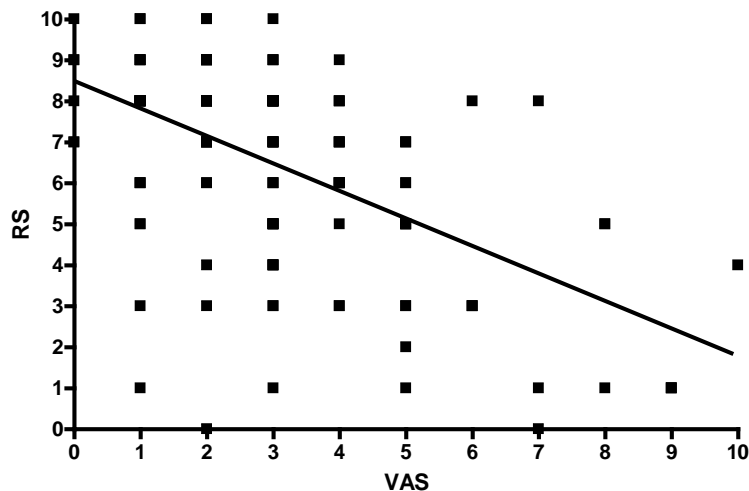
Srednja vrednost intenziteta bola u nozi meren VAS skalom pre i posle operativnog lečenja prikazan je grafički (Grafikon 26)



Grafikon 26: Prosečna vrednost bola u nozi kod ispitanika, merena VAS skalom, pre i posle operacije

Utvrđena je statistički značajna razlika u učestalosti bola u nozi većeg intenziteta pre operacije u odnosu na učestalost bola 12 meseci nakon operacije zbog lumbalne diskus hernije. ($P < 0.0001$, 95 % CI, 5.368 to 6.205 R squared 0,8360)

Ispitanici su nakon operacije lumbalne diskus hernije, u okviru 12 meseci, nakon povratka na posao, izrazili rezidualni bol u nozi bol na vizuelno analognoj skali bola od 0-10. Korelacija između VAS u nozi i samoprocene radne sposobnosti (RS) na skali od 0-10, kod ispitanika prikazana je grafički (Grafikon 27)



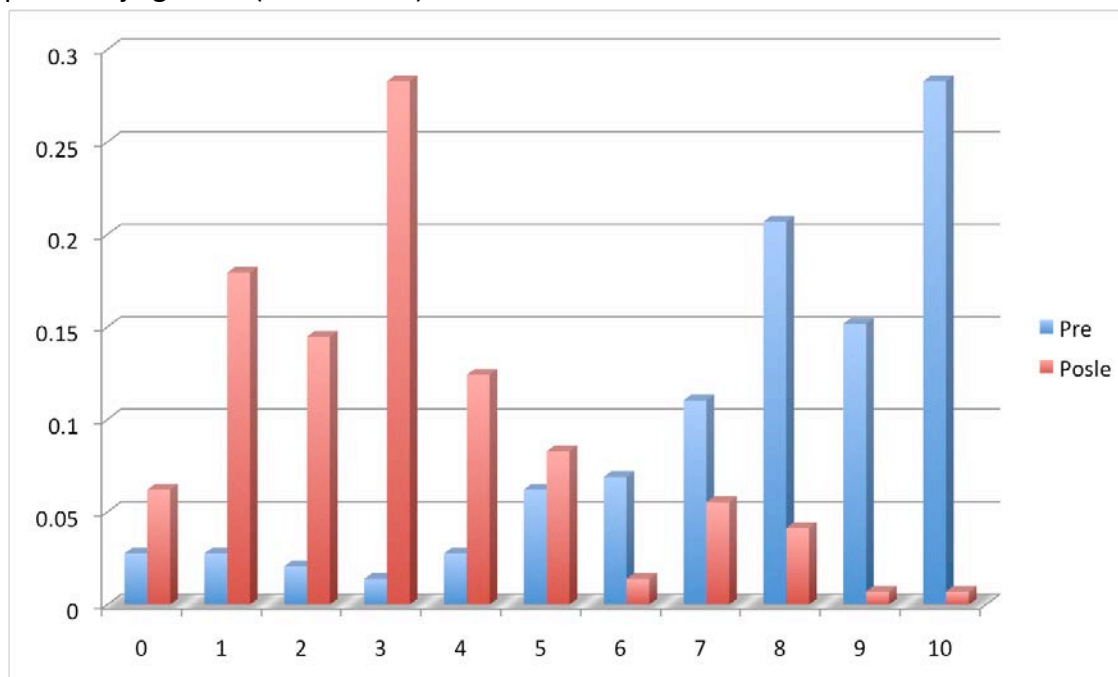
Grafikon 27: Korelacija srednje vrednosti radne sposobnosti (RS) ispitanika nakon operativnog lečenja i intenziteta bola u nozi merenog VAS skalom

$R^2=0,3046$, $\alpha=0.05$, $P<0.0001$ Pearson $r=-0,5520$, 95% confidence interval -0.6560 to -0.4274

Pearsonov koeficijent korelacije pokazao je da između varijabli postoji negativna i nepotpuna povezanost.

Bol u leđima pre i posle operacije merena VAS skalom

Srednja vrednost intenziteta bola u leđima merena VAS skalom pre i posle operativnog lečenja prikazan je grafički (Grafikon 28)

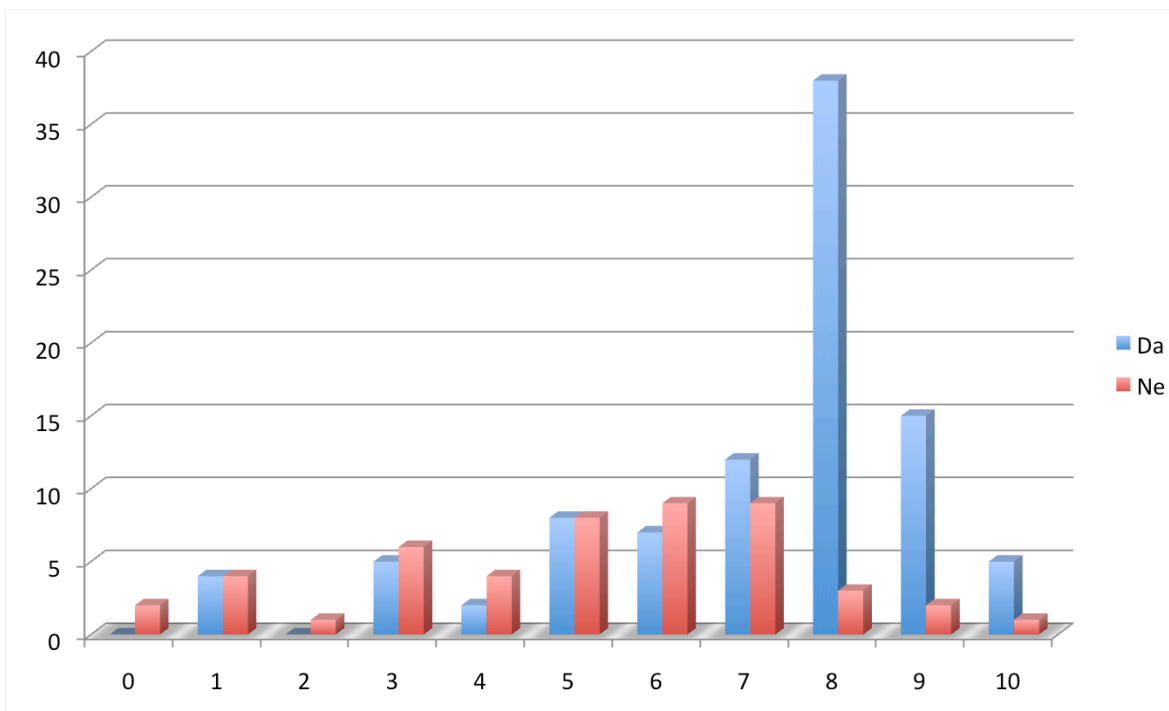


Grafikon 28: Prosečna vrednost bola u leđima merena VAS skalom pre i posle operacije

Utvrđena je statistički značajna razlika u učestalosti bola u leđima većeg intenziteta pre operacije u odnosu na učestalost bola 12 meseci nakon operacije zbog lumbalne diskus hernije ($P < 0.0001$, 95 % CI 3.912 to 4.902, R squared 0,6790).

Zadovoljstvo poslom i radna sposobnost

Frekvencija ispitanika zadovoljnih poslom, i ispitanika nezadovoljnih poslom, koji su samoprocenom na skali od 0 do 10 izrazili vrednost svoje radne sposobnosti. (Grafikon 29)

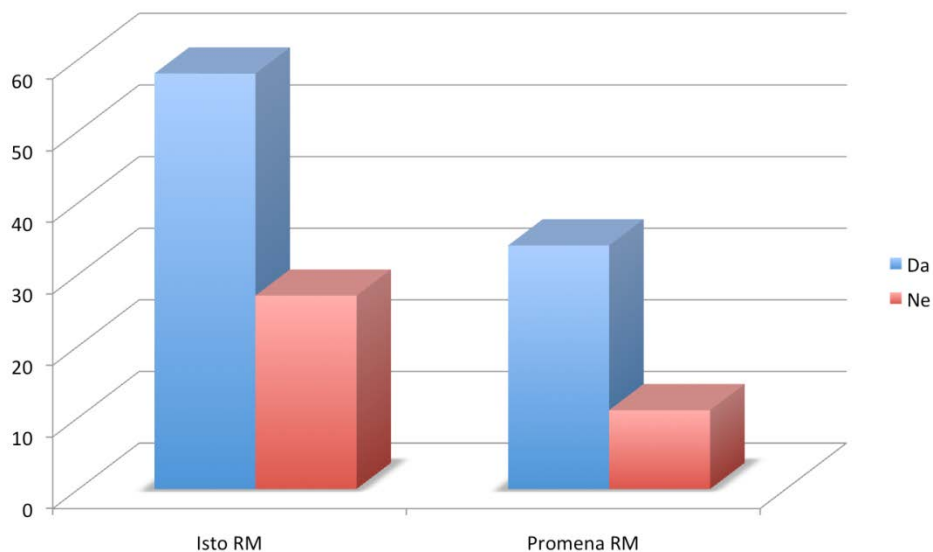


Grafikon 29: Frekvencija ispitanika koji su zadovoljni poslom(da) i koji nisu zadovoljni poslom(ne) i vrednost njihove samoprocene radne sposobnosti na skali od 0 do 10

Raspodela ispitanika, zadovoljnih i nezadovoljnih poslom, prema oceni sopstvene radne sposobnosti značajno se razlikuju. Ispitanici koji su zadovoljni sa poslom imaju veću brojčanu vrednost radne sposobnosti ($\chi^2=35,408$, $df=10$, $p=0,000$, $p > 0,05$).

Zadovoljstvo poslom i povratak na posao

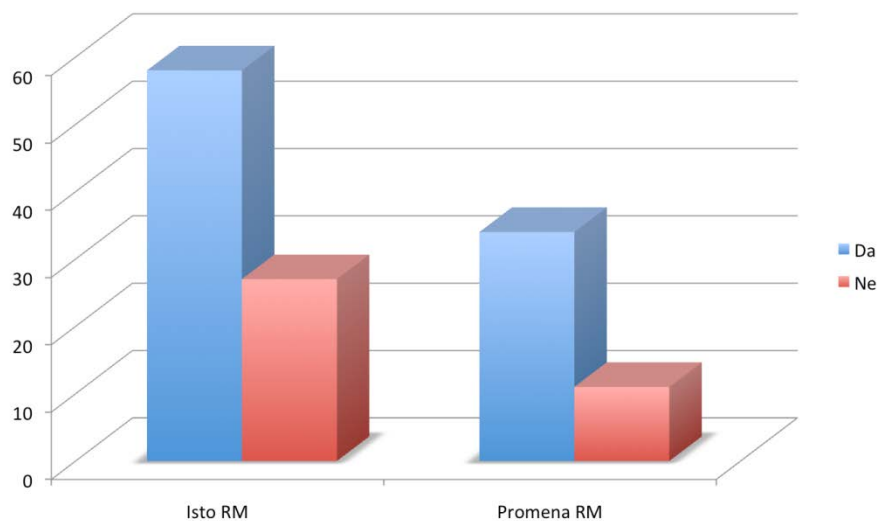
Frekvencija ispitanika zadovoljnih poslom i ispitanika nezadovoljnih poslom u odnosu na izhod povratka na posao, data je grafički. (Grafikon 30)



Grafikon 30: Frekvencija ispitanika zadovoljnih poslom (da) i ispitanika nezadovoljnih poslom (ne), u odnosu na ihod povratka na posao

Pearsonov χ^2 test pokazuje da postoji statistički značajna zavisnost između zadovoljstva poslom i povratkom na posao ($\chi^2=11,691$, $df=1$, $p=0,001$, $p>0,05$).

Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto u poređenju sa frekvencijom ispitanika koji su izjasnili svoje zadovoljstvo na poslu, kao odgovor da, ili nezadovoljstvo na poslu kao odgovor ne. (Grafikon br 31)



Grafikon 31: Frekvencija ispitanika zadovoljnih poslom (da) i ispitanika nezadovoljnih poslom (ne), u odnosu na promenu radnog mesta

Pearsonov χ^2 test pokazuje da ne postoji statistički značajna povezanost između zadovoljstva poslom i promenom radnog mesta u grupi bolesnika koji su se vratili na posao. ($\chi^2=0,762$, $df=1$, $p=0,383$, $p>0,05$).

Podrška u preduzeću i povratak na posao

Frekvencija ispitanika koji su bili zadovoljni podrškom u preduzeću od strane kolega i nadređenih i onih koji nisu bili zadovoljni ovom podrškom, u odnosu na frekvenciju ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao, data je tabelarno. (Tabela 24, Grafikon 32.)

Tabela 24 - Frekvencija ispitanika koji su bili zadovoljni podrškom na poslu (da) onih koji nisu bili zadovoljni (ne) u odnosu na ishod povratka na posao nakon operativnog lečenja

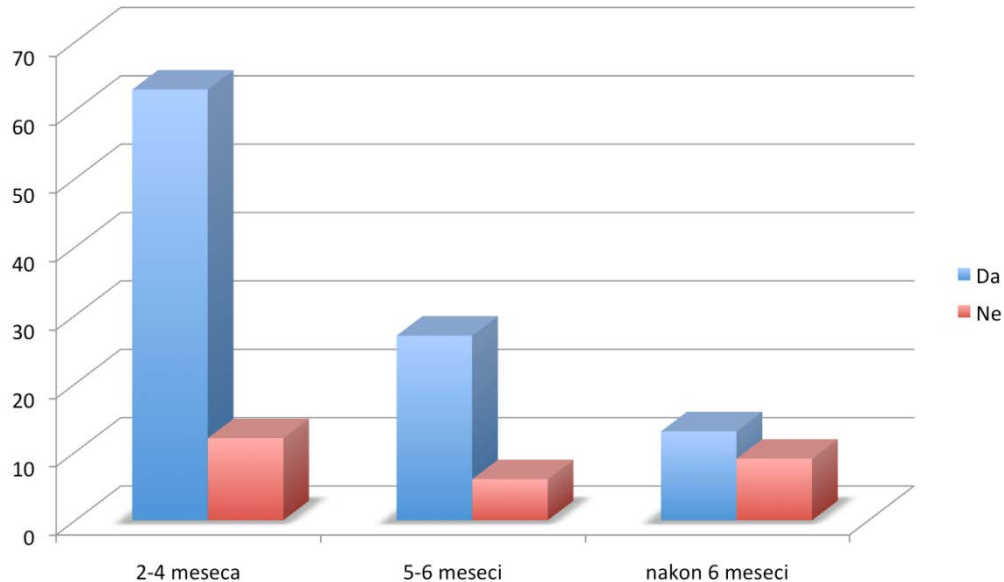
		Podrška u preduzeću		
		DA	NE	Ukupno
Povratak na posao	Vratio/la se	103 (79,2%)	27 (20,8%)	130
	Nije se vratio/la	2 (13,3%)	13 (86,7%)	15
Ukupno		105 (100%)	40 (100%)	145 (100%)

Podrška na poslu od strane nadređenih i povratak na posao su međusobno zavisne varijable. ($\chi^2=29,234$, $df=1$, $p=0,000$, $p>0,05$.)

Frekvencija ispitanika prema dužini trajanja privremene radne nesposobnosti, izražene u mesecima trajanja nakon operativnog lečenja, u odnosu na frekvenciju ispitanika koji su imali podršku u preduzeću od strane kolega i nadređenih, odnosno nisu imali podršku u preduzeću od strane kolega i nadređenih data je tabelarno i grafički. (Tabela 25, Grafikon 32)

Tabela 25 - Frekvencija ispitanika prema dužini trajanja privremene radne nesposobnosti, izražene u mesecima trajanja nakon operativnog lečenja, u odnosu na frekvenciju ispitanika koji su imali podršku u preduzeću (da), odnosno nisu imali podršku u preduzeću (ne)

		Podrška u preduzeću		
		meseci	DA	NE
Povratak na posao	2-4	63 (84,00 %)	12 (16,00 %)	75 (57,7%)
	5-6	27 (81,81 %)	6 (18,18%)	33 (12,8%)
	6-12	13 (59,09 %)	9 (40,90%)	22 (16,9%)
Ukupno		103 (79,23%)	27 (20,76%)	130 (100%)



Grafikon 32: Frekvencija ispitanika prema dužini trajanja privremene radne nesposobnosti, izražene u mesecima trajanja nakon operativnog lečenja, u odnosu na frekvenciju ispitanika koji su imali podršku u preduzeću (da), odnosno nisu imali podršku u preduzeću (ne)

Pearsonov χ^2 test pokazuje da postoji zavisnost između dužine trajanja privremene radne nesposobnosti nakon operacije i zadovoljstva poslom ($\chi^2=6,594$, $df=1$, $p=0,037$, $p>0,05$). Najveći broj ispitanika koji su imali podršku (61,2%), vratilo se na posao u najkraćem roku.

Između podrške u preduzeću i promene radnog mesta ne postoji statistički značajna zavisnost. ($\chi^2=2,313$, $df=1$, $p=0,128$, $p>0,05$).

Anksiozno i depresivno ispoljavanje i povratak na posao

Anksiozno i/ili depresivno reagovanje mereno je kliničkim testom. Prema postignutom rezultatu testiranja, klasifikovali smo grupu ispitanika koji su imali anksiozno odnosno depresivno ispoljavanje (skor na HAD testu preko 8) nakon završenog lečenja. Frekvencija ispitanika kod kojih je registrovano anksiozno odnosno depresivno ispoljavanje u odnosu na sa povratak na posao prikazan je tabelarno. (Tabela 26 i Tabela 27)

Tabela 26 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na frekvenciju ispitanika sa anksioznim ispoljavanjem (ima) i bez anksioznog ispoljavanja (nema)

		Anksiozno ispoljavanje		
		Ima	Nema	Ukupno
Povratak na posao	Vratio/la se	40 (30,07%)	90 (69,20%)	130
	Nije se vratio/la	10 (75,00%)	5 (25,00%)	15
	Ukupno	50 (34,49%)	95 (65,51%)	145 (100%)

Pearsonov χ^2 test pokazuje da postoji zavisnost između povratka na posao i anksioznog reagovanja ispitanika ($\chi^2=16,011$, $df=5$, $p=0,007$, $p>0,05$). Veći broj bolesnika koji su imali anksiozno reagovanje (75%), nije se vratilo se na posao, a 69% ispitanika koji su se vratili na posao nisu imali anksiozno ispoljavanje

Tabela 27 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na frekvenciju ispitanika sa depresivnim ispoljavanjem (ima) i bez depresivnog ispoljavanja (nema)

		Depresivno ispoljavanje		
		Ima	Nema	Ukupno
Povratak na posao	Vratio/la se	23 (17,69%)	107 (82,30%)	130
	Nije se vratio/la	12 (80,00%)	3 (20,00%)	15
	Ukupno	33 (22,75%)	110 (75,86%)	145 (100%)

Pearsonov χ^2 test pokazuje da postoji zavisnost između povratka na posao i depresivnog ispoljavanja ($\chi^2=40,076$, $df=5$, $p>0,001$). Veći broj ispitanika koji su imali depresivno reagovanje (85%), nije se vratilo se na posao, a 82,3% ispitanika koji su se vratili na posao nisu imali depresivno ispoljavanje.

Predikcioni modeli

Za svaki model prikazani su rezultati klasifikacije (matrica konfuzije i ocene subjekata, kada su u model bili uključeni svi atributi bez selekcije). Kompletna analiza uključila je 57 faktora za modele predikcije povratka na posao i 69 faktora za modele predikcije promene radnog mesta. Pored toga, za svaki klasifikator vršena je selekcija atributa i nakon toga obuka klasifikatora.

Selekcija atributa vršena je algoritmom Relief, kao deo trening procesa, a testirala se na delu podataka koji su se procesom krosvalidacije izdvojili. Na taj način se sprečilo „preučenje“ modela na podacima. U slučaju selekcije atributa prikazana je matrica konfuzije, parametri za ocenu modela i skup od selektovanih atributa rangiranih po opadajućem značaju. Prikazani rezultati dobijeni su korišćenjem desetostruke krosvalidacije. Krosvalidacijom je takođe utvrđeno da je optimalan broj atributa 15 za sve matrice cene, koje su korišćene u eksperimentima.

Predikcioni modeli za povratak na posao

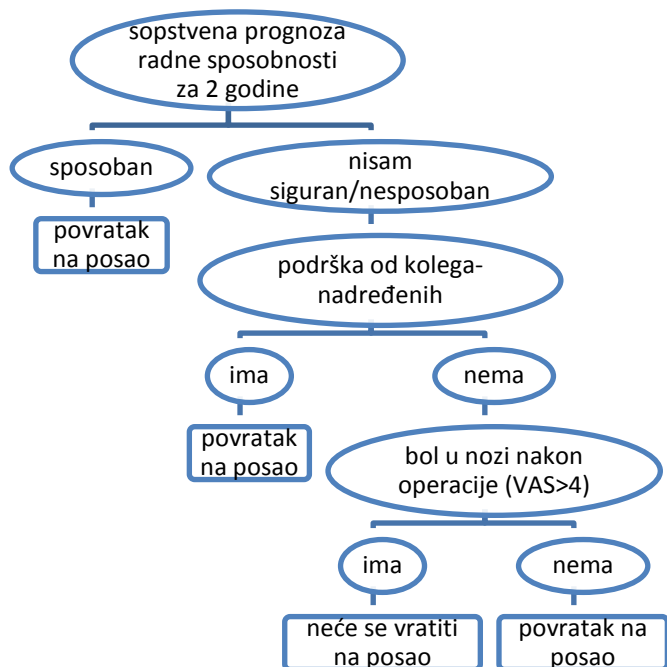
Stablo odluke (DT)

Stablo odluke (DT) korišćenjem matrice cene $CM = \begin{matrix} 0 & 1 \\ 100 & 0 \end{matrix}$ i svih atributa rezultovalo je procentom korektno klasifikovanih subjekata od 82,07% (119), odnosno nekorektno klasifikovanih 17,93% (26). Model ima senzitivnost od 82,1%, specifičnost 82,1%, preciznost 90,8%, tačnost 82,07% i F-meru od 84,9%. AUC iznosi 0,817. Odgovarajuća matrica konfuzije data je u tabeli 28.

Tabela 28 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi koja se nije vratila na posao (klasa 0) u DT modelu za sve atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	107	23	82,07
0	3	12	

Shema na slici 13, prikazuje model stabla odluke (DT) za sve atribute u predikciji za povratak na posao.



Slika 13- Shema stabla odluke za sve atribute u predikciji za povratak na posao

Sa istom matricom cene, a uključivanjem selekcije atributa, performanse klasifikatora se poboljšavaju (Tabela br. 29). Procenat korektno klasifikovanih subjekata iznosi 83,45% (133), odnosno nekorektno klasifikovanih 16,55% (27). Model ima senzitivnost od 83,4%, specifičnost 83,4%, preciznost 91%, tačnost 83,8% i F-meru od 95,9%, AUC iznosi 0,815.

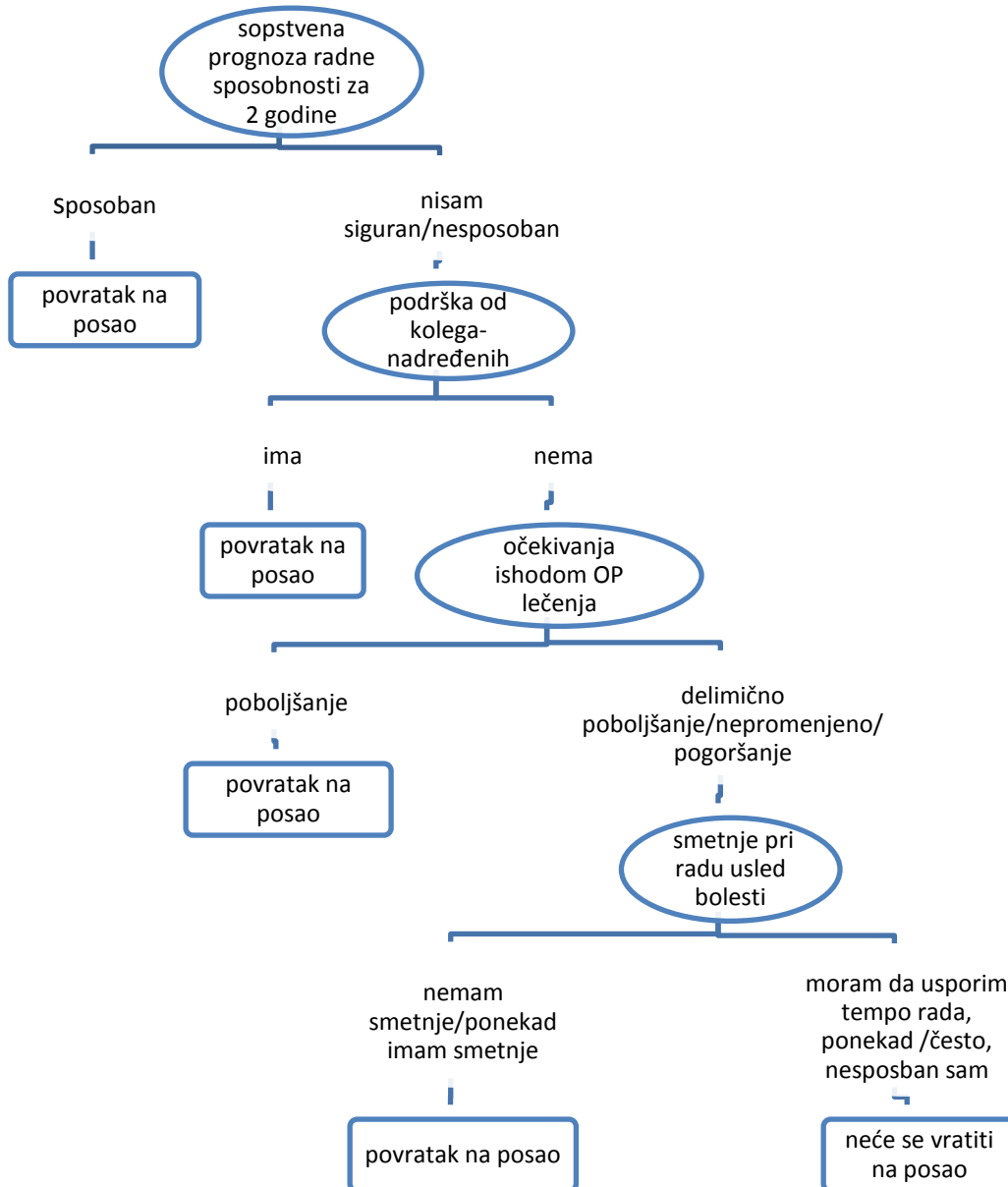
Tabela 29 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupama koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi koja se nije vratila na posao (klasa 0) u DT modelu za odabrane atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	109	21	83,45
0	3	12	

Selektovani atributi, rangirani po opadajućem značaju su:

- samoprocena smetnji pri radu usled bolesti
- očekivanja ispunjena ishodom operativnog lečenja
- sopstvena prognoza radne sposobnosti za 2 godine
- obim pokreta kičme nakon operacije
- zahtevi radnog mesta pre operacije: stajanje
- degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L5-S1
- mikroklimatski faktori (uslovi: unutra, <1/3 napolju, >1/3 napolju)
- podrška od strane preduzeća
- depresivno ispoljavanje mereno HAD skalom
- dužina trajanja bola u nozi pre operacije
- degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L4-L5
- zahtevi radnog mesta pre operacije: sedenje
- mikroklimatski faktori (optimalni, podnošljivi, ekstremni)
- pol
- dužina trajanja bola u kičmi pre operacije

Shema na slici 14, prikazuje model stabla odluke (DT) odabranih atributa za povratak na posao.



Slika 14- Shema stabla odluke za odabrane atribute u predikciji za povratak na posao

Metod potpornih - podržavajućih vektora (SVM)

Primenom modela potpornih vektora (SVM) korišćenjem matrice cene $CM = \begin{matrix} 0 & 1 \\ 100 & 0 \end{matrix}$ i svih atributa rezultovalo je procentom korektno klasifikovanih subjekata od 88,96% (129), odnosno nekorektno klasifikovanih 11,03% (16). Model ima senzitivnost od 89,6%, specifičnost 89%, preciznost 89,6%, tačnost 88,96% i F-meru od 89%, AUC iznosi 0,893. Odgovarajuća matrica konfuzije data je u tabeli 30.

Tabela 30 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi bolesnika koje se nisu vratili na posao (klasa 0) u SVM modelu za sve atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	121	9	88,96
0	7	8	

Sa istom matricom cene, a uključivanjem selekcije atributa, performanse klasifikatora se poboljšavaju (Tabela br. 6). Procenat korektno klasifikovanih subjekata iznosi 93,79% (136), odnosno nekorektno klasifikovanih 6,20% (9). Model ima senzitivnost od 93,3%, specifičnost 93,8%, preciznost 93,3%, tačnost 93,79% i F-meru od 93,2%, AUC iznosi 0,932.

Tabela 31 -- Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi bolesnika koje se nisu vratili na posao (klasa 0) u SVM modelu za odabrane atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	128	2	93,79
0	7	8	

Selektovani atributi, rangirani po opadajućem značaju su:

- samoprocena smetnji pri radu usled bolesti
- očekivanja ispunjena ishodom operativnog lečenja
- sopstvena prognoza radne sposobnosti za 2 godine
- obim pokreta kičme nakon operacije
- zahtevi radnog mesta pre operacije: stajanje
- degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L5-S1
- mikroklimatski faktori (uslovi: unutra, <1/3 napolju, >1/3 napolju)
- podrška od strane preduzeća
- depresivno ispoljavanje mereno HAD skalom
- dužina trajanja bola u nozi pre operacije
- degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L4-L5
- zahtevi radnog mesta pre operacije: sedenje

- mikroklimatski faktori (optimalni, podnošljivi, ekstremni)
- pol
- dužina trajanja bola u kičmi pre operacije

Višeslojni perceptroni (MLP)

Primenom modela višeslojnom perceptronom (MLP) korišćenjem matrice cene $CM = \begin{matrix} 0 & 1 \\ 100 & 0 \end{matrix}$ i svih atributa rezultovalo je procentom korektno klasifikovanih subjekata od 89,65% (130), odnosno nekorektno klasifikovanih 10,34% (15). Model ima senzitivnost od 90,6%, specifičnost 89,7%, preciznost 90,6%, tačnost 89,65% i F-meru od 89,7%, AUC iznosi 0,901. Odgovarajuća matrica konfuzije data je u Tabeli br.31.

Tabela 32 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi bolesnika koje se nisu vratili na posao (klasa 0) u višeslojnom perceptronom modelu za sve atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	121	9	89,65
0	6	9	

Sa istom matricom cene, a uključivanjem selekcije atributa, performanse klasifikatora se poboljšavaju (Tabela br. 32). Procenat korektno klasifikovanih subjekata iznosi 87,58% (127), odnosno nekorektno klasifikovanih 12,41% (18). Model ima senzitivnost od 92,7%, specifičnost 87,6%, preciznost 92,7%, tačnost 87,84% i F-meru od 87,6%, AUC iznosi 0,892. Odgovarajuća matrica konfuzije data je u tabeli 32.

Tabela 33 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi bolesnika koje se nisu vratili na posao (klasa 0) u višeslojnom perceptronom modelu za odabrane atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	114	16	87,58
0	2	13	

Selektovani atributi, rangirani po opadajućem značaju su:

- samoprocena smetnji pri radu usled bolesti
- očekivanja ispunjena ishodom operativnog lečenja
- sopstvena prognoza radne sposobnosti za 2 godine
- obim pokreta kičme nakon operacije
- zahtevi radnog mesta pre operacije: stajanje
- degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L5-S1
- mikroklimatski faktori (uslovi: unutra, <1/3 napolju, >1/3 napolju)
- podrška od strane preduzeća
- depresivno ispoljavanje mereno HAD skalom
- dužina trajanja bola u nozi pre operacije
- degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L4-L5
- zahtevi radnog mesta pre operacije: sedenje
- mikroklimatski faktori (optimalni, podnošljivi, ekstremni)
- pol
- dužina trajanja bola u kičmi pre operacije

Pregled performansi sva tri modela (DT, SVM, MLP), za predviđanje povratka na posao za sve atribute (Tabela 34) i za selektovane atribute data je tabelarno (Tabela 35).

Tabela 34 - Klasifikacija performansi modelaza sve atribute za predviđanje povratka na posao

Metoda	Tačnost	Klasa	Preciznost	Specifičnost	F-mera
AD	82.07 %	1	0.97	0.82	0.89
		2	0.34	0.80	0.48
SVM	88.96 %	1	0.95	0.93	0.94
		2	0.47	0.53	0.50
MLP	89.65 %	1	0.95	0.93	0.94
		2	0.50	0.60	0.54

Tabela 35 - Klasifikacija performansi modela za selektovane atribute za predviđanje povratka na posao

Metoda	Tačnost	Klasa	Preciznost	Specifičnost	F-mera
AD	83.45 %	1	0.97	0.84	0.90
		2	0.36	0.80	0.50
SVM	93.79 %	1	0.95	0.99	0.97
		2	0.80	0.53	0.64
MLP	87.57 %	1	0.98	0.88	0.93
		2	0.45	0.86	0.59

Predikcioni modeli za promenu radnog mesta

U cilju klasifikacije bolesnika za promenu radnog mesta u sva tri ispitivana modela (stablo odluke, metod potpornih-podržavajućih vektora, višeslojni perceptron) zbog nebalansiranosti podele skupa podataka, uključeni su *cost matrica* (CM). Za svaku *cost matricu* pojedinačno su odabrani različiti atributi po različitom redosledu u cilju što optimalnijeg odabira modela

Za razliku od modela za predikciju povratka na posao svi klasifikatori su dali najbolje rezultate za istu *cost matricu*, dok su kod predikcije promene radnog mesta optimalne bile tri različite matrice za tri klasifikatora.

$$CM1 = \begin{matrix} 0 & 1 \\ 2 & 0 \end{matrix} \quad CM2 = \begin{matrix} 0 & 1 \\ 4 & 0 \end{matrix} \quad CM3 = \begin{matrix} 0 & 1 \\ 3 & 0 \end{matrix}$$

Stablo odluke (DT)

Stablo odluke (DT) korišćenjem matrice cene $CM1 = \begin{matrix} 0 & 1 \\ 2 & 0 \end{matrix}$ svih atributa rezultovalo je procentom korektno klasifikovanih subjekata je 61,5% (80), odnosno nekorektno klasifikovanih 38,46% (50).

Model ima senzitivnost od 67,1%, specifičnost 61,5%, preciznost 62,8%, tačnost 61,5% i F-meru od 62%, AUC iznosi 0,592. Odgovarajuća matrica konfuzije data je u tabeli br.36.

Tabela 36 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupama koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u DT modelu za sve atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	57	28	61,5
0	22	23	

Sa istom matricom cene, a uključivanjem selekcije atributa, performanse klasifikatora se poboljšavaju (Tabela 37). Procenat korektno klasifikovanih subjekata iznosi 65,39% (85), odnosno nekorektno klasifikovanih 34,61% (45). Model ima senzitivnost od 65,4%, specifičnost 65,4%, preciznost 67,2%, tačnost 65,4% i F-meru od 66%, AUC iznosi 0,648.

Tabela 37 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupama koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u DT modelu za odabrane atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	58	27	65,39
0	18	27	

Selektovani atributi, rangirani po opadajućem značaju su:

- zahtevi radnog mesta pre operacije: stajanje
- zahtevi radnog mesta pre operacije: hodanje
- kategorija fizičkog opterećenja pre operacije
- degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L3-L4
- dužina radne nesposobnosti pre operacije
- dužina radne nesposobnosti u poslednjih 12 meseci pre operacije
- priznata školska sprema
- zahtevi radnog mesta posle operacije: stajanje
- kategorija fizičkog opterećenja posle operacije
- zahtevi radnog mesta posle operacije: sedenje
- procena smetnji pri radu usled bolesti
- zahtevi radnog mesta pre operacije: stajanje
- degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L4-L5

- podizanje, nošenje tereta posle operacije
- zahtevi radnog mesta posle operacije: rotacija trupom

Metod potpornih - podržavajućih vektora (SVM)

Metod potpornih vektora (SVM) korišćenjem matrice cene $CM2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 4 & 0 \end{pmatrix}$ i svih atributa rezultovalo je procentom korektno klasifikovanih subjekata je 70,76% (92), odnosno nekorektno klasifikovanih 29,23% (38). Model ima senzitivnost od 70%, specifičnost 51,1%, preciznost 38,5%, tačnost 70,76% i F-meru od 70,8%, AUC iznosi 0,702. Odgovarajuća matrica konfuzije data je u Tabeli 38.

Tabela 38 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupama koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u SVM modelu za sve atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	69	16	70,76
0	22	23	

Sa istom matricom cene, a uključivanjem selekcije atributa, performanse klasifikatora se poboljšavaju (Tabela 39). Procenat korektno klasifikovanih subjekata iznosi 73,84% (96), odnosno nekorektno klasifikovanih 26,15% (34). Model ima senzitivnost od 73%, specifičnost 48,9%, preciznost 37,9%, tačnost 73,84% i F-meru od 73,8%, AUC iznosi 0,68.

Tabela 39 -Prikaz klasifikovanja subjekata u grupama koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u SVM modelu za odabrane atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	74	11	73,84
0	23	22	

Selektovani atributi, rangirani po opadajućem značaju su:

- degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L3-L4
- dužina radne nesposobnosti u poslednjih 12 meseci pre operacije
- kategorija fizičkog opterećenja posle operacije
- školska sprema
- zahtevi radnog mesta pre operacije: hodanje
- kategorija fizičkog opterećenja pre operacije
- dužina radne nesposobnosti pre operacije
- zahtevi radnog mesta pre operacije: stajanje
- BMI
- procena smetnji pri radu usled bolesti
- podizanje, nošenje tereta posle operacije
- simptomatski nivo
- očekivanja ispunjena ishodom operativnog lečenja
- zahtevi radnog mesta posle operacije: sedenje
- zahtevi radnog mesta posle operacije: saginjanje

Višeslojni perceptroni (MLP)

Metod višeslojnog perceptrona (MLP) korišćenjem matrice cene $CM3 = \begin{matrix} 0 & 1 \\ 3 & 0 \end{matrix}$ i svih atributa rezultovalo je procentom korektno klasifikovanih subjekata je 63,23% (90), odnosno nekorektno klasifikovanih 30,76% (40). Model ima senzitivnost od 67,8%, specifičnost 69,2%, preciznost 43,5%, tačnost 69,23% i F-meru od 69,2%, AUC iznosi 0,679. Odgovarajuća matrica konfuzije data je u tabeli 40.

Tabela 40. Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u višeslojnom perceptronom modelu za sve atribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	71	14	69,23
0	26	19	

Sa istom matricom cene, a uključivanjem selekcije atributa, performanse klasifikatora se poboljšavaju (tabela br. 40) Procenat korektno klasifikovanih subjekata iznosi 70% (91), odnosno nekorektno klasifikovanih 30% (41). Model ima senzitivnost od 70%, specifičnost 70%, preciznost 69,3%, tačnost 70% i F-meru od 69,5%, AUC iznosi 0,722.

Tabela 41 . Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u višeslojnom perceptronom modelu za odabrane attribute

STVARNA VREDNOST	PREDVIĐENA VREDNOST		PROCENAT KOREKTNO KLASIFIKOVANIH SUBJEKATA (%)
	1	0	
1	68	17	70
0	22	23	

Selektovani atributi, rangirani po opadajućem značaju su:

- zahtevi radnog mesta pre operacije: stajanje
- degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L3-L4
- procena smetnji pri radu usled bolesti
- kategorija fizičkog opterećenja posle operacije
- zahtevi radnog mesta pre operacije: hodanje
- dužina radne nesposobnosti u poslednjih 12 meseci pre operacije
- dužina radne nesposobnosti pre operacije
- podizanje, nošenje tereta posle operacije
- kategorija fizičkog opterećenja pre operacije
- simptomatski nivo
- zahtevi radnog mesta posle operacije: saginjanje
- zahtevi radnog mesta posle operacije: rotacija trupom
- degenerativne promene IVD L4-L5
- očekivanja ispunjena ishodom operativnog lečenja
- bračno stanje

Pregled performansi sva tri modela (DT, SVM, MLP), za predviđanje promene radnog mesta za sve attribute (Tabela 42) i za selektovane attribute, data je tabelarno (Tabela 43)

Tabela 42 - Klasifikacija performansi modela za sve atribute za predviđanje promene radnog mesta

Metoda	Tačnost	Klasa	Preciznost	Specifičnost	F-mera
AD	61.5 %	1	0.72	0.61	0.69
		2	0.45	0.38	0.47
SVM	70.76%	1	0.75	0.81	0.78
		2	0.59	0.51	0.54
MLP	69.23 %	1	0.73	0.83	0.78
		2	0.57	0.42	0.48

Tabela 43 - Klasifikacija performansi modela za odabrane atribute za predviđanje promene radnog mesta

Metoda	Tačnost	Klasa	Preciznost	Specifičnost	F-mera
AD	65.38 %	1	0.76	0.65	0.72
		2	0.5	0.34	0.54
SVM	73.85 %	1	0,76	0.87	0.81
		2	0,66	0.48	0.56
MLP	70.0 %	1	0.75	0.8	0.77
		2	0.57	0.51	0.54

Diskusija

Hirurgija lumbalne kičme pokazala se kao efikasna kod mnogih degenerativnih stanja kičme, uz postojanje značajne razlike u ishodu nakon operacije na individualnom nivou pacijenta.

Lekarima, različitih specijalnosti, koji se bave patoanatomskim i funkcionalnim problemima kičmenog stuba, koristi da grupa pacijenata koja se nakon lečenja neće vratiti na posao bude identifikovana putem predikcionog modela (92).

Statistička obrada i interpretacija anamnestičkih i kliničkih podataka uz primenu metoda mašinskog učenja u našoj studiji, objasnio je neku od varijacija u ishodu operativnog lečenja u posmatranom periodu nakon operacije lumbalne kičme.

Sistematski pregled baze podataka (Medline, Embase, The Cochrane Library) zaključno sa 2008. godinom, ukazao je na najveću prevalencu hernijacije diskusa u životnom dobu između 30 - 50 godina, sa zastupljenošću osoba muškog i ženskog pola u proporciji 2:1 (93).

U ispitivanoj grupi operisanih bolesnika naše studije, nema statistički značajne razlike u broju ispitanika prema polu: 79 (52%) osoba muškog i 74 (48%) osobe ženskog pola.

Diskus herniji najčešće prethodi degeneracija IVD. U svojoj studiji Miler (Miller) i saradnici su, na osnovu nalaza autopsije zaključili, da diskusi kod muškaraca počinju da podležu procesu degeneracije deceniju ranije i više su degenerativno izmenjeni, u odnosu na očekivani uzrast, u poređenju na diskuse kod žena (94). Međutim poslednje saopštenje o polnim razlikama ukazao je da se degenerativne promene IVD javljaju u sličnim stopama u oba pola (95) Patoanatomske studije jasno ukazuju da svi ljudi starosti preko 30 godina imaju degenerativne promene IVD. U studiji 1000 uzastopnih obdukcija, Hajne (Heine) je pokazala da se degeneracija diskusa povećava linearno od 0% do 72%, starosne dobi između 39 i 70 godina života (96), (97).

Hernijacija IVD obično se događa između 30-40 godine života, jer je još održan određeni nivo hidratacije diskusa. To objašnjava da je hernijacija značajno češća kod osoba u ovom životnom periodu u odnosu na osobe starije životne dobi (98).

U našoj studiji prosečna starost bila je 43,03 godine, prosečne godine života u grupi muškaraca i u grupi žena su bile bez značajne razlike (srednja vrednost kod muškaraca 43,44, a kod žena 42,61 godina). Distribucija ispitanika prema godinama i polu, ukazala je da su zbog lumabalne diskus hernije operisane osobe starosti između 30 i 50 godina, što je u skladu sa podacima iz literature (93), (99).

Magnetna rezonanca (MRI) je najvažniji metod za morfološku procenu patologije intervertebralnog diskusa. Karakteristike signala diskusa u T2 sekvenci u sagitalnoj projekciji MRI odražavaju promene uzrokovane starenjem ili degeneracijom (100), (101).

Korišćena metodologija po Firmanu (Phirmann), daje morfološki sistem gradacije degenerativnih promena IVD, zasnovanu na intenzitetu MRI signala strukture IVD, razlike signala između anulusa fibrozusa i nukleusa pulpozusa, kao i očuvanosti visine intervertebralnog prostora. Ova metoda deli promene IVD u pet kategorija. Po navedenom sistemu gradacije stepen I, označava da postoji homogenost nukleusa pulpozusa, očuvanost visine diskusa i jasna razlika između anulusa fibrozusa i nukleusa pulpozusa. U stepenu II i III postoji nehomogenost strukture diskusa, bez jasne granice nukleusa i anulusa, uz očuvanost njegove visine, dok u IV i V stepenu, uz nehomogenu strukturu, postoji i gubitak visine IVD (100).

Lumbalni segment kičmenog stuba je najčešće zahvaćen degenerativnim promenama IVD, jer je to deo kičmenog stuba koji je najviše izložen mehaničkim stresovima (17), (102). Degenerativne promene lumbalnog segmenta, dokazane MRI ispitivanjima, javljaju se na svim nivoima ali najčešće na nivou L3-L4, L4-L5 i L5-S1 (103). Zbog najveće učestalosti pojave degenerativnih promena na ovim nivoima, i u našoj studiji su ova tri nivoa uzeta za analizu.

Predominantna hernijacija na nivoima L4-L5 i L5-S1 u našoj ispitivanoj grupi bila je u skladu sa podacima iz literature. Hernijacija IVD na nivou L4-L5 i L5-S1 prisutna je kod oko 95% pacijenata naše studije (17).

Najviše pažnje je posvećeno uticaju životne i radne sredine kao faktora rizika degenerativnoj bolesti IVD, međutim studije koje su istraživale nasledne aspekte su dramatično promenile ranije koncepte. Jedna grupa autora ističe da faktori iz životne i radne sredine, mogu objasniti degenerativne promene diskusa kod malog broja bolesnika i zaključuju da genetski faktori nose važnu ulogu u diskalnoj patologiji (104). Segment grudnog i slabinskog dela kičme, od nivoa T12 do L3 pokazuje 61% varijabilnosti u odnosu na genetske faktore, 7% čine faktori uslovljeni fizičkim opterećenjem a 9% uslovljeno je godinama života. Segment od L4-S1 pokazuje svega 34% varijabilnosti zbog genetskih faktora, 2% zbog fizičkih opterećenja i 7% uslovljeno je godinama života. Činjenica da je degeneracija diskusa izraženija na nivoima lumbalnog segmenta od L4 do S1, u odnosu na nivoe od L1 do L3, ukazuje da postoje druge nerazjašnjene varijable koje imaju ulogu u patogenezi degeneracije IVD, a koje imaju većeg uticaja na niže nivoe lumbalnog segmenta u odnosu na više nivoe (99).

U našem istraživanju bolesnici koji su operisani zbog lumbalne diskus hernije imali su najučestalije degenerativne promene stepena IV i V na nivou L5-S1 sa 81,7%, što je signifikantno više u odnosu na nivo L3-L4 gde su degenerativne promene većeg stepena detektovane kod 18,3% bolesnika. Na nivou L4-L5 degenerativne promene stepena I,II i III su zastupljene skoro podjednako bez zanačajne razlike u odnosu na promene IV i V stepena. Degenerativne promene većeg stepena na nivou L5-S1 mogle bi da objasne povećanu učestalost diskus hernije tog nivoa. Međutim degenerativne promene manjeg stepena na nivou L4-L5 i pojava diskus hernije može da ukaže na uticaj drugih faktora, koji doprinose nastanku hernijacije diskusa.

Grupa autora dovodi u vezu dizanje i nošenje tereta, fleksiju i uvrtnanje trupa sa većom frekvencijom lumbalne diskus hernije (105). Time bi moglo da se objasni i herniacija manje degenerativno izmenjenih diskusa kod 24.2% ispitanika naše studije, posmatrajući simptomatske diskuse na nivoima L3-L4, L4-L5 i L5-S1. Interesantno je istaći da su studije koje su proučavale degenerativne bolesti IVD na nivou koji je podlegao hernijaciji pokazale da diskus kod kojeg dođe do hernijacije nije obavezno degenerativno izmenjen (106). Modik i saradnici (Modic et al) su ispitivali stepen degeneracije IVD koji je podlegao hernijaciji i dokazali su da je u 60% slučajeva IVD degenerativno izmenjen, a u 8% slučajeva degeneracija ne prethodi hernijaciji (101), (107).

Degenerativne promene fasetnih zglobova, kod bolesnika mogu biti izvor bola u slabinskom delu leđa (108), uz sinergističko dejstvo profesionalnih i psihosocijalnih faktora, mogu uzrokovati umanjeње radne sposobnosti ili nastanak trajne nesposobnosti radno aktivnih osoba. Degenerativne promene fasetnih zglobova, spondilartroza, nastaje kao posledica erozija njihovih hrskavičavih površina a klinički se manifestuju kao slabo lokalizovani bol, koji menja intenzitet sa promenom posture tela (6), (108). Zbog moguće povezanosti između degenerativnih promena fasetnih zglobova lumbosakralnog segmenta kod operisanih bolesnika i povratka na posao, u okviru disertacije izvršena je MRI analiza i klasifikacija promena po metodi Vajshaupta i saradnika (Weishaupt et al). Prema ovoj metodi, na fasetnim zglobovima mogu se razlikovati četiri stepena, morfoloških promena, označenih od 0 do 3. Kada je prostor između fasetnih zglobova normalan i iznosi 2 ± 4 mm širine, označava se kao 0 stepen. Stepen 1 – je označen kada postoji suženje prostora između fasetnih zglobova i iznosi manje od 2 mm i / ili postoje mali osteofiti i / ili blaga hipertrofija zglobnih nastavka, 2 – kada je suženje prostora između fasetnih zglobova uz umereno prisustvo osteofita i / ili umerenu hipertrofiju zglobnih nastavka i / ili blagu eroziju subartikularnog dela kosti, a stepen 3- kada postoji suženje fasetnih zglobova, veliki osteofiti i / ili teška hipertrofija zglobnih nastavka i / ili teška subartikularna erozija kosti i / ili prisustvo subhondralnih cisti (83).

Rezultati analize su ukazali da nema signifikantne razlike u stepenu degeneracije fasetnih zglobova desno i levo, posmatrajući sva tri nivoa. Najučestalije su promene 0 i 1. stepena na nivou L3-L4 (L/D) sa 48%/48% i L4-L5 (L/D) 42,8%/41,8%, promene 2. stepena na nivou L5-S1 (L/D) sa 39,2%/41,2%, dok su najmanje zastupljene degenerativne promene 3. stepena na sva tri posmatrana nivoa. Kao što se iz grafičkog prikaza može uočiti degenerativne promene nižeg stepena su u većini slučajeva zastupljene na nivo L3-L4 i L4-L5, dok su degenerativne promene većeg stepena najviše zastupljene na nivou L5/S1.

Slične rezultate objavila je i skorašnja radiološka studija, koja je proučavala povezanost između stepena degenerativnih promena fasetnih zglobova na nivou L4-L5 i L5-S1 i bola u leđima, obuhvatila je 591 osobu, koristila je Vajshauptovu (Weishaupt) metodu klasifikacije promena fasetnih zglobova. Rezultati ove studije su ukazali da je najviša zastupljenost degenerativnih promena 2. stepena, na nivou L4-L5(L/D) 49,1%/51,1% i nivou L5-S1(L/D) 53,8%/55,0%. Najmanja je bila zastupljenost promena 3. stepena oko 20% na oba posmatrana nivoa.

Korelacija između funkcionalne onesposobljenosti zbog bola u leđima i stepena degeneracije fasetnih zglobova, posmatrane sa leve i desne strane, u ovoj studiji nije utvrđena (109). Naša studija takođe nije pokazala zavisnost između degenerativnih promena fasetnih zglobova i radne sposobnosti bolesnika.

U našem istraživanju pokazalo se da je između stepena degenerativnih promena IVD i stepena degenerativnih promena fasetnih zglobova postoji međusobna povezanost. Viši stepen degeneracije IVD (IV i V. stepen po Firmanu), ne prati i veći stepen degenerativnih promena fasetnih zglobova (po Vajshauptu 0 i 1 st.). Ovo pokazuje da degenerativni proces IVD nastaje ranije i verovatan je uzrok degenerativnih promena fasetnih zglobova.

Utemeljena su verovanja da između insuficijencije leđne muskulature i bola u leđima postoji povezanost. Histološka istraživanja su dokazala da postoje promene u preraspodeli tipa mišićnih vlakana i redukciji njihove debljine, kod osoba koje imaju bolove u leđima ili diskus herniju. Fizičke vežbe za jačanje paraspinalne muskulature, preporučuju se kao terapijski metod kod bola u donjem delu leđa. Atrofija mišića dovodi do masne degeneracije koja se dovodi u vezu sa bolom u leđima. Masna degeneracija mišića multifidusa (LMM) može se proceniti neinvazivnom metodom pomoću MRI. Masna infiltracija LMM vizuelno se procenjuje kao odsutna (do 10%), umerena (do 50%) ili teška (preko 50%) (110).

Rezultati istraživanja povezanosti između bola u leđima i masne infiltracije paravertebralne muskulature, na velikom uzorku populacije, daju uverljive dokaze da masna infiltracija u LMM snažno korelira sa bolom u donjem delu leđa kod odraslih, a nalazi se u područjima najizraženijih degenerativnih promena kičme (110). Zbog toga smo ispitali zavisnost između povratka na posao i radnu nesposobnost naših ispitanika sa stepenom masne infiltracije LMM. Ova zavisnost međutim između masne infiltracije paraspinalne muskulature i povratka na posao u našoj studiji nije utvrđena.

Nasuprot očekivanjima da se masna infiltracija nalazi duž više nivoa lumbalne kičme, najviše je lokalizovana na nivou L4 i L5. Veći stepen masne infiltracije LMM nije povezan sa indeksom telesne mase, vrstom posla, kao ni uticajem drugih fizičkih aktivnosti tokom slobodnog vremena (110).

U našem istraživanju 80% ispitanika imalo je masnu infiltraciju LMM, od toga 25% ispitanika infiltraciju teškog stepena što bi moglo da se dovede u vezu sa većim stepenom degenerativnih promena kičmenog stuba naše ispitivane grupe.

Povezanost profesionalnih faktora sa degenerativnim bolestima IVD potvrđena je u epidemiološkim studijama (46). Dužina ekspozicije štetnostima sa radnog mesta svakako ima značaj u pojavi degenerativnih bolesti diskusa. Studija koja je proučavala uticaj fizičkog opterećenja na pojavu lumbalnog sindroma kod zidara pokazala ju incidencu od 38% do 57%, a naročito rizičnim utvrđeno je bavljenje zidarskim poslom duže od deset godina (111).

U našem istraživanju prosečna dužina ukupnog radnog staža ispitanika bila je 18,24 godine, dok je dužina radnog staža na radnom mestu na kojem je ispitanik radio pre operativnog lečenja, iznosila je prosečno 13,46 godine.

Povratak na posao nakon operativnog lečenja

Povratak na posao nakon operativnog lečenja lumbalne diskus hernije predstavlja značajan pokazatelj uspeha ishoda hirurške intervencije, rehabilitacije i habilitacije bolesnika.

Posmatrano kroz prizmu vremenske dimenzije predstavlja sekundarni ishod ili kasni ishod operativnog lečenja.

Rezultati naše studije ukazali su na dobre rezultate ishoda operativnog lečenja, merene povratkom na posao. Ukupno 85% bolesnika je unutar 12 meseci bilo ponovo radno sposobno za sticanje materijalnih i nematerijalnih dobara za život, što je u skladu sa rezultatima ostalih istraživanja (16). Dve trećine bolesnika (64%), vratilo se na svoje radno mesto koje je obavljalo pre operativnog lečenja, bez ikakvih ograničenja. Promenu radnog mesta ostvarilo je 36% zaposlenih bolesnika.

Na povratak na posao ne utiču uvek samo medicinski faktori i faktori vezani za patoanatomske promene kičme već i razni drugi. Povratak na posao može biti zavisao od samog stava pacijenta prema poslu, tipa opterećenja na poslu, kulturološkog nivoa, kao i materijalne kompenzacije tokom privremene sprečenosti za rad. Zbog toga se podaci vezani za povratak na posao nakon operacije lumbalne diskus hernije i razlikuju po raznim zemljama. U skandinavskim zemljama 66% bolesnika se vraća na svoje prethodno radno mesto, koje je obavljalo pre operativnog lečenja 8% menja radno mesto, 7 % prelazi na poslove bez teškog fizičkog opterećenja, 17% se ne vraća na posao i penzioniše. (112). U Severnoj Americi i Evropi 90% se vraćaju na posao od toga u 10% do 30% slučajeva menjaju radno mesto, tačnije prelaze na fizički manje zahtevna radna mesta (113), (112).

U našem istraživanju najveći broj ispitanika (49%), vratilo se na posao unutar 4 meseca nakon hirurške intervencije, dok se ostalih 21,6% bolesnika vratilo u periodu od 4 do 6 meseci. Vreme povratka na posao je u proseku između 6 do 12 nedelja, svedoče i ranija istraživanja (112). Uglavnom oni koji su obavljali sedentarne poslove vratili su se na posao ranije u odnosu na one koji su obavljali težak fizički rad (112).

Strah od reherniacije nakon diskektomije ima tradicionalnu praksu, pa su hirurzi primorani da ograniče aktivnosti pacijenta u kući i radnom mestu, od nekoliko nedelja do nekoliko meseci. Iako je opšte prihvaćena praksa da pacijenti nastave sa obavljanjem ranijih poslova ukoliko su oni fizički manje zahtevni, kod onih pacijenata koji obavljaju teže fizičke poslove, postoji nedostatak podataka koji podržavaju ovu praksu. Nasuprot tome, Karegiova (Carragee) kohortna studija od 152 bolesnika praćenih u proseku od 4,8 godina pokazala je da se operisani bolesnici ranije vrate na posao bez dugoročnih komplikacija, kada preporuku o ograničenjima

postoperativno nisu dobili od strane hirurga. Produžavanje trajanja preporučenih postoperativnih ograničenja u aktivnostima, nakon diskektomije je relativno. Postoperativna ograničenja nisu neophodna kod većine pacijenata (114).

I dalje su prisutne kontradikcije oko trajanja i potrebe postoperativne restrikcije fizičke aktivnosti nakon hirurškog lečenja lumbalne diskus hernije. Sportske aktivnosti (vožnja bicikla, plivanje, trčanje, skijanje, hodanje) nakon lumbalne diskektomije kod mladih ljudi nisu ograničavajući faktor (115). Ishod mikrodiskektomije kod sportista sa hernijacijom diskusa u lumbalnom segmentu je zadovoljavajući u pogledu mogućnosti povratka operisanih sportista svom uobičajenom nivou sportskih aktivnosti (116). Longitudinalna studija koja je tražila prediktore za povratak na posao operisanih bolesnika, nije našla statistički značajan uticaj vrste posla na ishod nakon lumbalne diskektomije (117).

U ispitivanoj grupi, na osnovu analiziranih podataka iz posebno dizajniranog upitnika vezanog za fizička opterećenja bolesnika na radnom mestu, klasifikovana su i podeljena u četiri kategorije: lak, srednje težak, težak i vrlo težak rad. Težak i vrlo težak rad grupisan je, i kao takav najviše je zastupljen u grupi bolesnika naše studije ($\chi^2=14,863$, $df=2$, $p=0.001$, $p<0,01$). Finska studija koja je proučavala uticaj profesije u cilju predviđanja pojave lumbalne diskus hernije kao rizika od hospitalizacije, pokazala je da postoji značajna povezanost između ekstremne fleksije trupom i hernijacije diskusa kao i povezanost kumulativnog efekta nošenja tereta i hernijacije diskusa (118). Sa tim u vezi veći broj ispitanika koji su obavljali težak i vrlo težak rad u našoj studiji može da ukaže na ovu povezanost.

U našoj studiji nije utvrđen statistički značajan uticaj fizičkog opterećenja na radnom mestu na povratak na posao niti uticaj fizičkog opterećenja na dužinu trajanja privremene radne nesposobnosti. Međutim naveći broj (63,3%) pacijenata koji se vraćaju na posao u prvih 4 meseca, obavljaju sedentarne poslove.

Takođe je dokazana povezanost u smislu češće promene radnog mesta sa kategorije teškog fizičkog opterećenja na kategoriju lakog ($\chi^2=6,468$, $df=1$, $p=0,01$), što je u skladu sa objavljenim rezultatima ranijih istraživanja (113), (112).

Posmatrajući kategorije fizičkog opterećenja ispitivane grupe pre i posle operacije uočava se statistički značajna promena broja ispitanika koji su nakon operacije prešli na lakši posao. ($\chi^2=44,478$, $df=1$, $p>0,001$).

Posmatrajući odvojeno grupu bolesnika koji su na svom radnom mestu sedeli preko 30% radnog vremena, bez zahteva fleksije i rotacije trupa, kao i bez dizanja i nošenja tereta, vraćali su se na svoje prethodno radno mesto u 79% slučajeva.

Ši i saradnici (Shi et al) u svom skorašnjem istraživanju potvrđuju da preoperativno fizičko opterećenje na radnom mestu utiče na operativni ishod i rezidualnu simptomatologiju kod bolesnika koji su obavljali težak fizički rad sa signifikatno većim stepenom nesposobnosti za svoj prethodni posao u odnosu na one koji su obavljali srednje težak ili lak fizički rad (71).

Skorašnja istraživanja dokazala su da školska sprema statistički značajno utiče na povratak na posao, tačnije da se osobe nižeg obrazovnog nivoa ređe vraćaju na posao. (16), (119), (120) .U našem istraživanju najveći broj ispitanika, imalo je srednješkolsko obrazovanje (65%) a najmanji je bio broj ispitanika sa osnovnom školom(12%). Jednu četvrtinu ispitanika činile su osobe sa višom i visokom stručnom spremom. Iz grafičkog prikaza koji pokazuje povratak na posao u odnosu na školsku spremu ispitanika, možemo uočiti da je najveći udeo ispitanika sa srednješkolskim obrazovanjem (73%), koji se nisu vratili na posao u periodu od 12 meseci. Uočava se takođe, da su svi ispitanici koji su imali visoku i višu školsku spremu, vratili na posao. Stromkvist i saradnici (Strömqvist) su istraživali polno zavisne faktore kod lumbalne disektomije pre i postoperativno. Zaključili su da osobe ženskog pola preoperativno trpe bolove većeg intenziteta u leđima, koje ih radno onesposobljavaju češće u odnosu na muškarce, ali da se nakon operativnog lečenja njihov povratak na posao i zadovoljstvo ishodom operacije ne razlikuje (121), (57). Kohortna studija iz 2015. godine Američke asocijacije neurohirurga takođe nije našla povezanost između povratka na posao i pola (122). Studija sprovedena kod iranske populacije međutim pokazala je da se osobe ženskog pola ređe vraćaju na posao nakon operacije lumbalne diskus hernije (16). U našem istraživanju pol se nije pokazao kao značajan faktor za povratak na posao kod operisanih bolesnika.

Jedna grupa autora navodi da godine života igraju ulogu za povratak na posao nakon hirurške intervencije. Faktori koji mogu uticati da se bolesnici operisani zbog lumbalne diskus hernije kasnije vrte na posao ili uopšte ne vrte je između ostalog i životna dob preko 40 godina (16), (82), (123) .U našoj studiji smo u cilju utvrđivanja ove veze, ispitanike podelili u dve grupe: grupu osoba do 40 godina života i u grupu osoba preko 40 godina života. Nije utvrđeno da se osobe koje imaju manje od 40 godina života statistički značajno češće vraćaju na posao. Međutim utvrđena je statistička značajnost da su ispitanici stariji od 40 godina češće menjali radno mesto nakon operativnog lečenja. Prikazali smo da su 67,6% ispitanika činile osobe životne dobi preko 40 godina koje su promenile radno mesto pri povratku na posao.

Radna sposobnost je u korelaciji sa indeksom telesne mase (BMI), potvrđuju studije iz oblasti medicine rada (124), (125). Jedna grupa autora u istraživanjima čija je tema bila povratak na posao nakon lumbalne diskus hernije pronašla je da BMI preko 25 kg/m² pokazatelj slabijeg povratka na posao (16), dok druga grupa autora nije potvrdila ovu povezanost (126), (117).

U našoj studiji nije pronađena zavisnost između BMI i povratka na posao. Međutim, potvrđena je povezanost između promene radnog mesta u grupi bolesnika koji su se vratili na posao i telesne uhranjenosti. Ispitanici koji su po vrednostima BMI klasifikovani u prekomerno uhranjene i gojazne su u 63% slučajeva promenili radno mesto. Na osnovu iznetih rezultata moglo bi da se kaže, da prekomerna telesna masa ne dovodi do radne nesposobnosti ali je ograničavajući faktor za ispunjavanje postavljenih zahteva na radnom mestu u celini kod operisanih bolesnika.

U grupi operisanih bolesnika naše studije, tipovi preduzeća prema vlasništvu, podeljeni su na privatni i javni. Činili su približno jednak udeo oba tipa radnih organizacija. U početnoj fazi istraživanja pretpostavili smo da će biti značajne razlike u povratku na posao između ispitanika koji rade u javnim i privatnim preduzećima. Ova pretpostavka je proizišla iz prakse zaposlenih u privatnom sektoru koji često imaju strah od otkaza zbog predugog bolovanja. Nakon analize nije utvrđen statistički značajan uticaj na povratak na posao u posmatranom periodu, niti značajan uticaj na promenu radnog mesta posmatrajući tip sektora radne organizacije. U našem istraživanju takođe nije nađena statistički značajna razlika dužine trajanja privremene radne nesposobnosti u grupi bolesnika, koji su se u okviru 12 meseci vratili na posao, u odnosu na privatni ili javni sektor. Ovo bi moglo da se objasni generalno strahom od prekida radnog odnosa kod zaposlenih u oba tipa preduzeća, zbog novog Zakona o radu (127) koji je na snazi. Prema članu 179. ove pravne regulative, poslodavac ima pravo da prekine ugovor o radu zaposlenog, ako usled tehnoloških, ekonomskih ili organizacionih promena prestane potreba za obavljanjem određenog posla ili dođe do smanjenja obima posla. Usled sve veće stope nezaposlenosti u našoj sredini, prestanak radnog odnosa je često teško nadoknadiv ekonomski gubitak, ali i veliki psihički stres.

Produžena radna nesposobnost ili invaliditet nakon operativnog lečenja može da bude uzrokovan rezidualnim bolom u nozi ili leđima. Ranije studije navode da čak jedna četvrtina pacijenata nakon operativnog lečenja oseća bol koji perzistira i nakon operativnog lečenja (128). U našoj studiji rezultati su ukazali da je došlo do signifikantnog umanjavanja prosečne vrednosti intenziteta bola u leđima nakon operativnog lečenja diskus hernije u odnosu na period pre operacije. Kod manjeg broja bolesnika bol leđima koji perzistira je srednjeg intenziteta, najčešće nivoa 5 do 8 prema VAS skali bola. Međutim, kod većine bolesnika, rezidualni bol u leđima je malog intenziteta, najučestalije ocenjen od 1 do 3 na VAS skali.

Uzroci koji dovode do bolnih senzacija u leđima pored brojnih biopsihosocijalnih faktora, najpre treba da se potraže u morfološkim izmenama IVD i okolnih struktura. Postoji nekoliko publikacija koje nastoje da objasne korelaciju između nastalih degenerativnih promena (129) diskusa i kliničke simptomatologije (6), (100), (130).

Studija preseka koja je proučavala broj patoloških promena IVD od L4 do S1 segmenta i stepen invaliditeta i intenzitet bola u leđima nije našla značajnu povezanost ovih varijabli (131). Takođe je potvrđeno da ne postoji detektabilna nalaz MRI, koji može da potvrdi uzrok bola u leđima i nije adekvatan u primeni u dijagnostičke svrhe kod bola u leđima (132). Strukturalne varijable praćene MRI i diskografijom pokazale su samo slabu povezanost sa epizodom bola u leđima koja takođe nije bila povezana sa radnom sposobnošću ispitanika, ističe grupa američkih naučnika (133).

Patoanatomske promene struktura lumbalne kičme u grupi ispitanika naše studije posmatrane su MRI pregledom. Pretpostavka je da bi povezanost između degenerativnih promena većeg stepena i bola ili osećaja nelagodnosti u leđima, mogla da objasni razlog za nastanak ograničene

radne sposobnosti, odnosno nastanak trajne radne nesposobnosti, kod pacijenata operisanih zbog diskus hernije.

U našoj studiji degenerativne promene IVD detektovane nalazom MRI, nisu pokazale zavisnost sa povratkom na posao i promenom radnog mesta kod ispitivanih bolesnika što bi indirektno moglo da potvrdi da degenerativne promene većeg stepena intervertebralnih diskusa nisu razlog ograničene ili potpune radne nesposobnosti.

Istorija dužine trajanja bola u nozi, pre operativnog lečenja je dobar prediktor za pojavu ponavljanih epizoda bola i radne nesposobnosti kao i pokazatelj za mogući loš ishod povratka na posao nakon lumbalne diskektomije novode pojedina istraživanja (134), (135). Jedna studija navodi da dužina trajanja bola u nozi preko 8 meseci korelira sa lošim operativnim ishodom i loš je prognostički znak za povratak na posao (136) U našoj studiji nije nađena značaja zavisnost između dužine trajanja bola u nozi i povratka na posao, kao ni zavisnost između dužine trajanja bola u nozi i promene radnog mesta.

Bol u nozi vodeći je simptom kod pacijenata koji imaju lumbalnu diskus herniju. Cilj lečenja je dekompresija korena živca, sa očekivanim oporavkom motornog deficita i uklanjanjem ili značajnim umanjnjem radikularnog bola u nozi. Nakon operativnog lečenja u jednom broju slučajeva bol može perzistirati i postati uzrok umanjnja radne sposobnosti ili invaliditeta bolesnika. U našoj studiji nakon operativnog lečenja ispitanici su na VAS skali odredili intenzitet perzistirajućeg bola u nozi i odredili su svoju radnu sposobnost na vizuelnoj skali. Pokazano je da se intenzitet bola značajno umanjio kod najvećeg broja ispitanika. Ispitivanjem relacije između srednje vrednosti radne sposobnosti ispitanika i srednje vrednosti bola u nozi pokazana je nepotpuna i negativna povezanost, koja ukazuje da manji intenzitet bola u nozi korelira sa boljom radnom sposobnošću ispitanika, ali da ta korelacija nije linearna. To bi značilo da samoprocena dobre radne sposobnosti kod operisanih bolesnika, ne zavisi isključivo od odsustva bola u nozi, već da na njega utiču i drugi faktori.

Pored intenziteta i trajanja bola, senzitivnih i motornih deficita, više psihosocijalnih faktora doprinosi nepovoljnom ishodu koje je vezan za nefunkcionalnost i bol pacijenata. U međunarodnim vodičima dobre prakse ističu se dokazi nivoa B, kako psihosocijalni i faktori iz radne sredine imaju presudni uticaj na radnu sposobnost kod osoba sa bolom u leđima. Međutim uticaj ovih faktora na radnu sposobnost ne izostaje ni kod bolesnika koji su imali neku od operacija na kičmi. Zadovoljstvo poslom, posmatrajuću globalno sve aspekte posla, određuje kada će se zaposleni vratiti na svoj posao. Veće nezadovoljstvo poslom će sa većom verovatnošću uticati na izostanak povratka na posao ističe konzenzus eksperata. (137).

Stavovi vezani za rad kao što su zadovoljstvo poslom, očekivanja zaposlenih u vezi sa radom, uslovi za ostvarenje nadoknade štete, nemogućnost kontrole okolnosti vezanih za posao, pasivni stav prema poslu predstavljaju faktore rizika na koje treba u isto vreme uticati, jer je to varijabla koja predviđa ponavljane epizode i održavanje invaliditeta (3). Studije sprovedene pod kontrolisanim uslovima dokazale su da proces rada pod stresogenim uslovima kod ispitanika

povećava pritisak unutar IVD i EMG aktivaciju paraspinalne muskulature, što može da doprinese oštećenju lumbalnog segmenta kičme (137).

Istraživanja vršena u cilju standardizacije Indeksa radne sposobnosti (WAI) kao vrednosti samoprocene radne sposobnosti u Finskoj, krenula su od činjenice da je mišljenje radnika o svojoj radnoj sposobnosti u rangu mišljenja eksperata. Naše istraživanje koristilo je vizuelnu skalu za samoprocenu radne sposobnosti kao jednog od elementa skala za merenje WAI. Dokazali smo da bolesnici koji su zadovoljni poslom svoju radnu sposobnost ocenjuju višim vrednostima u odnosu na ispitanike koji globalno nisu zadovoljni poslom. Uticaj zadovoljstva poslom je dokazan i na ishod povratka na posao nakon operacije lumbalne diskus hernije. Najveći broj pacijenata (95%), koji su zadovoljni poslom se vratilo na posao, a 73% nezadovoljnih se nije vratilo na posao.

Istraživanja potkrepljuju da podrška kolega i pretpostavljenih povećava uspeh lečenja i utiče na brži povratak na posao (3).

U našem istraživanju dokazali smo da su podrška na poslu od strane kolega i nadređenih i povratak na posao međusobno zavisne varijable. Bolesnici koji su se vratili na posao u 79 % slučajeva su imali podršku od strane radne organizacije u kojoj su bili zaposleni.

Naša studija je pokazala da i dužina trajanja radne nesposobnosti nakon operacije zavisi od podrške na poslu. U najranijem vremenskom periodu nakon operacije 84% ispitanika koji su imali podršku na poslu, vratili su se na posao, što je činilo 62% svih povrataka na posao.

Nakon operativnog lečenja kičme radni kapacitet određen je i individualnim psihološkim karakteristikama bolesnika. Strah od ponovne povrede i pasivni stav prema prevazilaženju problema faktori su negativnog ishoda. Očekivano je da je telesni bol povezan sa strahom od ponovnog nastanka istog, samim tim i razumljivo je da će individua izbegavati radnje koje mogu doprineti ponavljanju i/ili povećanju intenziteta bola. Ublažavanje tegoba kod hroničnih bolnih stanja sprečeno je negativnim stavom i izbegavajućim ponašanjem, koje vremenom doprinosi nastanku doživljaja anksioznosti, koja se povećava sa svakom novom senzacijom bola. Tako nastala trajna funkcionalna nesposobnost nije rezultat isključivo postojanja bola već i psihičke nadogradnje. Negativan stav i katastrofizirajući način razmišljanja kao kognitivni stil individue duboko prodire pri obradi bola i doživljaju sopstvene radne sposobnosti (137).

Termin depresija ili depresivan se koristi za označavanje nekih trenutnih ili trajnijih fenomena koji se sreću u sastavu normalnog duševnog života. Takođe, ovim terminom označavaju se stanja koja su pratioci različitih (skoro svih) duševnih i telesnih bolesti, ali i samostalne kategorije poremećaja (138).

Anksiozne i depresivne reakcije najčešće prate različite operativne zahvate. Negativni stavovi vezani za telo nisu samo povezani sa niskom samoprocenom i doživljajem nesigurnosti, već sa anksioznošću koja se javlja zbog bolova, oboljenja i telesnog povređivanja. Pokazana je značajnost preoperativne anksioznosti koja je u korelaciji sa očekivanom postoperativnom anksioznošću, brzinom oporavka i pojavom bola nakon operacije, pa je iz pomenutih razloga

veoma važno redukovati preoperativnu anksioznost. Anksiozne crte ličnosti u velikom stepenu koreliraju sa pojavom preoperativne anksioznosti, ali i sa odražavanjem anksioznosti nakon izlaska iz bolnice, uz pojavu povećane depresivnosti i zamorljivosti, što sve rezultira čestim ponovnim posetama lekaru (139). Najvažniji nalaz istraživanja Šade i saradnika (Schade et al) sprovedenog kod operisane grupe pacijenata zbog lumbalne diskus hernije je, da povratak na posao zavisi isključivo od psiholoških faktora, tačnije depresivnog ispoljavanja (50), kao i psiholoških aspekata rada, odnosno profesionalnog mentalnog stresa (140).

U našoj studiji korišćena je klinička metoda za testiranje postojanja anksioznog i depresivnog ispoljavanja. Vrednosti testova preko 8 bodova od mogućeg 21 boda, uzeti su kao postojanje anksioznog i depresivnog ispoljavanja respektivno (87), (67). U našoj studiji se kao statistički značajan pokazao uticaj anksioznog i depresivnog ispoljavanja operisanih bolesnika sa slabijim povratkom na posao. Naime, 75% bolesnika sa anksioznim, odnosno 80% bolesnika sa depresivnim ispoljavanjem se nisu vratili na posao. Među ispitanicima koji su se vratili na posao, trećina je imala anksiozno ispoljavanje a depresivno svega 17,68%.

Predikcioni modeli

Predikcioni modeli treba da ukažu na one bolesnike kod kojih su prepoznati faktori rizika koji su se pokazali kao značajni za ograničenu radnu sposobnost ili razvoj invaliditeta, nakon operativnog lečenja lumbalne diskus hernije. Služe i za odabir onih faktora, koji su se kroz krosvalidaciju izdvojili kao značajni faktori rizika za nepovratak na posao ili promenu radnog mesta. Tako pružaju podatke koji mogu biti korisni za komunikaciju između lekara: neurohirurga sa jedne strane i specijaliste medicine rada sa druge strane, u cilju preventivnog delovanja na određene grupe faktora rizika.

Značaj modela nije samo u rezultatu klasifikacije novog subjekta već i uvid u faktore rizika koje treba razmotriti u skladu sa naučnim saznanjima o patofiziološkim procesima prirode oboljenja i zdravstvenih tegoba (3), (78).

U literaturi postoje modeli za predikciju neuspeha za povrtak na posao kod bola u leđima, bazirani na logističkoj regresiji (LR)(141). Međutim prema našim saznanjima, procena povratka na posao nakon operativnog lečenja lumbalne diskus hernije, nije do sada rađena metodama mašinskog učenja. Metod LR u našem trening skupu nije pokazao zadovoljavajuće rezultate.

U okviru ove disertacije sva tri modela (DT, SVM, MLP) za predikciju povratka na posao i predikciju promene radnog mesta, upoređeni su u odnosu na senzitivnost, specifičnost, tačnost, preciznost, F-meru i AUC.

Za predviđanje povratka na posao, sva tri modela (DT, SVM, MLP), izdvojili faktore rizika, koji su u prvom redu vezani za stav bolesnika u vezi sopstvenih očekivanja od operativnog lečenja. Značaj sopstvenih očekivanja na ishod operativnog lečenja ističu i druga istraživanja (6).

Osim toga izdvojili su se i atributi koji se odnose na pokretljivost kičmenog stuba i strukturalne promene fasetnih zglobova kičme, na nivou L5-S1 prvobitno, ali i na nivou L4-L5. Iako korelacija između funkcionalne onesposobljenosti i stepena degeneracije fasetnih zglobova, u studiji koja je proučavala ovu povezanost na nivou L4-L5 i L5-S1 nije utvrđena (109), u predikciji našeg klasifikatora ovaj faktor se pokazao od značaja.

Profesionalni faktori koji su igrali ulogu u predikciji povratka na posao, vezani su za dužinu trajanja sedenja i stajanja tokom osmočasovnog radnog vremena i uticaj određenih mikroklimatskih uslova pre operativnog lečenja. Postojanje povezanosti između dužine trajanja sedenja tokom osmočasovnog rada i povratka na posao moglo bi da se objasni rezultatima i drugih istraživanja da zaposleni koji na svom radnom mestu pretežno sede, nakon operativnog lečenja kičme češće se vraćaju na svoj posao.

Depresivno ispoljavanje je faktor koji se takođe pokazao kao značajan pri primeni modela našeg istraživanja. Najvažniji nalaz istraživanja Šade i saradnika (Schade et al) sprovedenog kod operisane grupe pacijenata zbog lumbalne diskus hernije, da je povratak na posao zavisio isključivo od psiholoških faktora, tačnije depresivnog ispoljavanja (50).

Faktori vezani za dužinu trajanja bola u nozi i leđima pre operativnog lečenja selektovani su i rangirani među krajnjima. Istorija dužine trajanja bola u nozi, pre operativnog lečenja je dobar prediktor za pojavu ponavljanih epizoda bola i radne nesposobnosti, kao i pokazatelj za mogući loš ishod povratka na posao nakon lumbalne diskektomije novode pojedina istraživanja (142), (143). Jedna studija novodi da dužina trajanja bola u nozi preko 8 meseci korelira sa lošim operativnim ishodom i loš je prognostički znak za povratak na posao (144).

Međusobna kombinacija vrednosti odabranih atributa kroz mašinski sistem, pokazala se kao značajna za klasifikaciju bolesnika za povratak na posao nakon operativnog lečenja lumbalne diskus hernije.

Za predviđanje povratka na posao, na uzorku naše studije najveću tačnost za odabrane attribute pokazao je model potpornih - podržavajućih vektora (SVM) (93,9%). Takođe najbolje klasifikovanje ispitanika dobili smo kod modela SVM sa selektovanim atributima, prezentovan merom AUC od 0,932. Ovaj model najbolje predviđa bolesnike koji će se vratiti na posao.

Najbolju senzitivnost i specifičnost pokazao je takođe model SVM, kreiran na odbranim atributima (93,8% i 93,8%, respektivno).

Model MLP za sve attribute, ima najmanje lažno pozitivnih subjekata (FP) i zadovoljavajuću tačnost (87,59%).

Međutim praktično posmatrano oba modela (SVM, MLP) spadaju u grupu „black box“ modela koji ne pružaju uvid u način selektovanja, pa u medicinskoj praksi mogu da izgledaju komplikovano ili da ulivaju nepoverenje. Ovi klasifikatori mogu biti prevedeni u jednostavne „user friendly“ programe i znatno da olakšati proces donošenja odluke i selekciju pacijenata (80).

Najbolju intuitivnu vrednost pruža model stabala odluka (DT), jer je pogodan za vizualizaciju procesa odlučivanja. Ovaj model je intuitivan i praktičan za primenu u svakodnevnoj praksi. U našem istraživanju DT pokazao je zadovoljavajuću tačnost za selektovane attribute 83,45% uz dobru klasifikaciju lažno pozitivnih subjekata (0,19) i dobru specifičnost (83,4%) . Model DT posmatrajući sve attribute, izdvojio je tri atributa, kao najznačajnija, koji pripadaju grupi psihosocijalnih faktora rizika. Ključni čvor odluke polazi od stava bolesnika o svojoj budućoj radnoj sposobnosti u narednom periodu a zatim izdvaja se podrška u preduzeću od strane nadređenih i kolega. Intenzitet bola u nozi, predstavlja treći list, kao odlučujući faktor za ishod povratka na posao ukoliko prethodna dva nisu ispunjena. Doživljaj bola, doživljaj svoje radne sposobnosti u budućnosti, predstavljaju većim delom odraz individualnih psihičkih karakteristika bolesnika a manjim delom odraz patoanatomskih promena .

Rezultat klasifikovanja selektovanim atributima DT model je takođe sveo psihosocijalne faktore kao presudne za povratak na posao: sopstvena prognoza radne sposobnosti u budućnosti, podrška od strane preduzeća, očekivanja ispunjena ishodom operativnog lečenja, sopstvena procena smetnji pri radu usled bolesti. Slično kao i kod modela bez prethodne selekcije atributa najznačajniji su faktori vezani za lični stav bolesnika o svojoj radnoj sposobnosti. Problemi koji su se pokazali kao najznačajniji za povratak na posao, implementirani su u koncept upitnika Finske studije koja je razvila metod samoprocene radne sposobnosti, u cilju izdvajanja kategorija zaposlenih koji bi u narednom periodu trebali pomoć i podršku. Moglo bi da se kaže, da je model stabla odluke izdvojio upravo one faktore rizika za koji su se izdvojili kao značajni merni elementi WAI u proceni radne sposobnosti zaposlenih, što bi samo potvrdilo validaciju Finske metode.

Analizom za sva tri modela (DT, SVM, MLP), za selekciju bolesnika koji su promenili radno mesto, utvrđeno je da klasifikatori imaju manju preciznosti.

Iako se tačnost ovih modela za sve kao i za selektovane attribute kretala od 61,54% do 73,85%, najbolje predviđanje u grupi ispitanika koji su promenili posao, bila je u modelu SVM sa selekcijom atributa.

U ovom klasifikacionom problemu, prilikom selekcije atributa, uočeno je da su devet atributa figurisali kao značajni kod sva tri algoritma: zahtevi radnog mesta pre operacije: stajanje, zahtevi radnog mesta posle operacije: hodanje, kategorija fizičkog opterećenja pre operacije, degenerativne promene fasetnih zglobova na nivou L3-L4, dužina radne nesposobnosti pre operacije, dužina radne nesposobnosti u poslednjih 12 meseci pre operacije, kategorija fizičkog opterećenja posle operacije, procena smetnji pri radu usled bolesti, podizanje, nošenje tereta posle operacije.

Zaključci

Na osnovu rezultata istraživanja, analize posmatranih faktora rizika i prediktivnih mogućnosti kreiranih modela zaključuje se da:

1. Modeli stabla odluke, model potpornih - podržavajućih vektora i model višeslojnog perceptrona, zasnovani na tehnikama mašinskog učenja, analizirajući aditivno grupu kliničkih, psihosocijalnih i profesionalnih faktora rizika, podjednako dobro selektuju ispitanike, koji će se vratiti na posao nakon operacije lumbalne diskus hernije.
2. Za predviđanje povratka na posao najveću tačnost, senzitivnost i specifičnost za odabrane atribute postiže model potpornih - podržavajućih vektora (SVM).
3. Najbolju intuitivnu i praktičnu vrednost za predviđanje povratka na posao pruža model stabla odluka (DT), jer je pogodan za vizualizaciju procesa odlučivanja.
4. Između povoljnog ishoda povratka na posao, kod bolesnika operisanih zbog lumbalne diskus hernije i faktora rizika kao što su: pol, životna dob preko 40 godina, manje izražene degenerativne promene slabinskog segmenta kičme (intervertebralnih diskusa: stepena I, II i III po Firmanovoj metodi, fasetnih zglobova: stepena 0 i 1 Vajshaupt sistemu gradacije), manjeg stepena masne infiltracije paraspinalne muskulature, dužine trajanja bola u nozi, lakog i srednje teškog fizičkog rada, nije nađena međusobna zavisnost.
5. Odsustvo anksioznog i depresivnog ispoljavanja (prema HAD skali), postojanje podrške od strane kolega i nadređenih u preduzeću, povoljani su faktori za povratak na posao.
6. Bolesnici životne dobi preko 40 godina, BMI preko 25 kg/m², koji su pre operacije obavljali težak i vrlo težak fizički rad, značajno češće menjaju radno mesto na kojem su radili pre operativnog lečenja lumbalne diskus hernije.
7. Ne postoji međusobna zavisnost između tipa preduzeća prema vlasništvu u kojem je ispitanik zaposlen i njegovog povratka na posao nakon operacije lumbalne diskus hernije.
8. Bolesnici operisani zbog lumbalne diskus hernije koji su zadovoljni sa poslom značajno češće će se vratiti na svoje prethodno radno mesto.

Literatura

1. Pavlović M. Opšti principi ocenjivanja radne sposobnosti. U: Pavlović M, Vidaković A. Ocenjivanje radne sposobnosti. Lazarevac: Elvod-print; 2003. p. 21-35.
2. Popović S. Ocenjivanje radne sposobnosti obolelih od najčešćih oboljenja lokomotornog sistema. U: Pavlović M, Vidaković A. Ocenjivanje radne sposobnosti. Lazarevac: Elvod print; 2003. p. 496-503.
3. Elfering A. Work-related outcome assessment. *Eur Spine J.* 2006; 15: 32–43.
4. Little P, Lewith G, Webley F, Evans M, Beattie A, al e. Randomised controlled trial of Alexander technique lessons, exercise, and massage (ATEAM) for chronic and recurrent back pain. *BMJ.* 2008; 42(12): 965-8.
5. Katz JN. Lumbar disc disorders and low-back pain socioeconomic factors and consequences. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88: 21-4.
6. Kraemer J. *Intervertebral Disk Diseases Causes, Diagnosis, Treatment, and Prophylaxis.* New York: Thieme Medical Publishers; 2009.
7. Zdravstveno stanje stanovništva Vojvodine [Internet]. Novi Sad: Institut za javno zdravlje Vojvodine; 2009 [cited 2014. jan 15]. Available from: http://www.izjzv.org.rs/uploads/download/Zdravstveno_stanje_stanovnistva/Vojvodina/Vojvodina_2009.pdf
8. Bawa M, Boden SD. The Epidemiology and Economics of Intervertebral Disc Disease. In: Wachinger M, Laurysen C. *The Lumbar Intervertebral Disc.* New York: Thieme Medical Publishers; 2010. p. 3-9.
9. Jandrić S, Antić B. Low back pain and degenerative disc disease. *Med Preg.* 2006; 59(9-10): 456-61.
10. Kitz K, Winkler D, Gunther L, Angermeyer C. Preoperative predictors for the return to work of herniated disc patients. *Zentralbl Neurochir.* 2008; 69: 7-13.
11. Kanchanomai S, Janwantanakul P, Pensri P, Jiamjarasrangi W. A prospective study of incidence and risk factors for the onset and persistence of low back pain in Thai University students. *Asia Pac J Public Health.* 2011; 27(2): 106-15.
12. Ng CL, Sell P. Predictive value of duration of sciatica for lumbar discectomy. A prospective

- cohort study. *J Bone Joint Surg Br.* 2004; 86(4): 546-49.
13. Atlas JS, Keller BR, Wu AZ, Deyo AR, Singer ED. Long-term outcomes of surgical and nonsurgical management of sciatica secondary to lumbar disc herniation: 10 year result from the Maine lumbar spine study. *Spine.* 2005; 30(8): 927-35.
 14. Schroeder GD, Guyre CA, Vaccaro AR. The epidemiology and pathophysiology of lumbar disc herniations. *Semin Spine Surg.* 2015; 28(1): 2-7.
 15. Dewing BC, Provencher TM, Riffenburgh HR, Kerr S. The outcomes of lumbar microdiscectomy in a young, active population: correlation by herniation type and level. *Spine.* 2008; 33(1): 33-8.
 16. Seyedmehdi M, Attarchi M, Ghaffari M, Mohammadi S, al e. Prognostic Factors for Return to Work After Low-Back Disc Herniation Surgery. *Asia-Pacific Journal of Public Health.* 2015; 27(2): 1775-84.
 17. Cigić T, Jajić Đ. Oboljenja i povrede kičme. U: Vulekovic P, Cigić T, Kojadinović Ž. *Osnove neurohirurgije.* Novi Sad: Medicinski fakultet; 2012. p. 177-255.
 18. Šljivić B. *Osteologija.* Beograd: Naučna knjiga; 1988.
 19. Bogdanović R. *Anatomija grudnog koša.* Beograd: Savremena administracija; 2001.
 20. Vital J, Lavignolle B, Grenier N, Rouais F, Malagat R, Senegas J. Anatomy of the lumbar radicular canal. *Anat Clin.* 1983; 5(3): 141-51.
 21. Raj P. Intervertebral Disc: Anatomy-Physiology-Pathophysiology-Treatment. *Pain Pract.* 2008; 8(1): 18-44.
 22. Adams A. Anatomy and Physiology of the Lumbar Intervertebral Disc and Endplates. In: Phillips MF LC. *Lumbar Intervertebral Disc.* New York: Thieme Medical Publishers; 2010. p. 9-20.
 23. Shankar H, Scarlett A, Abram E. Anatomy and pathophysiology of intervertebral disc disease. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management.* 2009; 13: 67-75.
 24. Marchand F, Ahmed A. Investigation of the laminate structure of lumbar disc anulus fibrosus. *Spine.* 1990; 15(5): 402-10.
 25. Columbier P, Clouet J, Hamel O, Lescaudron L, Guiche J. The Lumbar Intervertebral Disc from embryonic development to degeneratin. *Joint Bone Spine.* 2014; 81(2): 125-29.
 26. Alamin T, Agarwal V. The Mechanisms of Pain from Intervertebral Discs. In: Frank M. Phillips CL. *The Lumbar Intervertebral Disc.* New York: Thime Medical Publishers; 2010. p. 40-53.
 27. Kulkarni N. *Clinical anatomy for students:problem solving approach.* New Delhi: Jaypee

brothesr medical publisher (P) LTD; 2006.

28. Singh K, Park DK, Philips F. The Biology and Biomechanics of the Spinal Degenerative Cascade. In Phillips ,FM, Lauryssen C. The Lumbar Intervertebral Disc. New York - Stuttgart: Thieme; 2010. p. 53-66.
29. Weiler C, Lopez-Ramos M, Mayer MH. Histological analysis of surgical lumbar intervertebral disc tissue provides evidence for an association between disc degeneration and increased body mass index. *BMC Res Notes*. 2011; 4(4): p. 497.
30. Longo GU, Denaro L, Spiezia F, Forrio F, Maffulli M. Symptomatic disc herniation and serum. *Eur Spine J*. 2011; 20(10): 1658-62.
31. Parkinson JR, Callaghan JP. The role of dynamic flexion in spine injury is altered by increasing dynamic load magnitude. *Clin Biomech*. 2009; 24(2): 148–54.
32. Zhang YG, Sun Z, Zhang Z, Liu J, Guo X. Risk factors for lumbar intervertebral disc herniation in Chinese population: a case–control study. *Spine*. 2009; 34(25): E918–E22.
33. Hannerz H, Tuchsén F. Hospital admissions among male drivers in Denmark. 2001. *Occup Environ Med*. 2001; 58(4): 253–60.
34. Battie MC, Videman T, Kaprio J. The twin spine study: contributions to changing view of disc degeneration. *Spine J*. 2009; 9(1): 47-59.
35. Lumbalni sindrom: nacionalni vodič za lekare u primarnoj zdravstvenoj zaštiti. Beograd: Ministarstvo zdravlja Republike Srbije, Republička stručna komisija za izradu i implementaciju vodiča u kliničkoj praksi; 2004.
36. Chou R. Evidence-based medicine and the challenge of low back pain: where are we now? *Pain Pract*. 2005; 5(3): 153-78.
37. DuBois CM, Phillips MK, Foley KT. Decompressive Surgery for Herniated Nucleus Pulposus (Open, Micro, and Minimally Invasive Approaches). In: Phillips FM, Lauryssen C. The Lumbar Intervertebral Disc. New York-Stuttgart: Thieme Medical; 2010.
38. Kraemer R, Wild A, Haak H, Herdmann J, Krauspe R, al e. Classification and management of early complications in open lumbar microdiscectomy. *Eur Spine J*. 2003; 3(12): 239–46.
39. Wu X, Zhuang S, Mao Z, Chen H. Microendoscopic discectomy for lumbar disc herniation: surgical technique and outcome in 873 consecutive cases. *Spine*. 2006; 31(23): 2689–94.
40. Shriver MF, Xie JJ, Tye EY, Rosenbaum BP, Kshetry WR. Lumbar microdiscectomy complication rates: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurgical focus*. 2015; 39(4): E6.

41. Wera DG, Marcus ER, Ghanayem JA, Bohlman HH. Failure within one year following subtotal lumbar discectomy. *J Bone Joint Surg.* 2008; 90: 10-15.
42. Isaacs R, Podichetty V V, Fessler R. Microendoscopic discectomy for recurrent disc herniations. *Neurosurg Focus.* 2003; 15(3): 11.
43. Hakkinen A, Kiviranta I, Neva M, Kautiainen H, Ylinen J. Reoperations after first lumbar disc herniation surgery; a special interest in recidives during a 5-year follow up. *BMC Musculoskel Dis.* 2007; 8(2).
44. Ronnberg K, Lind B, Zoega B, Halldin K, Gellersted M, al e. Patients` satisfaction with provided care/information and expectations on clinical outcome after lumbar disc herniation surgery. *Spine.* 2007; 32(2): 256-251.
45. Pravilnik o medicinsko-doktrinarnim standardima. Republički fond za zdravstveno osiguranje; 2011.
46. Official Disability Guidelines [Internet]. San Diego: Work Loss Data Institute; 2013 [cited 2014 Jan 15]. Available from: <http://www.worklossdatainstitute.verioiponly.com/>.
47. Dollinger V, Obwegaser A, Gabl M, Lackner P, Koller M, Galiano K. Sporting activity following discectomy for lumbar disc herniation. *Orthopedics.* 2008; 31(8): 756.
48. Iwamoto J, Sato Y, Zakeda Z, Matsumoto H. The return to sport activity after conservative or surgical treatment in athletes with lumbar disc herniation. *Am J Phys Med Rehabil.* 2010; 89(12): 1030-5.
49. Silverplats K, Lind B, Zoëga B, Halldin K, Gellerstedt M, al e. Clinical factors of imortnace for outcome after lumbar disc herniation surgery: Long term follow up. *Eur Spine J.* 2010; 19(9): 1459-67.
50. Kohlboeck G, Greimel K, Piotrowski W, Leibetseder M, Krombholz-Reindl M, Neuhofer R et al. Prognosis of multifactorial outcome in lumbar discectomy: a prospective longitudinal study investigating patients with disc prolapse. *Clin J Pain.* 2004; 20(6): p. 455-461.
51. Almeida D, Polleto P, Milano J, Leal A, Ramina R. Is preoperative occupation related to. *Arq Neuropsiquiatr.* 2007; 65(38): 758-763.
52. Zakon o penzionom i invalidskom osiguranju. "Službeni Službeni glasnik Republike Srbije", br. 34/03, 64/04, 84/04, 85/05, 101/05, 63/06, 5/09, 107/09, 101/10.
53. Pravilnik o bližem načinu, troškovima i kriterijumima za procenu radne sposobnosti i mogućnosti zaposlenja ili održavanja zaposlenja osoba sa invaliditetom. *Sl glasnik RS br. 36/2010;* 2010.

54. Brekalo-Lazarević S, Pranjić N, Selmanović S, Grbović M. Uticaj stresora radnog mesta na indeks radne sposobnosti pacijenata sa depresivnim poremećajem. *Med Pregl.* 2011; 64(11-12): 545-51.
55. Ilmarinen J, Tuomi K, Seilsamo J. New dimensions of work ability. In *Proceedings of 2nd International symposium on Work Ability.* 2005; 1280: 3-7.
56. Jovanović J. Ocenjivanje radne sposobnosti kod reumatskih oboljenja. Niš; 2009. Available from: <http://publisher.medfak.ni.ac.rs/2000-html/2-broj/OCENJIVANJE%20RADNE%20SPOSOBNOSTI.pdf>.
57. Geaver V, Haaland A, Magná S, Loeb M. Seven-year clinical follow-up after lumbar disc surgery: results and predictors of outcome. *Brit J Neurosurg.* 1999; 13(2): 177-84.
58. McGregory A, Burton A, Sell P, Waddell G. The development of an evidence-based patient booklet for patients undergoing lumbar discectomy and un-instrumented decompression. *Eur Spine J.* 2007; 3: 339-46.
59. Kreamer J. The Spine as a Projective Field for Mental Disturbances (Psychosomatic Changes). In: Kreamer J. *Lumbar intervertebral disc diseases causes, diagnosis, treatment, and prophylaxis.* New York: Thime Medical Publishers; 2009. p. 311-13
60. Knežević A. Psihosomatski i somatopsihički poremećaji. U: Knežević A. *Psihijatrija.* Novi Sad: Medicinski fakultet Univerzitet Novi Sad. 1996. p. 57-62.
61. Currie S, Wang J. Chronic back pain and major depression in the general Canadian population. *Pain.* 2004; 107: 54-60.
62. Sarafis P, Arvaniti M, Xenou E, Mitsiou K, Roka V, et al. Chronic Low(er) Back Pain (LBP): Preliminary results for Anxiety and Depression in patients suffering with Chronic LBP. *Hell J Nurs Sci.* 2013; 23: 1-10.
63. Leeuw M, Goossens M, Linton S, Crombez G, Boersma K, et al. The Fear-Avoidance Model of Musculoskeletal Pain: Current State of Scientific Evidence. *J Behav Med.* 2007; 30(1): 77-94.
64. Deardorff WW. Presurgical Psychological Screening. In: Phillips FM, Laurysen C. *Lumbar Intervertebral Disc;* 2010. p. 142-51.
65. Beals R, Hickman N. Industrial injuries of the back and extremities: comprehensive evaluation and management. *J Bone Joint Surg.* 1972; 15A: 1593-611.
66. Zigmond A, Snaith R. The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiat Scand.* 1983; 67: 361- 70.
67. Bjellanda I, Dahlb A, Haugc T, Neckelmann D. The validity of the Hospital Anxiety and

- Depression Scale: An updated literature review. *J Psychosom Res.* 2002; 52(2): 69–77.
68. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu. "Sl. glasnik RS", br. 101/2005 i 91/2015.
69. Wadell G, Burton A. Occupational health guidelines for the management of low back pain at work. *Occup.med.* 2001; 51(2): 124-35.
70. Pravilnik o evidencijama u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu. Ministarstvo za rad i socijalnu politiku; "Službeni glasnik RS", br 62/2007.
71. Shi J, Wang Y, Zhang H, Yang H. Long-Term Clinical Outcomes in Patients Undergoing Lumbar Discectomy by Fenestration. *International Med Research.* 2012; 40(6): 2355-61.
72. Ilmarinen J. Work ability—a comprehensive concept for occupational health research and prevention. *Scand J Work Environ Health.* 2009; 35(1): 1-5.
73. Hasenbring M, Marienfeld G, Kuhlendahl D, Soyka D. Risk Factors of Chronicity in Lumbar Disc Patients: A Prospective Investigation of Biologic, Psychologic, and Social Predictors of Therapy Outcome. *Spine.* 1994; 19(24): 2733-44.
74. Donceel P P, Du Bois M M, Lahaye D. Return to work after surgery for lumbar disc herniation. *Spine.* 1999; 24: 872-876.
75. Spector P. Job satisfaction: Application, Assessment, Causes and consequences. publicatins US, editor. California: Thousand Oaks; 1997.
76. Nedeljković M. Istraživanje motivacije i zadovoljstva poslom u organizaciji u uslovima tranzicije. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka. 2011.
77. Milić B. Istraživanje zadovoljstva mogućnostima napredovanja i usavršavanja u organizaciji. Master rad. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka; 2009.
78. Steyerberg E. Applications of Prediction Models. In Steyerberg E. *Clinical Prediction Models.* New York: Springer Science + Business Media; 2009. p. 11-31.
79. Jensen O, Stengaard-Pedersen K, Jensen C, Nielsen C. Prediction model for unsuccessful return to work. *BMC Muscul Dis.* 2013; 14: 2-16.
80. Nikolić J. Modeli za procenu rizika obolevanja od melanoma kože. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet; 2013.
81. Borjanović S, Jovičić S. Opterećenja. In Borjanović S. *Metod za procnu rizika na radnom mestu i radnoj okolini.* Beograd: Eko Centar; 2008. p. 131-7.
82. Pfirrmann C, Metzdorf A, Zanetti M. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine.* 2001; 26(17): 1873-8.

83. Weishaupt D, Zanetti M, Boos N, Hodler J. MR imaging and CT in osteoarthritis. *Skeletal Radiol.* 1999; 28: 215-219.
84. Kjaer P, Bendix T, Sorensen J, Korsholm L, Leboeuf-Yde C. Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain? *BMC Med.* 2007; 5(2).
85. Aitken R. Measurement of feelings using visual analogue scales. *P Roy Soc Med.* 1969; 62: 989-93.
86. Couper M, Tourangeau RR, Conrad F, Singer E. Evaluating the effectiveness of visual analog scales: A Web experiment. *Soc Sci Com Rev.* 2006; 24: 227-45.
87. Zigmond A, Snaith R. The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatr Scand.* 1983; 67(6): 361-370.
88. Domingos P. Metacost: A general method for making classifiers cost-sensitive. In *Proceedings of the fifth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*; 1999: ACM.
89. Kononenko I, Šimec E, Robnik-Šikonja M. Overcoming the myopia of inductive learning algorithms with RELIEFF. *Appl Intell.* 1997; 7: 39-55.
90. Robnik-Šikonja M, Kononenko I. Theoretical and empirical analysis of ReliefF and RReliefF. *Mach learn.* 2003; 53(1-2): 23-69.
91. Crnojević V. *Prepoznavanje oblika za inženjere Univerzitet u Novom Sadu: Fakultet tehničkih nauka*; 2014.
92. Sivaganesan A, McGirt M, Asher A, Devin C. Prediction model for outcome after low-back surgery: individualized likelihood of complication, hospital readmission, return to work, and 12-month improvement in functional disability. *Neurosurg Focus.* 2015; 39(6): E13.
93. Jordon J, Konstantinou K, O'Dowd J. Herniated lumbar disc. *BMJ Clin Evid.* 2009; 1118.
94. Miller J, Schmatz C, Schultz A. Lumbar disc degeneration: correlation with age, sex, and spine level in 600 autopsy specimens. *Spine.* 1988; 13(2): 173-8.
95. Manson N, Goldberg E, Andersson G. Sexual dimorphism in degenerative disorders of the spine. *Orthop Clin North Am.* 2006; 37(4): 549-53.
96. Andersson G. The epidemiology of spinal disorders. In Frymoyer J. *The Adult Spine: Principles and Practice.* Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997. 93-141.
97. Heine J. *Über die Arthritis deformans.* *Virch Arch Pathol Anat.* 1926; 260: 521-663.

98. Adams M, Roughley P. What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? *Spine*. 2006; 31(18): 2151–61.
99. Bawa M, Boden D. The Epidemiology and Economics of Intervertebral Disc Disease. In: Wachinger M, Laurysse c. *The Lumbar Intervertebral Disc*. New York: Thieme Medical Publishers; 2010. p. 3-9.
100. Silverplatt K, Lind B, Zoëga B, Halldin K, Gellerstedt M, et al. Clinical factors of importance for outcome after lumbar disc herniation surgery: Long term follow up. *Eur Spine J*. 2010; 19(9): 1459-67.
101. Modic M, Steinberg P, Ross J, Masaryk T, Carter R. Imaging of degenerative disk disease. *Radiology*. 1988; 168: 177–86.
102. Jacob M, Akoko L, Kazema R. Lumbar disc degenerative disease: Magnetic resonance imaging findings in patients with low back pain in Dar Es Salaam. *East Cent Afr J Surg*. 2015; 1:122-31.
103. David G, Ciurea A, Iencean S. Angiogenesis in the degeneration of the lumbar intervertebral disc. *J Med Life*. 2010; 3: 54-61.
104. Battie M, Videman T, Parent E. Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetic influences. *Spine*. 2004; 29(23): 2679–90.
105. Heliövaara M. Occupation and risk of herniated lumbar intervertebral disc or sciatica leading to hospitalization. *J Chronic Dis*. 1987; 40(3): 259-64.
106. Lama P, Le Maitre C, Dolan P, Tariton J, Harding I, et al. Do intervertebral disc degenerate before they herniated, or after? *Bone Joint J*. 2013; 95-B(8): 1127-33.
107. Vardhan H, Agrawal N, Raychaudhari C, Vinod D, Mehta R, et al. A cross-sectional prevalence study of disc degeneration in a rural population and its relation with age, body mass index and back pain. *IJM*. 2015; 36: 1-13.
108. Borenstein D. Does osteoarthritis of the lumbar spine cause chronic low back pain? *Curr Pain Headache R*. 2004; 8(6): 512-17.
109. Maataoui A, Vogl T, Middendorp M, Kafchitsas K, Khan M. Association between facet joint osteoarthritis and the Oswestry Disability Index. *World J Radiol*. 2014; 28(6(11)): 881–885.
110. Kjaer P, Bendix T, Solgaard S, Korsholm L, Leboeuf-Yde C. Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain? *BMC Med*. 2007; 5: 2.
111. Stürmer T, Luessenhoop S, Neth A, Soyka M, Kramaus W, Toussaint R et al. Construction Work and Low Back Disorder: Preliminary Findings of the Hamburg Construction Worker

- Study. *Spine*. 1997; 22(21): 2558-63.
112. Postacchini F, Gumina S. Results of surgery. In F P. *Lumbar Disc Herniation*. Wien-New York: Springer; 1999. p. 507-17.
 113. Lewis P, Weir B, Broad R, Grace M. Long-term prospective study of lumbosacral discectomy. *J Neurosurg*. 1987; 67(1): 49-53.
 114. Carragee E, Han M, Yang B, Kim D, Kraemer H, al e. Activity restrictions after posterior lumbar discectomy: a prospective study of outcomes in 152 cases with no postoperative restrictions. *Spine*. 1999; 22(24): 2346–2351.
 115. Dollinger V, Obwegaser A, Gabl M, Lackner P, Koller M, Galiano K. Sporting activity following discectomy for lumbar disc herniation. *Orthopedics*. 2008; 31(8): 756.
 116. Iwamoto J, Sato Y, Zakeda Z, Matsumoto H. The return to sport activity after conservative or surgical treatment in athletes with lumbar disc herniation. *Am J Phys Med Rehabil*. 2010; 89(12): 1030-5.
 117. Graver V, Haaland K, Magna B, Loebis M. Seven-year clinical follow-up after lumbar disc surgery. *Brit J Neurosurg*. 1999; 13(2): 178- 84.
 118. Heliövaara M. Occupation and risk of herniated lumbar intervertebral disc or sciatica leading to hospitalization. *J Chronic Dis*. 1987; 40(3): 259-64.
 119. Jeffrey N, Katz M. *Lumbar Disc Disorders and Low-Back Pain: Socioeconomic Factors and Consequences*. *J Bone Joint Surg Am*. 2006; 88 (suppl 2): 21 -24.
 120. Jasper J, Oostendorp R, Beems T, Munneke M, Oerlemans M, Evers W. A systematic review of bio-psychosocial risk factors for an unfavourable outcome after lumbar disc surgery. *Euro Spine J*. 2005; 15(5): 527-36.
 121. Strömqvist F, Ahmad M, Hildingsson C, Jönsson B, Stromqvist B. Gender differences in lumbar disc herniation surgery. *Acta Orthop*. 2008; 79(5): 643-9.
 122. Stewart B, Dunsker M, Award K. Predicting Return to Work After Lumbar Discectomy. In *American Association of Neurological Surgeons Annual Scientific Meeting*; 2015; Washington.
 123. Shi J, Wang Y, Zhou F, Zhang H. Long-term clinical outcomes in patients undergoing lumbar discectomy by fenestration. *J Int Med Res*. 2012; 40(6): 2355-61.
 124. Berg T, Elders L, Zwart B, Burdorf A. The effects of work-related and individual factors on the work ability index: A systematic review. *Occup Environ Med*. 2008.
 125. Korpela K, Roos E, Lallukka T, Rahkonen O, Lahelma E, Laasonen M. Different measures of body weight as predictors of sickness absence. *Scand J Public Health*. 2013;

126. Work Status Before Surgery Strongest Predictor of Return to Work After Lumbar Discectomy. In: American Association of Neurological Surgeons; 2015.
127. Zakon o radu. Službeni glasnik RS 24/05, 61/05, 54/09, 32/13 и 75/14.
128. Loupasis G, Stamos K, Katonis P, Sapkas G, Korres D, Hartofilakidis G. Seven- to 20-Year Outcome of Lumbar Discectomy. *Spine*. 1999; 24(22): 2313.
129. Collins C, Stack J, O'Connell D, Walsh M, McManus F, Redmond O, et al. The role of discography in lumbar disc disease: a comparative study of magnetic resonance imaging and discography. *Clin Radiol*. 1990; 42(4): 252-7.
130. Pearce R, Thompson J, Beault G, Flak B. Magnetic resonance imaging reflects the chemical changes of aging degeneration in the human intervertebral disk. *J Rheumatol* 1991; 27 Suppl: 42-3.
131. Berg L, Hellum C, Gjertsen O, Neckelmann G, Johnsen L, al e. Do more MRI findings imply worse disability or more intense low back pain? A cross-sectional study of candidates for lumbar disc prosthesis. *Skeletal radiol*. 2013; 42(11): 1593-602.
132. Gibson M. MRI Findings in Low Back Pain. Available from:<http://markgibsonphysio.com/2013/12/11/mri-findings-in-low-back-pain/>
133. Carragee E, Alamin T, Miller J, Carragee J. Discographic, MRI and psychosocial determinants of low back pain disability and remission: a prospective study in subjects with benign persistent back pain. *Spine J*. 2005; 5(1): 24–35.
134. Elders L, Beek A, Burdorf A. Return to work after sickness absence due to back disorders—a systematic review on intervention strategies. *Int Arch Occup Environ Health*. 2000; 73: 339–48.
135. Puolakka K, Ylinen J, Neva M, Kautiainen H, Hakkinen A. Risk factors for back pain-related loss of working time after surgery for lumbar disc herniation: a 5-year follow-up study. *Eur Spine J*. 2008; 13(7): p. 386-92.
136. Nygaard O, Kloster R, Solberg T. Duration of leg pain as a predictor of outcome after surgery for lumbar disc herniation: a prospective cohort study with 1-year follow up. *Spine*. 2000; 92(2): 131-34.
137. Work ability in patients with lumbar spinal diseases and condition after spinal surgery. Hungary national Guideline. Budapest: Nemzeti Munkaügyi Hivatal. 2014.
138. Novović Z, Biro M, Nedimović T. Stanje depresivnosti: sindrom ili raspoloženje? *Psihologija*. 2007; 40(3): 447-61.

139. Conić I, Stanojević Z, Dedović I, Llić G. Anksioznost i depresivnost kod bolesnica sa karcinomom grlića materice pre operativnog lečenja. *Acta Medica Medianae*. 2008; 47: 49-53.
140. Schade W, Semmer N, Main C, Boos N. The impact of clinical, morphological, psychosocial and work-related factors on the outcome of lumbar discectomy. *Pain*. 1999; 80(1-2): 239-49.
141. Jansen O, Stengraard-Pedersen K, Jensen C, Nielsen C. Prediction model for unsuccessful return to work. *BMC Musculoskel Dis*. 2013; 14: 2-16.
142. Elders L, Beek A, Burdorf A. Return to work after sickness absence due to back disorders—a systematic review on intervention strategies. *Int Arch Occup Environ Health*. 2000; 73: p. 339–48.
143. Puolakka K, Ylinen J J, Neva M, Kautiainen H, Häkkinen A. Risk factors for back pain-related loss of working time after surgery for lumbar disc herniation: a 5-year follow-up study. *Eur Spine J*. 2008; 13(7): 386-92.
144. Nygaard O, Kloster R, Solberg T. Duration of leg pain as a predictor of outcome after surgery for lumbar disc herniation: a prospective cohort study with 1-year follow up. *Spine*. 2000; 92(2): 131-34.

Prilozi

Prilog 1	114
Prilog 2	118
Prilog 3	119
Prilog 4	120
Prilog 5	122
Prilog 6.....	127

Prilog 1

Upitnik 1

1. Ime i prezime:

2. Pol (zaokružite jedan odgovor):

1. Muško
2. Žensko

3. Godina rođenja:

4. Bračni status (zaokružite jedan odgovor):

1. Neoženjen/Neudata
2. Oženjen/Udata
3. Udovac/Udovica
4. Razveden/Razvedena

5. Zanimanje:

6. Stepen stručne spreme (zaokružite jedan odgovor):

1. Osnovna škola
2. Srednja stručna sprema
3. Viša stručna sprema
4. Visoka stručna sprema

7. Da li Vam je na radnom mestu na kojem ste raspoređeni priznata Vaša stručna sprema:

1. Da
2. Ne

8. Dužina ukupnog radnog staža:

9. Dužina radnog staža na sadašnjem radnom mestu (na sadašnjem poslu):

10. Naziv sadašnjeg radnog mesta (posla koji obavljate)

11. Sektor radne organizacije u kojoj ste zaposleni (zaokružite jedan odgovor):

1. Privatni (zaposlen kod preduzetnika)
2. Javni

12. Obavljate li neke radne aktivnosti van radnog vremena: (zaokružite jedan odgovor)

1. Da
2. Ne

13. U ovu tabelu pored svakog navedenog opterećenja ubeležite krstićem dužinu trajanja vrste navedenog rada u toku osmočasovnog radnog vremena izraženu sa 0, do 30% i preko 30%. Ukoliko nemate navedeno fizičko opterećenje stavite krstić u polje sa oznakom 0. Ukoliko imate neku vrstu opterećenja u trajanju do 30% vašeg radnog vremena ubeležite krstić u polje do 30% ili preko 30% ukoliko takav rad obavljate preko 30% radnog vremena. U poslednji red navedite masu tereta koju pretežno nosite ili podižete.

OPTEREĆENJE	0	do 30%	preko 30%
Dinamički rad			
Statički rad			
Sedenje			
Stajanje			
Hodanje			
Prinudni položaj (saginjanje, klečanje, rad rukama iznad glave rotacioni pokreti trupom)			
Podizanje i nošenje tereta			
Težina u kg			
Dinamički rad			

14. Radno vreme uglavnom provodite (zaokružite jedan odgovor):

1. Unutra
2. Do 1/3 radnog vremena provodim napolju
3. Preko 1/3 radnog vremena provodim napolju

15. Temperaturni uslovi na Vašem radnom mestu su po Vašem mišljenju (zaokružite jedan odgovor):

1. optimalni
2. podnošljivo topli
3. podnošljivo hladni
4. jako topli
5. jako hladni

16. Prema Vašem mišljenju da li ste izloženi dejstvu vibracija koje se prenose preko mesta oslonca (noge ili sedalni predeo) na celo telo: (zaokružite jedan odgovor)

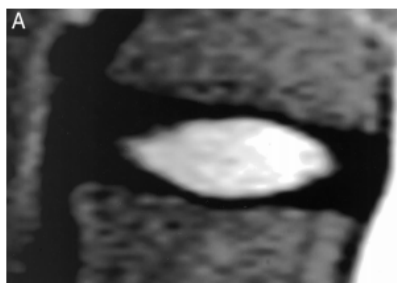
1. Da
2. Ne
3. Ne znam

**Kriterijumi za određivanje kategorije fizičkog opterećenja " Instituta za medicinu rada "Dr
Dragomir Karajović", Beograd, Srbija**

KATEGORIJA	OPIS OPTEREĆENJA
I Lak	Sedeći rad sa ograničenim hodanjem i stajanjem; uglavnom lak rad šakom i rukom, bez prinudnog položaja, bez dizanja i nošenja tereta.
II Srednje težak	Smenjivanje sedenja stajanja i hodanja sa dizanjem i nošenjem tereta lakog i srednje teškog (Žene 5kg, Muškarci 12kg) bez prinudnog položaja), malo statičkog rada
III Težak	Pretežno smenjivanje stajanja i hodanja sa dizanjem i nošenjem teškog tereta (Ž5-10kg, M12-25kg) uz posojanje povremeno prinudnog položaja tela i statičkog rada
IV Vrlo težak	Pretežno smenjivanje stajanja i hodanja;rad celim telom sa učestalim nošenjem (Ž10kg i M25kg),prinudni položaj tela, vrlo težak statički rad

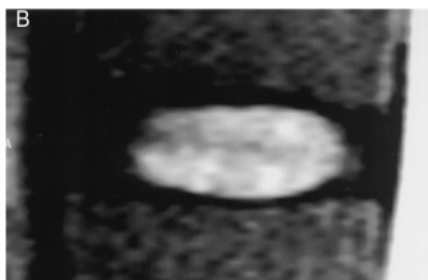
Prilog 2

Kriterijumi za Firmanov (Phirrmann) MRI sistem gradacije IVD



Gradus I:

Struktura diska je homogena, sa svetlim hiperintenznim signalom nukleusa pulpozusa, očuvana visina intervertebralnog prostora



Gradus II:

Struktura diska je nehomogena, sa horizontalnim sivim trakama, sa hiperintenznim signalom. Jasna razlika između nukleusa pulpozusa i anulusa fibrosusa, visina intervertebralnog prostora očuvana



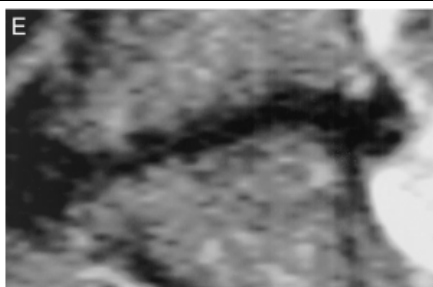
Gradus III:

Struktura diska je nehomogena, sa intermedialnim sivim intezitetom signala. Razlika između nukleusa i anulusa je nejasna, visina intervertebralnog prostora normalna ili blago samnjena



Gradus IV:

Struktura diska je nehomogena, sa hipointenznim tamno sivim intezitetom signala, Razlika između nukleusa i anulusa je izgubljena, visina intervertebralnog prostora blago do umereno smanjena

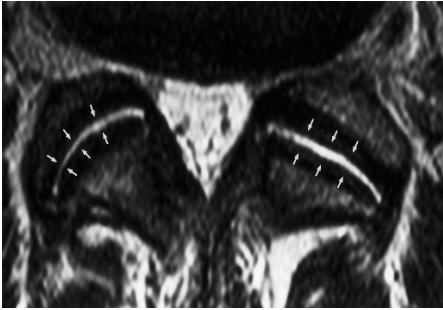


Gradus V:

Struktura diska je nehomogena, sa crnim intezitetom signala, razlika između nukleusa i anulusa je izgubljena, intervertebralni prostor kolabiran

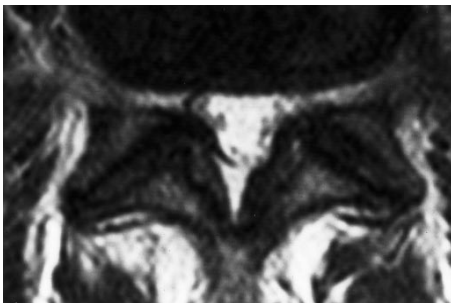
Prilog 3

Kriterijumi za gradaciju osteoartroze fasetnih zglobova na MRI pregledu lumbosakralnog segmenta kičme (Weishaupt)



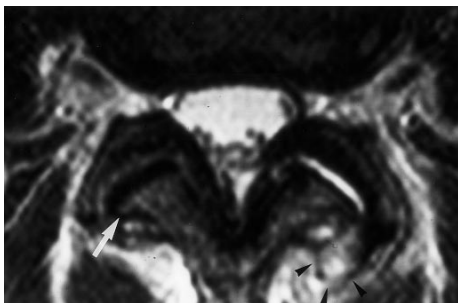
Gradus 0

Normalna širina prostora fasetnog zgloba (2-4mm)



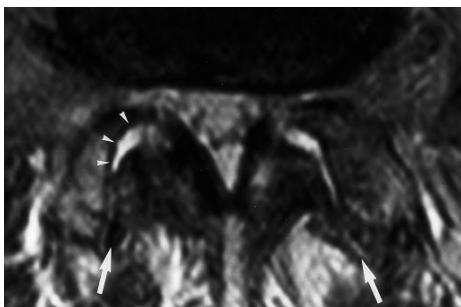
Gradus 1

Sužena širina prostora fasetnog zgloba (<2mm) i/ili mali osteofiti i/ili laka hipertrofija zglobnih nastavaka



Gradus 2

Sužena širina prostora fasetnog zgloba i/ili srednje izraženi osteofiti i/ili srednje izražena hipertrofija zglobnih nastavaka i/ili blaga subartikularna erozija kosti

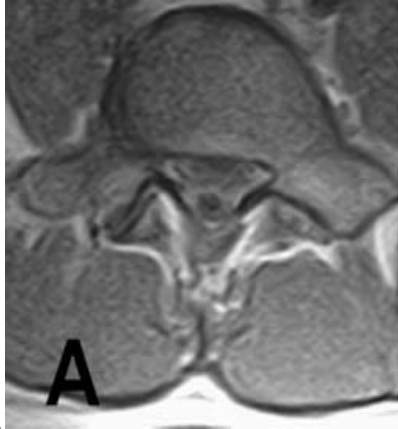


Gradus 3

Sužena širina prostora fasetnog zgloba i/ili veliki osteofiti i/ili izražena hipertrofija zglobnih nastavaka i/ili izražena subartikularna erozija kosti i/ili subhondralne ciste

Prilog 4

Stepen masne infiltracije paravertebralne muskulature po gradaciji Kjara (Kjaer)

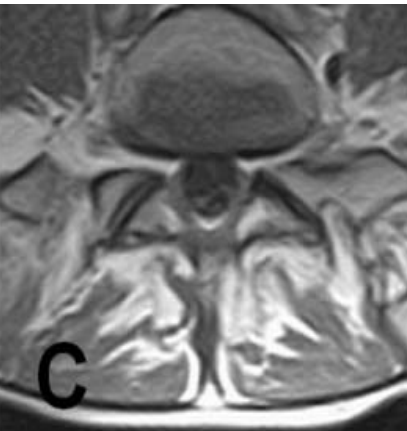


Gradus 1:
Sadržaj masnog tkiva do 10%
(hiperintezitet signala)

A



Gradus 2:
Sadržaj masnog tkiva 10-30%



Gradus 3:
Sadržaj masnog tkiva preko 30%

Prilog 5

Upitnik 2

1. Ime i prezime:
2. Godine života:
3. Bračni status: (zaokružite jedan odgovor):
 1. Neoženjen/Neudata
 2. Oženjen/Udata
 3. Udovac/Udovica
4. Sektor radne organizacije: (zaokružite jedan odgovor):
 1. Privatno
 2. Društveno
 3. Samostalna delatnost
5. Kada ste se nakon operativnog lečenja vratili na posao: (zaokružite jedan odgovor)
 1. 2-4 meseca
 2. 5-6 meseci
 3. 7-12 meseci
 4. Nisam se još vratio/la na posao

Ukoliko ste odgovorili na pitanje ponuđenim odgovorom pod brojem 4, nastavite popunjavanje upitnika sa pitanjem pod rednim brojem 14.

6. Da li ste se nakon operativnog lečenja diskus hernije vratili na svoj prethodni posao?
(zaokružite jedan odgovor):

1. vratio sam se na svoj prethodni posao bez ikakvih ograničenja
2. vratio sam se na svoj prethodni posao uz određena ograničenja
3. vratio sam se na svoj prethodni posao uz modifikaciju radnog mesta
4. promenio sam radno mesto

Ukoliko ste odgovorili na pitanje ponuđenim odgovorom pod brojem 1, nastavite popunjavanje upтника sa pitanjem pod rednim brojem 12

7. Naziv sadašnjeg radnog mesta (posla koji obavljate)

8. U ovu tabelu pored svakog navedenog opterećenja ubeležite krstićem dužinu trajanja vrste navedenog rada u toku osmočasovnog radnog vremena izraženu sa 0, do 30% i preko 30%.radnog vremena Ukoliko nemate navedeno fizičko opterećenje stavite krstić u polje sa oznakom 0. Ukoliko imate neku vrstu opterećenja u trajanju do 30% vašeg radnog vremena ubeležite krstić u polje do 30% ili preko 30% ukoliko takav rad obavljate preko 30% radnog vremena. U poslednji red navedite masu tereta koju pretežno nosite ili podižete.

OPTEREĆENJE	0	do 30%	preko 30%
Dinamički rad			
Statički rad			
Sedenje			
Stajanje			
Hodanje			
Prinudni položaj (saginjanje, klečanje, rad rukama iznad glave rotacioni pokreti trupom)			
Podizanje i nošenje tereta			
Težina u kg			
Dinamički rad			

10. Prema Vašem mišljenju kako bi ste procenili mikroklimatske/klimatske uslove na Vašem radnom mestu: (zaokružite jedan odgovor):

1. optimalni mikroklimatski uslovi
2. dopušteni mikroklimatsli uslovi (ili do 30% radnog vremena napolju)
3. neadekvatni mikroklimatski uslovi (ekstremni mikroklimatski uslovi ili preko 30% radnog vremena napolju)

11. Po Vašem mišljenju da li ste izloženi dejstvu vibracija koje se prenose preko mesta oslonca (noge ili sedalni predeo) na celo telo: (zaokružite jedan odgovor)

1. Da
2. Ne

12. Obavljate li neke radne aktivnosti van radnog vremena: (zaokružite jedan odgovor)

1. Da
2. Ne

13. Da li ste zadovoljni sa vašim sadašnjim poslom kao celokupan doživljaj različitih aspektata posla? (zaokružite jedan odgovor)

1. ne uopšte nisam zadovoljan
2. više sam nezadovoljan nego zadovoljan
3. više sam zadovoljan nego nezadovoljan
4. veoma sam zadovoljan

14. Označite krstićem polje koje bi odgovaralo Vašoj radnoj sposobnosti sada, ako je radna sposobnost u najboljem izdanju izražena kao vrednost od 10 poena a 0 označava radnu nesposobnost

Kompeltno nesposobni za rad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Najbolja radna sposobnost
-----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---------------------------

15. Da li Vaša bolest ima uticaja na Vaš sadašnji posao? (zaokružite jedan odgovor)

1. nemam nikakve smetnje
2. ja sam u stanju da obavljam moj posao ali to dovodi do nekih simptoma
3. zbog moje bolesti ja se osećam sposobnim samo za skraćeno radno vreme
4. ja moram ponekad da promenim tempo ili metode moga rada
5. ja moram često da usporim tempo mog rada ili promenim metode rada
6. ja sam potpuno nesposoban za rad

16. Da li verujete sa zdravstvene tačke gledišta da ćete biti sposobni da obavljate sadašnji posao u periodu od naredne dve godine?(zaokružite jedan odgovor)

1. verovatno ne
2. nisam siguran
3. verovatno da

17. Da li ste zadovoljni podrškom od strane saradnika i nadređenih tokom trajanja Vaše bolesti i smanjene radne sposobnosti/radne nesposobnosti? (zaokružite jedan odgovor)

1. ne uopšte nisam zadovoljan
2. više sam nezadovoljan nego zadovoljan
3. više sam zadovoljan nego nezadovoljan
4. veoma sam zadovoljan

18. Da li su Vaša očekivanja ispunjena ishodom operativnog lečenja u odnosu na stanje pre operacije u odnosu na stepen poboljšanja? (zaokružite jedan odgovor)

1. potpuno poboljšanje
2. delimično poboljšanje
3. bez poboljšnja
4. moje tegobe su sada još veće

19. Na priloženoj skali oceniti intenzitet bola nakon operacije

Bol u leđima

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Bol u nozi

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Prilog 6 Upitnik: „HAD“ skala

Lekari su svesni da emocije igraju važnu ulogu u većini oboljenja. Ako Vaš lekar zna o tim osećanjima, biće u stanju da Vam više pomogne.

Ovaj upitnik je dizajniran da pomogne Vašem lekaru da zna kako se osećate. Pročitajte svako pitanje i zaokružite odgovor koji se najviše podudara sa Vašim osećanjima u toku prethodne sedmice.

Ne razmišljajte previše dugo oko odgovora: Vaša prvobitna reakcija na svako pitanje je najverovatnije i tačnija nego dugo predomišljanje.

	A	D		A	D
Osećam se napeto ili povređeno:			Osećam se kao da sam usporen/a:		
većinu vremena	3		skoro sve vreme		3
dosta vremena	2		vrlo često		2
s vremena na vreme, povremeno	1		ponekad		1
nikada	0		uopšte ne		0
I dalje uživam u stvarima u kojima sam ranije uživao/la:			Dobijam neko zastrašujuće osećanje kao da imam "leptire" u trbuhu:		
jednako snažno kao i pre		0	ne uopšte	0	
ne toliko snažno kao pre		1	povremeno	1	
samo malo		2	vrlo često	2	
jedva da uopšte		3	skoro stalno	3	
Dobijam zastrašujuće osećanje da će se desiti nešto užasno:			Izgubio/la sam interesovanje za svoj spoljašnji izgled:		
sasvim izvesno i vrlo snažno	3		potpuno		3
da, ali ne previše snažno	2		ne brinem o tome koliko bi trebalo		2
pomalo, ali me to ne brine	1		ne brinem o tome kao ranije		1
uopšte ne	0		vodim računa isto kao i pre		0
Mogu da se smejem i da vidim smešnu stranu stvari:			Osećam se uznemireno i kao da stalno moram biti u pokretu:		
jednako kao i ranije		0	skoro sve vreme	3	
ne toliko kao ranije		1	dosta često	2	
zasigurno mnogo manje sada		2	ne tako često	1	
uopšte više ne		3	ne uopšte	0	
Zabrinjavajuće misli mi prolaze kroz glavu:			Radujem se stvarima u kojima sam uživao/la:		
skoro sve vreme	3		jednako kao i ranije		0
dosta često	2		nešto ređe nego ranije		1
s vremena na vreme, ali ne prečesto	1		mного ređe nego ranije		2
samo ponekad	0		gotovo uopšte više ne		3
Osećam se radosno:			Dobijam iznenadno osećanje panike:		
ne uopšte		3	vrlo često	3	
ne prečesto		2	dosta često	2	
ponekad		1	ne tako često	1	
većinu vremena		0	uopšte ne	0	
Mogu sedeti na miru i osećati se opušteno:			Mogu uživati u dobroj knjizi ili radio ili TV programu:		
sve vreme	0		često		0
obično mogu	1		ponekad		1
ne prečesto	2		ne tako često		2
uopšte ne	3		vrlo retko		3
	A _____			D _____	

Spisak slika

Slika 1 - Slabinski pršljen	5
Slika 2-Spojevi slabinskih pršljenova.....	6
Slika 3 - Inervacija intervertebralnog diskusa i kičmenih pršljenova.....	8
Slika 4-Intradiskalni pritisak na nivou L4-L5 i hidratacija intervertebralnog diskusa u odnosu na poziciju tela.....	11
Slika 5- Paravertebralna muskulatura dubokog sloja leđa	12
Slika 6- Paravertebralna muskulatura slabinskog dela leđa i mišića trbuha	13
Slika 7- Stepni hernijacija intervertebralnog diskusa.....	15
Slika 8- Lokalizacija hernijacije intervertebralnog diskusa	15
Slika 9- Dermatomi lumbosakralnog segmenta.....	17
Slika 10- Stablo odlučivanja	35
Slika 11- Potporni vektori.....	36
Slika 12- Višeslojni perceptron.....	37
Slika 13- Shema stabla odluke za sve atribute u predikciji za povratak na posao.....	75
Slika 14- Shema stabla odluke za odabrane atribute u predikciji za povratak na posao	77

Spisak tabela

Tabela 1 - Neurološki nalaz karakterističan za kompresiju lumbalnih korenova	18
Tabela 2 - Tabela klasifikacije	37
Tabela 3 - Degenerativne promene simptomatskih intervertebralnih diskusa (IVD), stepena I,II,III i IV, V po Firmanovoj MRI gradaciji	45
Tabela 4 - Frekvencija degenerativnih promena intervertebralnih diskusa (IVD) i desnoastranih fasetnih zglobova na nivou L3-L4	48
Tabela 5 - Frekvencija degenerativnih promena intervertebralnih diskusa (IVD) i desnostranih fasetnih zglobova na nivou L4-L5	49
Tabela 6 - Frekvencija degenerativnih promena intervertebralnih diskusa (IVD) i desnostranih fasetnih zglobova na nivou L5-S1	49
Tabela 7 - Frekvencija ispitanika podeljenih prema vremenu povratka na posao nakon operativnog lečenja, i bolesnika koji se nisu vratili na posao, dobili su otkaz ili su penzionisani	50
Tabela 8 - Frekvencija ispitanika u odnosu na školsku spremu, koji su se vratili na posao, podeljeni u grupe prema vremenu povratka, i ispitanici koji se nisu vratili na posao.....	52
Tabela 9 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na pol ispitanika.....	53
Tabela 10 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao prema godinama života	53
Tabela 11 - Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na godine života	54
Tabela 12 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na tip preduzeća prema valsništvu.....	54
Tabela 13 - Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na tip preduzeća prema valsništvu.....	55
Tabela 14 - Frekvencija bolesnika koji nisu promenili radno mesto i bolesnika koji su promenili radno mesto u odnosu na zahteve radnog mesta.....	57
Tabela 15 - Frekvencija ispitanika određene kategorije fizičkog opterećenja	57
Tabela 16 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na kategoriju fizičkog opterećenja	57
Tabela 17 - Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na kategoriju fizičkog opterećenja	58

Tabela 18 - Kategorija fizičkog opterećenja ispitivane grupe bolesnika pre i posle operativnog lečenja.....	58
Tabela 19 - Kategorija fizičkog opterećenja pre i posle operativnog lečenja.....	59
Tabela 20 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na Indeks telesne mase (BMI)	64
Tabela 21 - Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na Indeks telesne mase (BMI)	64
Tabela 22 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na dužinu trajanja bola u nozi	65
Tabela 23 - Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na dužinu trajanja bola u nozi	66
Tabela 24 - Frekvencija ispitanika koji su bili zadovoljni podrškom na poslu (da) onih koji nisu bili zadovoljni (ne) u odnosu na ishod povratka na posao nakon operativnog lečenja.....	71
Tabela 25 - Frekvencija ispitanika prema dužini trajanja privremene radne nesposobnosti, izražene u mesecima trajanja nakon operativnog lečenja, u odnosu na frekvenciju ispitanika koji su imali podršku u preduzeću (da), odnosno nisu imali podršku u preduzeću (ne).....	71
Tabela 26 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na frekvenciju ispitanika sa anksioznim ispoljavanjem (ima) i bez anksioznog ispoljavanja (nema)	73
Tabela 27 - Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na frekvenciju ispitanika sa depresivnim ispoljavanjem (ima) i bez depresivnog ispoljavanja (nema)	73
Tabela 28 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi koja se nije vratila na posao (klasa 0) u DT modelu za sve atribute	74
Tabela 29 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupama koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi koja se nije vratila na posao (klasa 0) u DT modelu za odabrane atribute	75
Tabela 30 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi bolesnika koje se nisu vratili na posao (klasa 0) u SVM modelu za sve atribute	78
Tabela 31 -- Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi bolesnika koje se nisu vratili na posao (klasa 0) u SVM modelu za odabrane atribute.....	78
Tabela 32 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi bolesnika koje se nisu vratili na posao (klasa 0) u višeslojnom perceptronom modelu za sve atribute	79
Tabela 33 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji su se vratili na posao (klasa 1) i grupi bolesnika koje se nisu vratili na posao (klasa 0) u višeslojnom perceptronom modelu za odabrane atribute	79
Tabela 34 - Klasifikacija performansi modelaza sve atribute za predviđanje povratka na posao	80

Tabela 35 - Klasifikacija performansi modela za selektovane attribute za predviđanje povratka na posao	81
Tabela 36 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupama koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u DT modelu za sve attribute	82
Tabela 37 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupama koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u DT modelu za odabrane attribute	82
Tabela 38 - Prikaz klasifikovanja subjekata u grupama koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u SVM modelu za sve attribute	83
Tabela 39 -Prikaz klasifikovanja subjekata u grupama koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u SVM modelu za odabrane attribute	83
Tabela 40 . Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u višeslojnom perceptronom modelu za sve attribute	84
Tabela 41 . Prikaz klasifikovanja subjekata u grupi bolesnika koji nisu promenili radno mesto (klasa 1) i grupi koja je promenila radno mesto (klasa 0) u višeslojnom perceptronom modelu za odabrane attribute.....	85
Tabela 42.-. Klasifikacija performansi modela za sve attribute za predviđanje promene radnog mesta.	86
Tabela 43 . Klasifikacija performansi modela za odabrane attribute za predviđanje promene radnog mesta.....	86

Spisak grafikona

Grafikon 1: Polna struktura grupe ispitanika uključenih u studiju	40
Grafikon 2: Starosna distribucija ispitanika po polu	41
Grafikon 3: Struktura ispitanika prema školskoj spremi.....	42
Grafikon 4: Distribucija frekvencije ispitanika po polu i po školskoj spremi	42
Grafikon 5: Struktura ispitanika u odnosu na sektor radne organizacije prema vlasništvu.....	43
Grafikon 6: Struktura ispitivane grupe u odnosu na zastupljenost određenih kategorija fizičkog opterećenja na poslu koji su obavljali pre operativnog lečenja.....	43
Grafikon 7: Frekvencija hernijacije intervertebralnih diskusa, kod bolesnika ispitivane grupe, po nivoima	44
Grafikon 8: Frekvencija degenerativnih promena, simptomatskih intervertebralnih diskusa (IVD), stepena I,II,III i IV, V po Firmanovoj MRI gradaciji, po nivoima.....	45
Grafikon 9: Frekvencija degenerativnih promena intervertebralnih diskusa (IVD), stepena I,II,III i IV,V po Firmanovoj MRI gradaciji, za sva tri posmatrana diskusa (1 simptomatski i 2 asimptomatska), po nivoima kod svih bolesnika ispitivane grupe.....	46
Grafikon 10: Frekvencija degenerativnih promena oba fasetna zgloba (levog i desnog), 0 i 1., 2., 3.stepena po MRI gradaciji Vajshaupta, za sva tri posmatrana nivoa, kod svih bolesnika ispitivane grupe	47
Grafikon 11: Frekvencija bolesnika grupisanih prema zastupljenosti masne infiltracije paraspinalne muskulature lumbalnog segmenta, <10%, 10-50%, >50%, po Kjaaru.....	48
Grafikon 12: Udeo bolesnika u ispitivanoj grupi, koji se nisu vratili na posao nakon operativnog lečenja.....	50
Grafikon 13: Udeo bolesnika, u ispitivanoj grupi, koji su promenili radno mesto nakon operativnog lečenja	51
Grafikon 14: Povratak na posao i školska sprema ispitanika.....	52
Grafikon 15: Frekvencija bolesnika prema dužini trajanja privremene radne nesposobnosti nakon operacije i tipu preduzeća prema vlasništvu.....	55
Grafikon 16: Frekvencija bolesnika prema dužini trajanja privremene radne nesposobnosti nakon operacije i kategoriji fizičkog opterećenja.....	56
Grafikon 17: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene intervertebralnih diskusa (IVD) nivoa L3-L4	59
Grafikon 18: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene intervertebralnih diskusa (IVD) nivoa L4-L5	60

Grafikon 19: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene intervertebralnih diskusa (IVD) nivoa L5-S1	60
Grafikon 20: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene fasetnih zglobova prema Vajshauptovoj MRI klasifikaciji 0 i 1, 2, i 3 stepena, nivoa L3-L4.....	61
Grafikon 21: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene fasetnih zglobova prema Vajshauptovoj MRI klasifikaciji 0 i 1, 2, i 3 stepena nivoa L4-L5.....	62
Grafikon 22: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na degenerativne promene fasetnih zglobova prema Vajshauptovoj MRI klasifikaciji 0 i 1, 2, i 3 stepena nivoa L5-S1	62
Grafikon 23: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao i stepen masne infiltracije paraspinalne muskulature	63
Grafikon 24: Frekvencija ispitanika koji su se vratili na posao i koji se nisu vratili na posao u odnosu na dužinu trajanja bola u nozi	65
Grafikon 25: Frekvencija ispitanika koji su promenili radno mesto i koji nisu promenili radno mesto u odnosu na dužinu trajanja bola u nozi	66
Grafikon 26: Prosečna vrednost bola u nozi kod ispitanika, merena VAS skalom, pre i posle operacije	67
Grafikon 27: Korelacija srednje vrednosti radne sposobnosti ispitanika nakon operativnog lečenja i intenziteta bola u nozi merenog VAS skalom	68
Grafikon 28: Prosečna vrednost bola u leđima merena VAS skalom pre i posle operacije	68
Grafikon 29: Frekvencija ispitanika koji su zadovoljni poslom(da) i koji nisu zadovoljni poslom(ne) i vrednost njihove samoprocene radne sposobnosti na skali od 0 do 10	69
Grafikon 30: Frekvencija ispitanika zadovoljnih poslom (da) i ispitanika nezadovoljnih poslom (ne), u odnosu na ihod povratka na posao.....	70
Grafikon 31: Frekvencija ispitanika zadovoljnih poslom (da) i ispitanika nezadovoljnih poslom (ne), u odnosu na promenu radnog mesta.....	70
Grafikon 32: Frekvencija ispitanika prema dužini trajanja privremene radne nesposobnosti, izražene u mesecima trajanja nakon operativnog lečenja, u odnosu na frekvenciju ispitanika koji su imali podršku u preduzeću (da), odnosno nisu imali podršku u preduzeću (ne).....	72