



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА

Војин Стево Ковачевић

**Анализа разлика у клиничком току и исходу оперативног лечења пацијената
оболелих услед лумбалне дискус херније након стандардне и микродискектомије**

Докторска дисертација

Ментор: др сци. мед. Лукас Расулић, ванредни професор

Крагујевац, 2019. године

ИНДЕТИФИКАЦИОНА СТРАНИЦА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

<i>I Аутор</i>
Име и презиме: Војин Ковачевић
Датум и место рођења: 21. март 1982. године у Крагујевцу
Садашње запослење: специјалиста неурохирургије, КЦ Крагујевац
<i>II Докторска дисертација</i>
Наслов: Анализа разлика у клиничком току и исходу оперативног лечења пацијената оболелих услед лумбалне дискус херније након стандардне и микродискектомије
Број страница: 108
Број слика: 48
Број библиографских података: 142
Установа и место где је рад израђен: КЦ Крагујевац, Крагујевац
Научна област (УДК): Медицина
Ментор: др сци. мед. Лукас Расулић, ванредни професор Медицинског факултета Универзитета у Београду
<i>III Оцена и одбрана</i>
Датум пријаве теме: 27.09.2016.године
Број одлуке и датум прихватања докторске дисертације: IV-03-260/17 од 08.03.2017. године
Комисија за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата: 1. Проф. др Бранко Ристић, ванредни професор Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу, за ужу научну област Хирургија, председник; 2. Проф. др Петар Вулековић, редовни професор медицинског факултета Универзитета у Новом Саду, за ужу научну област Хирургија, члан; 3. Проф. др Дејан Вуловић, ванредни професор Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу, за ужу научну област Хирургија, члан; 4. Проф. др Милан Мијаиловић, ванредни професор Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу, за ужу научну област Радиологија, члан; 5. Доц. др Катарина Илић-Парезановић, доцент Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу, за ужу научну област Физикална медицина и рехабилитација, члан.
Комисија за оцену и одбрану докторске/уметничке дисертације: 1. Проф. др Петар Вулековић, редовни професор медицинског факултета Универзитета у Новом Саду, за ужу научну област Хирургија, председник; 2. Доц. др Катарина Илић-Парезановић, доцент Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу, за ужу научну област Физикална медицина и рехабилитација, члан; 3. Доц. др Александар Матић, доцент Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу, за ужу научну област Хирургија, члан.
Датум одбране дисертације:

САЖЕТАК

Стандардна дискектомија (СД) је први пут употребљена у сврху лечења лумбалне дискус херније (ЛДХ) 1932. године, док је микродискектомија (МД) уведена у клиничку праксу крајем 70их година двадесетог века. У поређењу са СД, МД је омогућила бољу визуелизацију односа неуралних структура и патолошког супстрата уз значајно мању јатрогену трауму. Иако се по мишљењу бројних аутора МД сматра за златни стандард хирушког лечења ЛДХ, у свакодневној клиничкој пракси многих центара две хирушке методе имају равноправан статус.

Циљ нашег истраживања је био да се упореде клинички ток, учесталост компликација и реоперација, као и крајњи функционални исход лечења након МД и СД. Главно питање нашег истраживања је било да ли је оправдано да два модалитета оперативног лечења у нашој клиничкој пракси буду равноправна.

Истраживање је дизајнирано као клиничка опсервациона, нерандомизирана проспективна студија и њом је обухваћено 206 пацијената који су оперативно лечени услед ЛДХ на једном спиналном нивоу, током трогодишњег периода. За процену исхода лечења су коришћени упитници за пацијента који су били састављени из Oswestry Disability Index-а (ODI) и визуелно-аналогних (ВА) скала за бол. Као допуна студији спроведена је и ретроспективна анализа стопе рекурентне дискус херније која је захтевала реоперацију, која је обухватила 545 пацијената током деветогодишњег периода.

Наши резултати су показали да је микродискектомија удружена са значајно нижом стопом реоперације, краћом хоспитализацијом и мањом постоперативном употребом аналгетика, али и дужим временом трајања операције. Такође задовољство пацијената оперативним лечењем, на основу индекса задовољства, је било значајно боље након МД. Ипак функционални исход лечења и редукција болног синдрома (према ODI и ВА скалама) нису били повезани са избором хирушке методе. На позитиван исход операције су утицали и краће трајање преоперативних тегоба и преоперативна физикална терапија.

Из добијених резултата се може закључити да треба дати предност МД у односу на СД, али и да је то метода која у складу са развојем рационалнијег здравственог система. Кључне речи: микродискектомија, стандардна дискектомија, исход лечења, реоперација

ABSTRACT

Standard discectomy (SD) was first used for the treatment of lumbar disc herniation (LDH) in 1932, while microdiscectomy (MD) was introduced into clinical practice at the end of the 1970's. Compared to SD, MD has enabled better visualization of the relationship between neural structures and pathological substrate with significantly less iatrogenic trauma. Although MD is considered a gold standard for surgical treatment of LDH by many authors, the daily clinical practice of many centers shows that the two surgical methods have equal status.

The aim of the study was to compare the clinical course, the frequency of complications and reoperations, and the ultimate functional outcome of treatment after MD and SD. The main issue of the research was is the equality of the two operative treatment modalities in our clinical practice justified.

The study was designed as an observational clinical, non-randomized prospective study, encompassing 206 patients who were operatively treated for LDH at a single spinal level over the three-year period. For an outcome assessment, in patient questionnaires both the Oswestry Disability Index (ODI) and the Visual Analogue (VA) scales were used. In addition to the study, a retrospective analysis of the rate of recurrent disc herniation requiring reoperation was carried out. It included 545 patients during the nine-year period.

The results have shown that microdiscectomy is associated with a significantly lower rate of reoperation, shorter hospitalization, reduced use of analgesics postoperatively, as well as an increased duration of operation. Also, based on satisfaction index, patient satisfaction with operative treatment was significantly higher after MD. However, the functional outcome of treatment and reduction of pain syndrome (according to ODI and VA scales) were not related to the choice of surgical method. The positive outcome of surgery was also affected by shorter duration of preoperative symptoms and preoperative physical therapy.

According to the obtained results it can be concluded that MD should be given priority over SD, but also that it's a method in accordance with the development of a more efficient health care system.

Key words: microdiscectomy, standard discectomy, clinical outcome, reoperation

Велику захвалност дугујем свом ментору, Професору др Лукасу Расулићу, уз чију су помоћ и подршку многе наизглед непремостиве препреке ипак савладане , као и за отварање нових хоризоната у свету неурохирургије.

Захваљујем се и породици, посебно супруги Марини на разумевању и техничкој подршци у изради рада, као и колегама из Центра за неурохирургију, Клиничког Центра Крагујевац.

Посвећујем свом оцу проф. др Стеву Ковачевићу

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
1.1. ДЕФИНИЦИЈА И ИСТОРИЈАТ.....	1
1.2. АНАТОМИЈА ЛУМБАЛНОГ СЕГМЕНТА КИЧМЕНОГ СТУБА.....	6
1.3. ПАТОФИЗИОЛОГИЈА И НОМЕНКЛАТУРА ЛУМБАЛНЕ ДИСКУС ХЕРНИЈЕ.....	12
1.4. ЕПИДЕМИОЛОГИЈА ЛУМБАЛНЕ ДИСКУС ХЕРНИЈЕ.....	17
1.5. КЛИНИЧКА ДИЈАГНОЗА ЛУМБАЛНЕ ДИСКУС ХЕРНИЈЕ.....	18
1.5.1. Симптоми болести	20
1.5.2. Клинички знаци.....	21
Коренски тестови истезања.....	22
Неуролошки дефицит.....	24
1.6. РАДИОДИЈАГНОСТИЧКЕ МЕТОДЕ.....	25
1.6.1. Радиографија.....	26
1.6.2. Компјутеризована томографија (КТ).....	28
1.6.3. Магнетна резонанца (МР).....	29
1.6.4. Мијелографија.....	30
1.7. ЛЕЧЕЊЕ.....	30
1.7.1. Неоперативно лечење.....	30
1.7.2. Оперативно лечење.....	32
1.7.3. Оперативне процедуре.....	33
1.7.4. Реоперација.....	39
1.7.5. Компликације оперативног лечења.....	39
1.8. ДИФЕРЕНЦИЈАЛНА ДИЈАГНОЗА.....	39
1.9. ПРОГНОЗА ХИРУРШКОГ ЛЕЧЕЊА ЛДХ	40
2. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА И РАДНЕ ХИПОТЕЗЕ	42
2.1 ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	42
2.2. РАДНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА.....	42

3. ПАЦИЈЕНТИ И МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА	43
3.1 ВРСТА СТУДИЈЕ.....	43
3.2. ПОПУЛАЦИЈА.....	45
3.3. ОПЕРАТИВНА ТЕХНИКА.....	45
3.4. КРИТЕРИЈУМИ ЗА УКЉУЧИВАЊЕ У ИСТРАЖИВАЊЕ.....	46
3.5. КРИТЕРИЈУМИ ЗА ИСКЉУЧИВАЊЕ ИЗ ИСТРАЖИВАЊА.....	46
3.6. УЗОРКОВАЊЕ.....	47
3.7. ВАРИЈАБЛЕ КОЈЕ СЕ МЕРЕ У СТУДИЈИ.....	47
3.7.1. Независне варијабле.....	47
3.7.2. Зависне варијабле.....	48
3.7.3. Збуњујуће варијабле.....	49
3.8. СТАТИСТИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА.....	49
4. РЕЗУЛТАТИ	50
5.ДИСКУСИЈА	76
5.1. ФУНКЦИОНАЛНИ ИСХОД ЛЕЧЕЊА И РЕДУКЦИЈА БОЛНОГ СИНДРОМА.....	77
5.2. ВРЕМЕ ТРАЈАЊА ОПЕРАЦИЈЕ И ДУЖИНА ХОСПИТАЛИЗАЦИЈЕ.....	80
5.3. ВРЕМЕ ПОВРАТКА РЕДОВНИМ ЖИВОТНИМ АКТИВНОСТИМА И ПОСТОПЕРАТИВНА УПОТРЕБА АНАЛГЕТИКА.....	81
5.4. ДУЖИНА ТРАЈАЊА ТЕГОБА ПРЕОПЕРАТИВНО.....	83
5.5. РЕКУРЕНТНА ДИСКУС ХЕРНИЈА.....	84
5.6. ПЕРИОПЕРАТИВНЕ КОМПЛИКАЦИЈЕ.....	88
5.7. ФИЗИКАЛНА ТЕРАПИЈА.....	88
5.8. ОПЕРАТИВНО НАСУПРОТ КОНЗЕРВАТИВНОМ ЛЕЧЕЊУ ЛУМБАЛНЕ ДИСКУС ХЕРНИЈЕ.....	90
5.9. МИКРОДИСКЕКТОМИЈА И НОВИЈЕ МИНИМАЛНО ИНВАЗИВНЕ МЕТОДЕ.....	90

5.10. КОРЕЛАЦИЈА ПРЕОПЕРАТИВНОГ ПСИХИЧКОГ СТАТУСА ПАЦИЈЕНТА И ИСХОДА ЛЕЧЕЊА.....	93
6. ЗАКЉУЧАК.....	94
7.ЛИТЕРАТУРА.....	96

1. УВОД

1.1. ДЕФИНИЦИЈА И ИСТОРИЈАТ

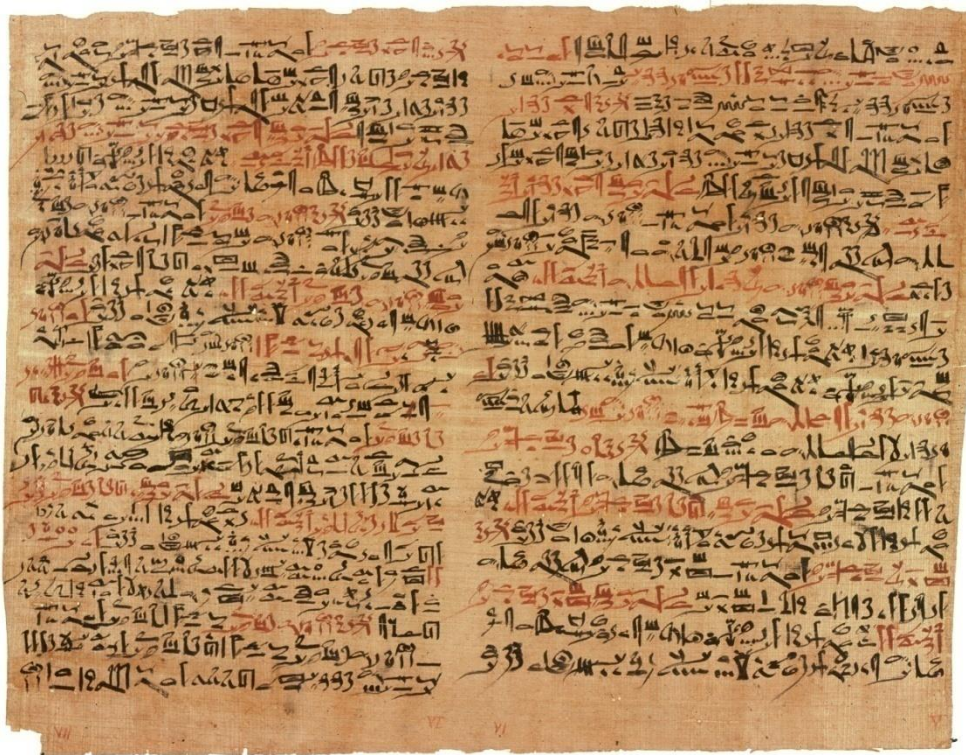
Дегенерација интервертебралног (ив) диска је најчешће први догађај у каскади патофизиолошких процеса који воде ка настанку различитих форми дегенеративних обољења лумбалног сегмента кичменог стуба [1]. Узнапредовала дегенерација ив диска доводи до лумбалне дискус херније, обољења које је најчешћи узрок бола у доњем делу леђа и исхијалгије [2]. Наведене тегобе настају као последица компресије нуклеуса и/или анулуса интервертебралног диска на неуралне елементе кичменог канала. Да би дошло до компресије на неуралне елементе неопходно је да део диска напусти анатомске границе интервертебралног простора.

Према томе, дискус хернија се може дефинисати као локализована или фокална дислокација дискалног материјала изван граница простора интервертебралног диска [3].

Симптоми, који према описима, одговарају данас познатој лумбалној дискус хернији су били познати и описивани у древним временима. Први опис исхијалгије је забележен у папирусу Е. Смита [4] (*Edwin Smith* – древни египатски запис о хирургији трауме) око 1500 година пре нове ере (**Слика 1**). Касније је овај патолошки ентитет описан и од стране неколико грчких и римских лекара и филозофа. Такође, велики допринос у препознавању порекла лумбоисхијалгичних тегоба су дали *Besalius* (XVI век) и *Cotugno* (XVIII век), а потом у XIX веку *Virchow*, *von Luschka* и *Kocher* [5]. О великој учесталости дегенеративних обољења кичменог стуба и код праисторијског човека сведоче и археолошки налази на кичменим стубовима неандерталаца, Пуебло индијанаца и људских остатака са других историјских налазишта [6, 7].

Ипак тек у првим деценијама XX века ови симптоми су на прави начин повезани са дегенеративним обољењем кичменог стуба. Као могући узроци лумбоисхијалгичних тегоба су истицани пре свих траума и неопластични процеси [8], док још увек није уочена узрочна веза између хернијације интервертебралног диска и ишијаса.

Слика 1. Папирус Е. Смита који се чува у њујоршкој Академији медицине (САД) (извор: van Middendorp JJ et al. The Edwin Smith papyrus: a clinical reappraisal of the oldest known document on spinal injuries. *Eur Spine J.* 2010;19(11):1815-23.)



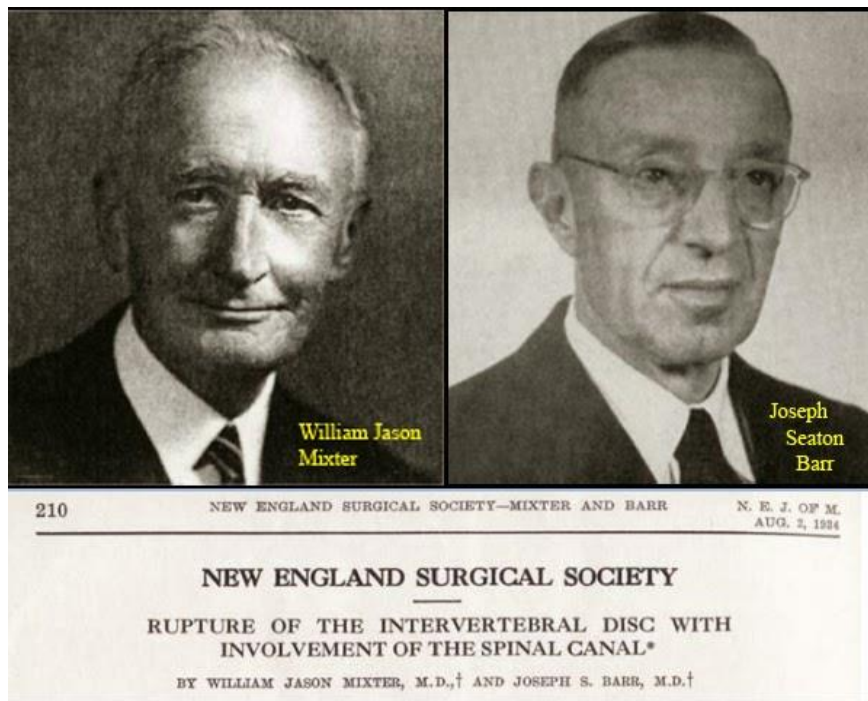
Крајем XIX и почетком XX века урађене су и прве хируршке експлорације лумбалног сегмента кичменог канала од стране водећих неурохирурга тог доба (*MacEwen, Horsley, Krause, Taylor, Dandy, Cushing* и други). У случајевима када су пронађени знаци компресивне лезије и иста била уклоњена хируршки, углавном су биле окарактерисане као енхондроми или дисекантни остеохондритис [5]. Данас се ипак зна да лумбоисхијалгичне

тегобе пацијента најчешће настају као последица серије догађаја који воде дегенерацији нуклеус пулпозуса и анулуса фиброзуса интервертебралног диска.

На креирање савременог начина схватања утицаја лумбалне дискус херније на настанак исхијалгије и неуролошког дефицита кључни утицај су имала 4 објављена рада у првој половини XX века [9-12]. Иако су до тада патолози описивали пролапс интервертебралног диска приликом обдукција, све до 1911. године тај патолошки налаз није доведен у везу са клиничком сликом лумбоисхијалгије. Те године су објављена прва два рада од стране *Goldthwaite-a* и *Middleton & Teacher-a* [9, 11] који су јасно указали на узрочно-последичну везу између руптуре ив диска и неуролошких последица као што су лумбаго, ишијас и параплегија. *Dandy* је 1929. године описао два случаја оперативног лечења параплегије коју је узроковала секвестрација ив диска [10]. Једина његова грешка је што је патолошки супстрат окарактерисан као стање слично остеохондритису колена. За дефинитивну идентификацију дегенерисаног диска као узрока исхијалгичних тегоба, као и сазнање да је хируршким лечењем могуће помоћи пацијенту, захвалност дугујемо *William J. Mixter-у* и *Joseph S. Barr-у* (Слика 2). Они су 1932. године у Општој болници Масачусетса (Massachusetts General Hospital, USA) као мултидисциплинарни тим (неурохирург и ортопед) извели прву планирану операцију лумбалне дискектомије путем трансдуралног приступа интервертебралном диску [13]. Године 1934. су приказали и своју серију случајева (Mixter WJ, Barr JS. 1934) руптуре интервертебралног диска и закључили да је то најчешћи узрок неуролошког дефицита и исхијалгије [14]. Исти аутори су 1938. године на основу свог доташњег искуства закључили да је за хируршки приступ дегенерисаном ив диску ипак подеснији интерламинарни екстрадурални приступ [5]. Њихова техника, иако модификована и унапређена оруђима савременог доба и у данашње време представља основу хируршког приступа лумбалној дискус хернији.

Инциденца дегенеративних обољења лумбалног сегмента кичменог стуба и у оквиру њих лумбална дискус хернија достиже епидемијске размере након Другог Светског Рата [15] уз константни растући тренд и у 21. веку.

Слика 2. William J. Mixter и Joseph S. Barr (извор: <http://ajw1793.blogspot.com>)



Процес лумбалне дискус херније доводи до различитог степена карактеристичних симптома и клиничких манифестација. Тегобе пацијената које су у вези са лумбалном дискус хернијом у данашње време представљају огроман социо-економски проблем у развијеним земљама и земљама у развоју јер смањују продуктивност индивида. Такође ово патолошко стање представља један од најчешћих узрока јављања лекару, на другом је месту иза респираторних обољења, а на првом месту према броју сати изостанка са радног места [8]. Из ових података проистиче да лумбална дискус хернија значајно доприноси оптерећењу система здравствене заштите.

Лумбална дискектомија је хируршка метода у лечењу пацијената оболелих услед лумбалне дискус херније (ЛДХ) када неуролошки дефицит и радикуларни бол перзистирају и након конзервативне терапије [16]. Хируршки третман који су стручној јавности представили *Mixter* и *Barr*, данас познат као стандардна дискектомија (СД), је још увек актуелан уз извесна техничка унапређења и подразумева парцијалну хемиламинектомију са парцијалном дискектомијом. Нова ера у лечењу ЛДХ почиње 1977. године увођењем

микродиссектомије (МД) у клиничку праксу. МД као унапређена хируршка техника је подразумевала употребу оперативног микроскопа у сврху дисектомије [17]. Први резултати су показали да је МД подједнако ефикасна као СД, па чак и да постоје одређене предности у односу на ранији модалитет оперативног лечења [18]. У поређењу са СД, МД је омогућила бољу визуелизацију односа неуралних структура и патолошког супстрата, мање инцизије коже и фасције, као и мање екстензивну хемиламинектомију. Такође, као један од главних добити микродиссектомије је апострофирано да се пацијенти готово дупло брже враћају редовним животним активностима [19]. Стога се микродиссектомија данас сматра методом златног стандарда у оперативном лечењу ЛДХ.

Током последње две деценије неколико нових техника је развијено у лечењу пацијената са ЛДХ, али већина од њих нису заживеле у клиничкој пракси због ограниченог индикационог подручја и незадовољавајућих резултата [20]. Тубуларна дисектомија и ендоскопске методе, која су шире прихваћене су се показале као адекватна алтернатива у односу на МД, али досадашње студије нису сагласне да постоји значајна разлика у исходу лечења [21]. Неколико ретроспективних и проспективних рандомизираних студија [22, 23] које анализирају разлике у исходу лечења након СД и МД је објављено до сада и општи је закључак да нема статистички значајне разлике у крајњем исходу лечења. Нека истраживања ипак у неколико параметра клиничког опоравка фаворизују МД [24]. Као главну ману свих рандомизираних студија налазимо да у великој мери врше утицај на хирурга да изабере модалитет лечења. Такође многе студије су концентрисане на хируршке параметре лечења, а само неколико користе скале за самопроцену функционалног исхода лечења за које се испоставило да су кључне у процени крајњег исхода лечења.

Како се неурохирурзи у појединим медицинским центрима поред МД и даље неретко одлучују за СД, укључујући и КЦ Крагујевац, два модалитета лечења су у нашој клиничкој пракси равноправни и избор најчешће зависи од афинитета оператора. Водећа идеја нашег истраживања је била да се упореде клинички ток и крајњи исход лечења након микродиссектомије и стандардне дисектомије, тј. да ли је оправдано да ова два модалитета оперативног лечења у нашој клиничкој пракси буду равноправна. Посебан акценат приликом истраживања је стављен на разлику у редукцији болног синдрома и

функционалног опоравка након оперативног лечења ЛДХ, као и на стопу реоперације у зависности од избора хируршке методе.

1.2. АНАТОМИЈА ЛУМБАЛНОГ СЕГМЕНТА КИЧМЕНОГ СТУБА

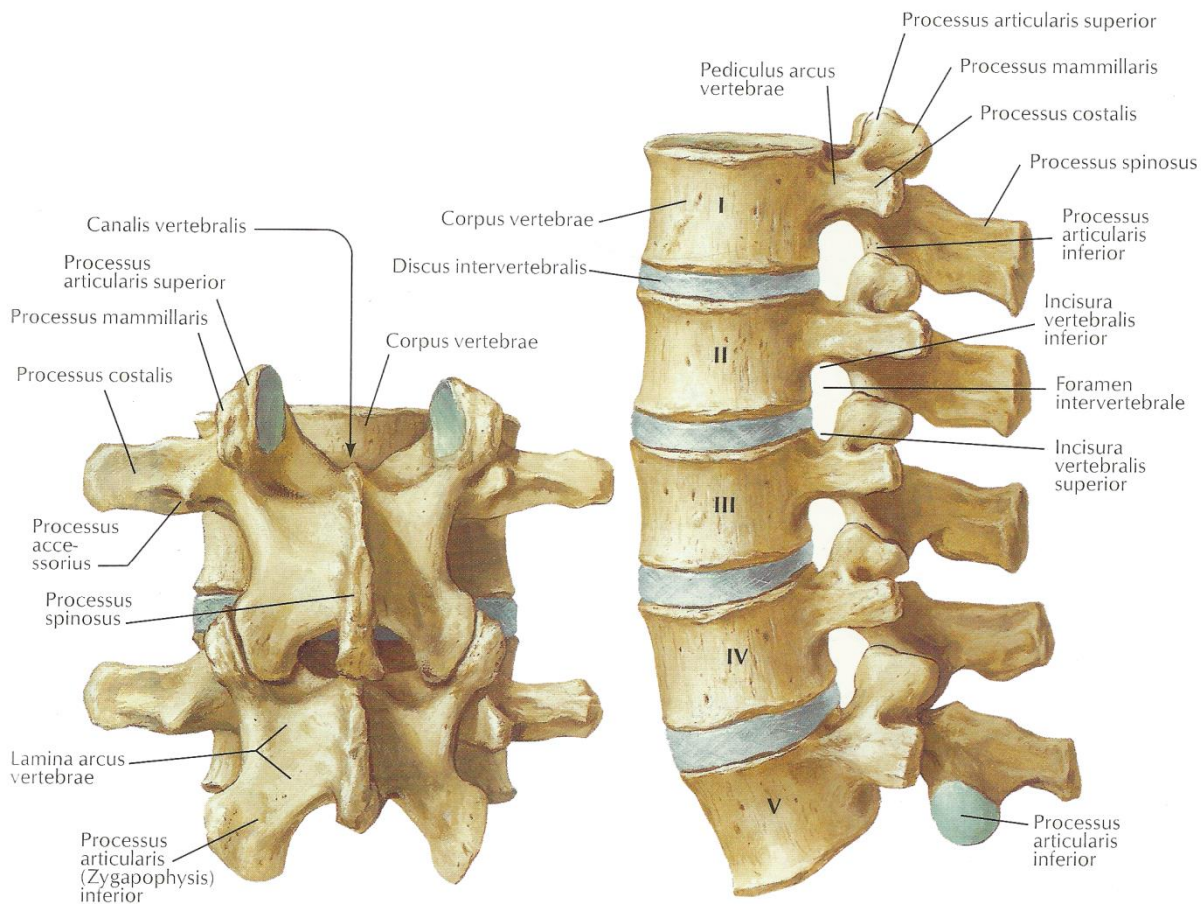
Нормалну анатомију лумбалног сегмента кичме чине пет пршљенова и придружених пет интервертебралних дискова (Слика 3). У малом броју случајева среће се абнормална сегментација која резултује или сакрализацијом петог лумбалног пршљена или лумбализацијом првог лумбалног сегмента. Како су лумбални пршљенови изложени највећем оптерећењу у кичменом стубу, масивније су структуре у односу на пршљенове осталих сегмената кичме. Међусобно су повезани интервертебралним дисковима, спиналним лигаментима и фасетним зглобовима. Због различите оријентације фасетних зглобова у горњем делу лумбалне кичме ограничени су покрети аксијалне ротације а дозвољени покрети флексије и екстензије. Напротив у доњем делу исте већа је могућност ротације, што објашњава чешћу појаву хернијације диска на нивоу Л4 и Л5 [25].

Лумбални пршљенови су међусобно повезани бројним лигаментима. Предњи лонгитудинални лигамент (*lig. Longitudinalis ant.*) је причвршћен за предњу површину пршљенских тела, али је та веза нешто слабија са интервертебралним дисковима. Задњи лонгитудинални лигамент (*lig. Longitudinalis post.*) је повезан за лумбалне дискове и обликован према њима, такође је повезан и са суседним ивицама пршљенских тела.

Задњи лигамент је у мањој мери причвршћен за медијалне делове тела пршљена и има тенденцију истањења ка латералним припојима за и.в. дискове. Предњи и задњи лигамент служе као извор аксијалне стабилности кичменог стуба (Слика 4).

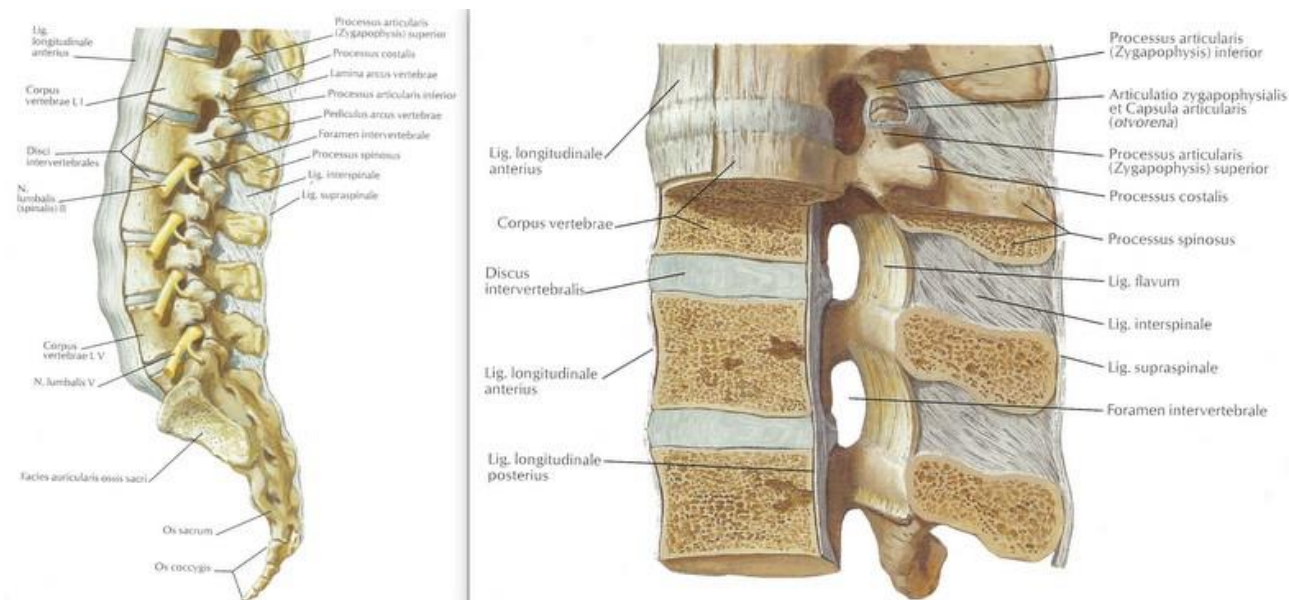
Жути лигамнет (*lig. Flavum*) је везан између површина суседних ламина. Ова еластична структура вероватно има функцију да ограничи флексију кичменог стуба. Хипертрофија овог лигамента, делом у латералном рецесусу, може бити одговорна за неуралну компресију. Остали спинални лигаменти укључују: интертрансверзалне лигаменте који везују трансверзалне наставке суседних пршљенова, као и интерспинозне лигаменте који повезују спинозне наставке.

Слика 3. Лумбални пршљенови, поглед са дорзалне стране и бочни поглед (извор: Frank H. Netter. Atlas anatomije čoveka. Drugo prerađeno izdanje. Beograd: Data Status; 2003.)



Интервертебрални диск има улогу зглоба између два суседна пршљенска тела (Слика 5). Диск је комплексна структура која трпи значајно аксијално оптерећење, а на њега делују и силе флексије/екстензије, силе приликом латерофлексије и ротације. Ив диск има две основне функције. Прва је да делује као физиолошки апсорбер шока, а друга да ограничи покрете између суседних пршљенова.

Слика 4. Лигаменти лумбалног сегмента кичменог стуба (извор: Frank H. Netter. Atlas anatomije čoveka. Drugo prerađeno izdanje. Beograd: Data Status; 2003.)



Лумбални диск се састоји из три дела:

- картилагинозне плоче – структуре сачињене од хијалине хрскавице дебљине око 1мм, која покрива кост суседног пршљена и прави баријеру између нуклеус пулпозуса и пршљенског тела [26]. Унутар картилагинозне плоче постоји мрежа капиларних крвних судова која исхрањује аваскуларни ив диск.
- Фиброзни анулус (*anulus fibrosus*) – кружна фиброзна структура која суздржава дејство латералних сила, а које производи компресован нуклеус. Састављен је доминантно из ћелија налик фибробластима (енг. *fibroblast-like cells*) и колагених валакана тип 1 [27]. У оквиру самог фиброзног анулуса се разликују спољни слој који је чвршћи и састављен скоро искључиво од колагених влакана тип 1, док унутрашњи слој представља прелазну зону између анулуса и нукелуса и састављен је из влакана тип 1 и тип 2, као и протеогликана [28]. Анулус фиброзус је блиско везан за суседно пршљенско

тело, јаче са предње стране него са задње, такође је слабије везан за задњи лонгитудинални лигамнет у односу на предњи.

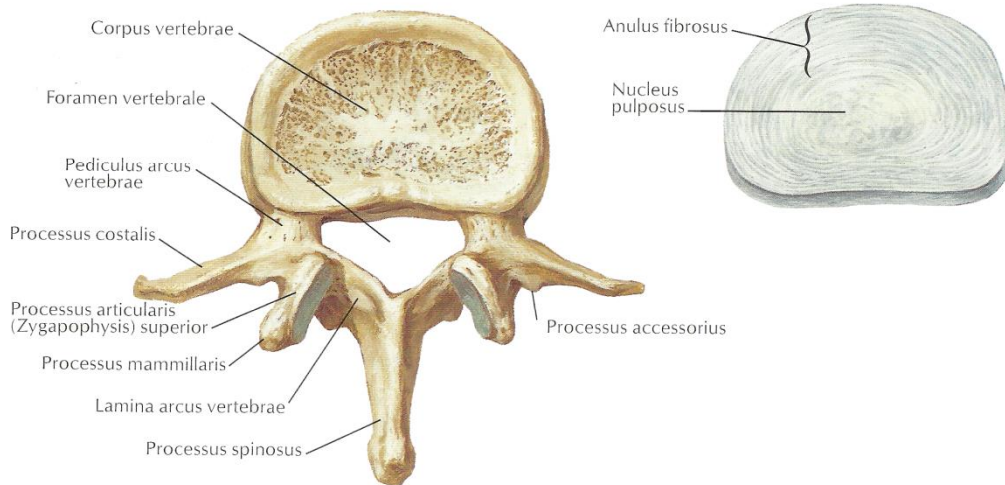
- Нуклеус пулпозус (*nucleus pulposus*) – је централни део, тј. семижелатинозно средиште диска, које омогућава диску да издржи пре свега аксијално оптерећење. У нукелусу су присутне ћелије налик хондроцитима (*chondrocyte-like cells*) које продукују колаген тип 2 и протеогликане [29]. Недавно су у нукелусу идентификоване и ћелије нотохорде које стимулативно делују на продукцију протеогликана и колагена, а такође спречавају апоптозу хондроцитима сличних ћелија [30].

Наведене анатомске карактеристике делом објашњавају већу склоност постериорне хернијације ив диска у односу на антериорну.

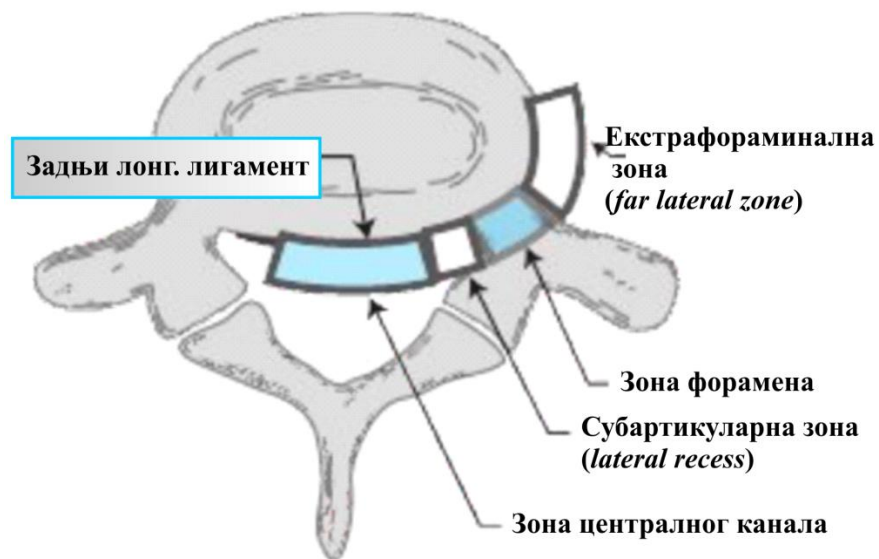
Спинални канал формирају тзв. неурални лук дорзално и пршљнска тела са ив дисковима вентрално. У већине индивидуа, кичмена можина се завршава у нивоу доњег дела Л1 пршљена у виду кауде еквине (*cauda equina*), а коју сачињавају моторни и сензитивни нервни корени. Кауда еквина испуњава дуралну врећу испод Л1 спиналног нивоа.

Нервни корени напуштају спинални канал на сваком нивоу лумбалне кичме (иако су варијације могуће). Нормално, сваки корен који напушта дуралну врећу пролази кроз простор диска и улази у латерални рецесус (**Слика 6**). Простор диска формирају задња страна пршљенског тела, суседни диск, медијални зид педикула и горња фасета. Корен затим пролази око педикула у неурални форамен (**Слика 7**), где напушта кичму. Латерални рецесус је нормално висок 3-5мм, а неурални форамен је нешто већег промера [31]. Нервни корен и корен дорзалног ганглиона су око 4-7мм у дијаметру.

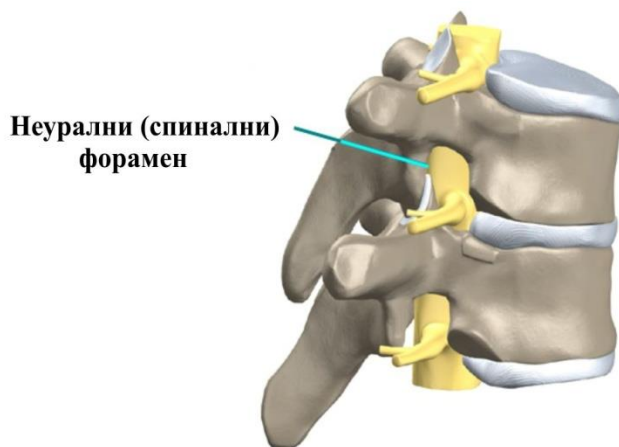
Слика 5. Лумбални пршљен и припадајући диск, поглед са горње стране (модификовано према: Frank H. Netter. Atlas anatomije čoveka. Drugo prerađeno izdanje. Beograd: Data Status; 2003.)



Слика 6. Схематски приказ латералног ресецуса и зоне где је могућа компресија диска на нервни корен (модификовано према: Mark S. Greenberg. Handbook of Neurosurgery. 8th Edition. New York: Thieme; 2016.)



Слика 7. Неурални форамен (интервертебрални отвор) са припадајућим нервним кореновима – бочни поглед (извор: <http://stenosisspinal.org>)



Сваки спинални сегмент је инервисан од стране рекурентног нерва (*n. recurrens – Luschka*; пореклом од задње гране спиналног корена). Овај нерв, који напушта корен мало изван форамена, снабдева сензорним гранама дуру и анулус фиброзус. Нема влакана за бол унутар нуклеус пулпозуса. Стимулацијом ових нервних завршетака доводи до слабо локализованог бола у нози, али не и оштрог бола који се јавља код дискус херније.

Артеријско снабдевање ив дискова и пршљена долази од стране лумбалних артерија, које су гране аорте. Радикуларне гране улазе у дуру са сваким нервним кореном. Највећа радикуларна грана, артерија *Adamkiewicz*, снабдева моздину и најниже улази у спинални канал на нивоу Л3 нервног корена. Из венског плексуса, који је лоциран на поду канала, крв се одводи у систем вене доње шупље вене (*v. cavae inf.*).

У одраслих ив диск је аваскуларан, али се исхрањује дифузијом преко малих крвних судова који се налазе у вертебралним телима уз сам диск.

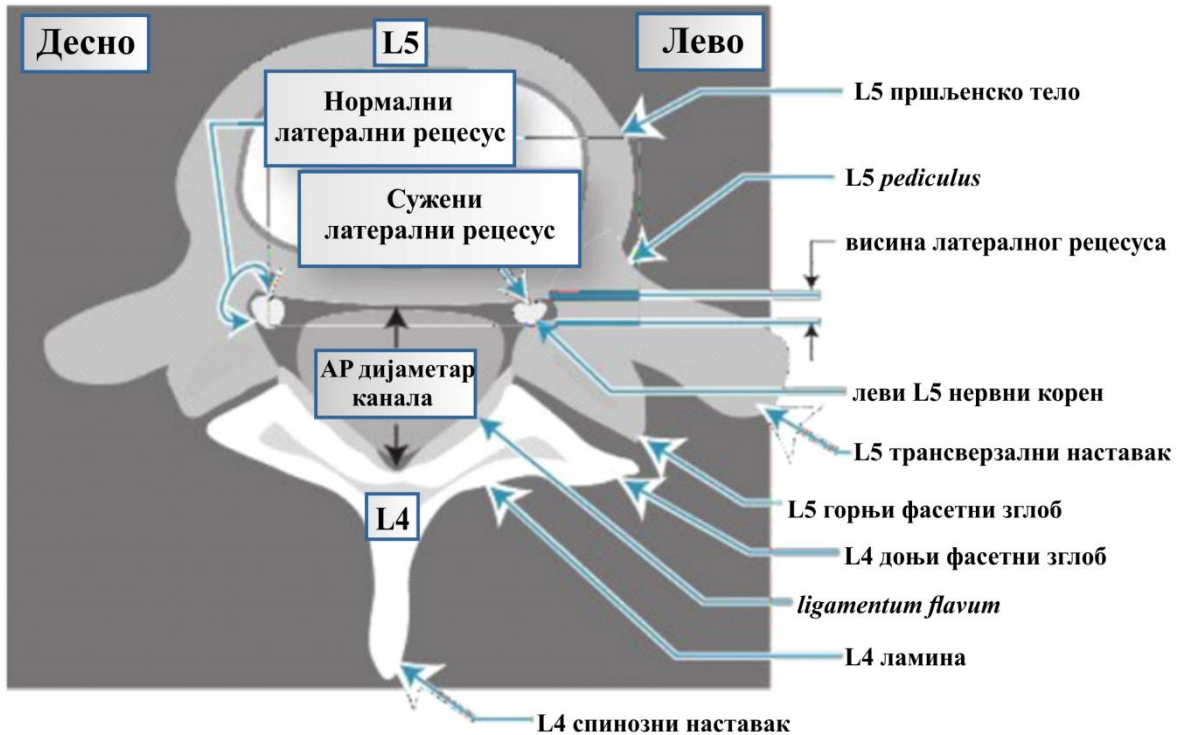
1.3. ПАТОФИЗИОЛОГИЈА И НОМЕНКЛАТУРА ЛУМБАЛНЕ ДИСКУС ХЕРНИЈЕ

Са старењем прогресивно се развијају дегенеративни процеси у ив диску, а сматра се да се почетак дегенерације догађа већ у првим годинама живота [32]. Прецизније, већ у трећој години живота постоји значајна редукција капиларне мреже која екстендира из завршних плоча диска ка фибрознам анулусу. Упоредо се догађа и измена морфологије и смањење броја ћелија у нуклеусу и апоптозе фибробласта у анулусу [33]. У другој деценији живота долази до постепеног нестанка границе између унутрашњег слоја анулуса и нуклеуса. Описане промене заједно доводе до формирања малих усека/цепова у анулусу које представљају предиспозицију за каснији настанак дискус херније [34]. Ипак од највећег значаја за настанак дискус херније је слабљење спољњег слоја анулуса, тако да очуван интегритет овог слоја у великој мери превенира хернијацију [29]. Иако се у свакодневној пракси под дискус хернијом сматра дислокација нуклеуса кроз дефект на анулусу, на основу патохистолошких анализа закључено је да је хернијација само нуклеуса врло ретка. У 2/3 случајева се налазе делови нуклеуса у дискалном материјалу, док су у 20% случајева присутни и делови картилагинозних завршних плоча [29].

Као што је већ наглашено, лумбална кичма има задатак да поднесе тежину целог кичменог стуба и трупа, односно има потпорну (статичку) улогу. Такође, значајни покрети су могући и свакодневно присутни између лумбалних дискова, посебно два доња диска (L4/L5 и L5/S1). Ова два фактора резултирају патофизиолошким процесима који воде дегенерацији и хернијацији лумбалних дискова, као и спондилотичним променама које могу довести до лумбалне стенозе или стенозе латералног рецесуса (**Слика 8**).

Нуклеус пулпозус је састављен од молекула протеина и полисахарида, који се понашају као гел. Његова функција је апсорпција и преусмеравање, у латералном смеру, вертикалног притиска на спинални стуб. Анулус, који је састављен углавном од фиброзног ткива, има задатак да обузда латерални притисак већ поменутих преусмерених сила.

Слика 8. Схематски приказ суженог латералног рецесуса са леве стране (модификовано према: Mark S. Greenberg. Handbook of Neurosurgery. 8th Edition. New York: Thieme; 2016.)



Нуклеус је способен да апсорбује ове велике силе, посебно у детињству када садржи висок проценат воде (око 90%). Али како са годинама постепено долази до дехидратације диска и промена у биохемијском саставу, јавља се и тенденција ка његовој дегенерацији и губитку способности преноса и ублажавања притиска. Најзначајнији догађаји који се дешавају упоредо са дехидратацијом диска су смањење садржаја протеогликана, као и унутрашња фрагментација нуклеуса са цепањем анулуса. Ове промене се могу ограничити или довести до хернијације диска. Описане дегенеративне промене се развијају брже код особа које се баве физичким пословима, особа које су изложене вибрацијама и које обављају рад у седећем положају.

Термини дегенерација диска, бубређе диска (енг. *disc bulging*) и хернијација диска се неретко у литератури користе као синоними за исто патолошко стање. Иако клинички значајна дискус хернија представља даљу прогресију дегенерације диска (Слика 9), под

ЛДХ у правом смислу се сматра локализована екстензија дискалног материјала изван анатомских граница ив простора, тј. протрузија, екструзија и секвестрација диска.

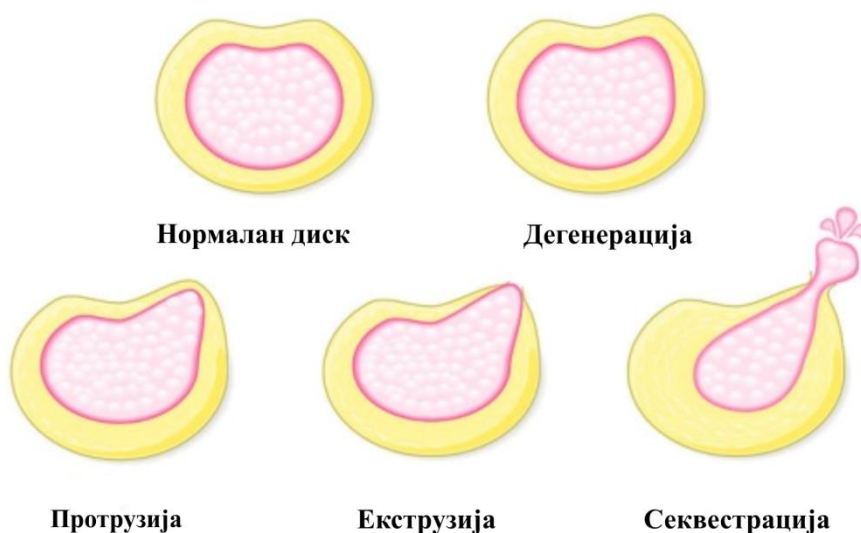
Поменути степени дегенерације, који су најчешће у корелацији са тежином клиничке слике су приказани у табели 1.

У односу на правац, хернијација се може јавити:

- антериорно,
- вертикално, кроз картилагинозну плочу у пршљенско тело или
- постериорно, са екструзијом материјала диска у спинални канал.

Нормално, репаративни процеси прате екструзију диска. Ти процеси, уколико се ради о антериорној хернијацији, подразумевају колапс диск простора и стварање остеофита, што може резултовати спондилозом. Уколико дође до хернијације диска кроз картилиганозну плочу долази до формирања Шморл-ових (*Schmorl*) чворића. Ни спондилоза (*spondylosis deformans*), ни Шморл-ови чворићи немају хируршки значај сами за себе, али могу бити фактори прогресивног кичменог деформитета.

Слика 9. Схематски приказ степена дегенерације интервертебралног диска (модификовано према: <https://www.spineuniverse.com>)



Табела 1. Степени дегенерације интервертебралног диска

Дегенерација диска	Поремећај структуре нуклеус пулпозуса праћено дехидратацијом и смањењем висине ив простора
Испупчење диска (<i>disc bulging</i>)	Циркумферентна екстензија нуклеус пулпозуса изван завршних хрскавичавих плоча уз очуван анулус
Протрузија диска	Локална екстензија нуклеуса уз очуван анулус фиброзус
Екструзија диска	Пролапс нуклеуса у спинални канал уз пробијен анулус (очуван континуитет нуклеуса)
Секвестрација диска	Слободни фрагмент нуклеуса у спиналном каналу
Интрадурална хернијација	Интрадурални пролапс ив диска – непознат механизам

Са тачке гледишта у односу на клинички слику, најзначајнија хернијација диска је постериорна, тј. задња (**Слика 10**). У овим случајевима, дискални материјал може изазвати радикулопатију или настанак компресије кауде еквине, са неуролошким симптомима. Такође, постериорна хернијација иницира репаративне процесе (инфламаторну каскаду), који за крајњи резултат имају потпуну или делимичну ресорпцију диск материјала и калцификацију, што коначно може довести и до спонтаног нестајања хернираног фрагмента. Доминантни механизам којим се одвија ресорпција диска је фагоцитоза од стране макрофага [35].

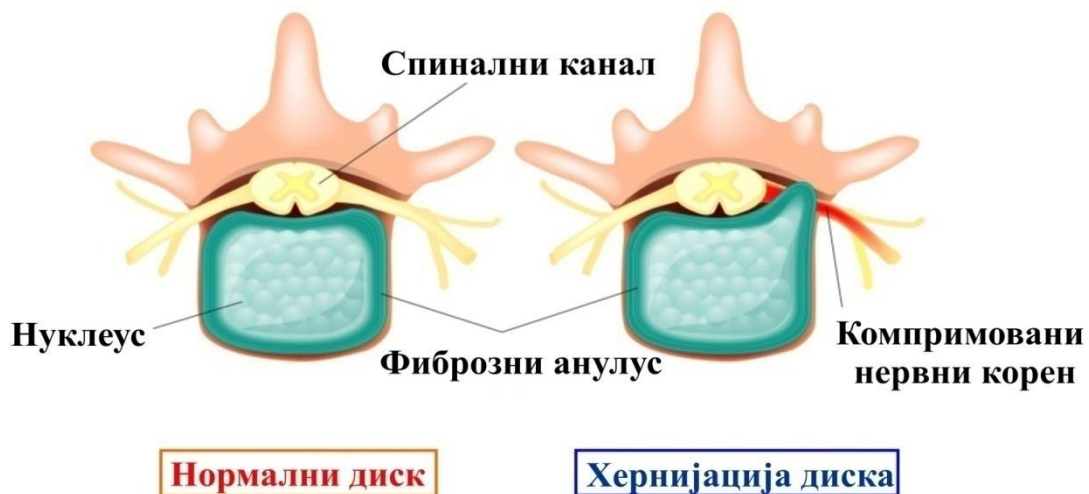
Након пролапса диска започињу и други дегенеративни процеси услед поремећене стабилности ледираног сегмента кичменог стуба, као што су хипертрофија апофизеалних зглобова и жутих лигамената [1]. Све ове промене могу довести до стенозе латералних рецесуса или спиналног канала, односно компресије нервних корена или кауде еквине, посебно у пацијената са релативно уским спиналним каналом.

Задње хернијације могу бити дорзолатералне и дорзомедијалне (2% свих хернијација) [25]. Дорзолатералне дискус херније могу имати различит однос са нервним кореном:

- латерално у односу на корен – помера корен медијално
- медијално у односу на корен – помера корен латерално
- хернија испод корена – доводи до истезања корена

Типични радикуларни бол који настаје као последица дискус херније настаје услед механичке компресије или хемијске иритације. Механичка компресија може деформисати и истегнути нервни корен, али такође може и компримовати микроциркулацију и довести до исхемије нерва. Хемијска иритација нервног корена настаје као производ инфламаторне реакције коју изазива страном тело у виду дислоцираног дискалног материјала [36].

Слика 10. Приказани су попречни пресеци 2 лумбална диска. Лево је здрав диск без промена у нуклеусу; десно постоји одвајање централног дела диска и његов пролазак кроз пукотину анулуса (модификовано према: www.spineuniverse.com)



1.4. ЕПИДЕМИОЛОГИЈА ЛУМБАЛНЕ ДИСКУС ХЕРНИЈЕ

Бол у доњем делу леђа (*low back pain*) представља најчешћу тегобу код особа старих до 45 година. Животна инциденца овог бола износи до 80%, а за исхијалгију око 40% [25]. Око 1% пацијената са акутним лумбалним болом има истовремено и исхијалгију. Преваленца лумбалног болног синдрома (ЛБС) на глобалном нивоу је у сталном порасту. Према групи аутора из САД [37] преваленца хроничног ЛБС у Сједињеним Америчким Државама је 1992. године износила 3,9%, а 2006. године 10,2%. У оквиру ове групе пацијената, чак 84% затражи помоћ лекара. Иако се бол у доњем делу леђа и акутни лумбални болни синдром могу јавити и у детињству, ова стања се типично јављају у трећој деценији живота и настављају до шесте деценије. Такође акутни ЛБС има удео од 3,5% у укупном броју свих медицинских стања које збрињавају хитне службе [38]. Инциденца ЛДХ и исхијалгије током живота има знатно нижи проценат у укупној популацији у односу на ЛБС, од 2 до 40%. Преваленца ЛДХ узимајући у обзир и асимптоматске случајеве се процењује на 50% [39], а само симптоматских случајева износи 1-3% [40]. Лумбална дискус хернија има највишу преваленцу у периоду између 30 и 50 година старости. Тачније просечна старост када се јавља лумбална дискус хернија, према *Summins* и сарадницима, је око 41. године старости [41]. ЛДХ се чешће јавља код мушкараца у односу на жене, према неким ауторима тај однос износи чак и 2:1 [40]. Висок индекс телесне тежине (ВМИ) је значајан фактор ризика за настанак дискус херније и према Финској групи аутора врло висок проценат (27%) оперативно лечених пацијената је било гојазно [42]. Као независни фактори ризика за настанак ЛДХ у литератури се наводе и дијабетес, пушење и хиперлипидемија [43, 44].

Остали фактори ризика за настанак лумбалне дискус херније су слични као и код акутног лумбалног болног синдрома:

- тешки физички послови
- подизање терета тежег од 20кг
- дуго седење уз вибрације као што је то случај при управљању моторним возилима
- падови
- нагли прекомерни покрети, нпр. устајање, савијање и посезање итд.

У око 70% пацијената са акутним лумбоисхијалгичним синдромом након мировања и медикаментозне терапије долази до значајне ремисије тегоба унутар периода од 3 недеље, а код 90% пацијената унутар 2 месеца. Тако да огромна већина ових пацијената заврши своје лечење успешно медикаментозним и физикалним третманом. Само око 10% пацијената имају изражене тегобе и након 6 недеља и поред ординирани конзервативне терапије, ова група пацијената су кандидати за оперативно лечење [40].

Око 75% флексије и екстензије у лумбосакралној кичми се одиграва на лумбосакралном споју, 20% на нивоу Л4-Л5 и преосталих 5% на горњим лумбалним нивоима. Због тога су лумбалне дискус херније у око 90-95% случајева локализоване у доња два нивоа, с тим да су оне у нивоу Л5-С1 два пута чешће у односу на суседни ниво [25, 31]. Лезије на нивоима изнад Л4/Л5 су карактеристичне за популацију изнад 55 година старости [40].

Битна чињеница у вези лумбалне дискус херније је и та да се ради о енормно скупом обољењу за друштвену заједницу. Процењује се да је укупна цена овог обољења за друштво у САД, укључујући директне медицинске трошкове, одсуствовање са радног места и легалне надокнаде пацијентима, између 16 и 50 милијарди долара на годишњем нивоу [23]. Уколико се посматра само трошак операција дискектомије, исти на годишњем нивоу у САД износи преко 300 милиона долара [45].

1.5. КЛИНИЧКА ДИЈАГНОЗА ЛУМБАЛНЕ ДИСКУС ХЕРНИЈЕ

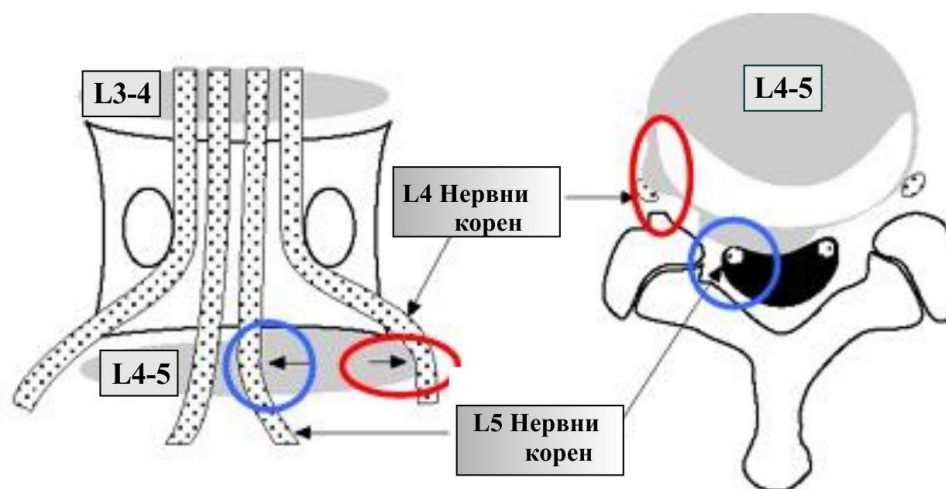
Основни клинички симптоми и знаци лумбалне дискус херније су [25, 31]:

- радикулопатија, тј. радикуларни бол и промене сензибилитета који се јављају дуж инервационе зоне ледираног нервног корена,
- мишићна слабост и измењени рефлекси (нижи или угашени рефлекси)
- леђни бол,
- позитивни тестови истезања којима се изазива радикуларни бол са пропагацијом испод колена, а специфичан је за компримовани корен.

Типична дискус хернија у регији лумбосакралне кичме доводи до оштећења нервног корена који напушта спинални канал на једном нивоу испод оболелог ИВ диска. До овога долази услед карактеристичних патоанатомских односа између ИВ диска и спиналних коренова у нивоу лумбосакралне кичме. Наиме, спинални корен излази кроз ИВ форамен испод истоименог пршљенског педикла и место његовог изласка је значајно удаљен од ИВ диска на истом нивоу. Тако нпр. Л4 корен напушта спинални канал испод Л4 педикла и изнад Л4/Л5 ИВ диска, док је Л5 корен на свом путу ка Л5/С1 форамену у знатно ближем односу са Л4/Л5 диском. Из тог разлога дорзомедијалне и дорзолатералне хернијације диска на Л4/Л5 нивоу најчешће дају радикулопатију Л5 корена. У случајевима хернијације дискалног материјала у фораминалној зони и екстремно латералне хернијације долази до компресије спиналног корена који напушта спинални канал на истом нивоу где је дискус хернија. У том случају у нашем примеру дискус херније на нивоу Л4/Л5 дошло би до компресије на Л4 спинални корен (Слике 6 и 11).

Масивне хернијације ИВ диска могу дати синдром коњског репа (*Cauda equinae Sy*), који означава истовремену компресију и оштећење функције више спиналних коренова. *Cauda equina* синдром се сврстава у хитна медицинска стања и подразумева у типичном облику мишићну слабост, анестезију седалне регије и уринарну ретенцију.

Слика 11. Локализација хернијације интервертебралног диска и компресија на одговарајући спинални корен (модификовано према: www.orthobullets.com/spine)



1.5.1. Симптоми болести

- бол у доњем делу леђа који постепено прелази у радикуларни бол (исхијалгију)
- олакшање исхијалгије приликом флексије у зглобу кука или колена
- пацијенти избегавају нагле покрете
- анталгичан ход
- бол појачава кашаљ, кијање и физичко напрезање
- ретенција или ређе инконтиненција урина [31]

Иницијални симптом лумбалне дискус херније је најчешће бол у леђима, који може бити акутног или хроничног тока. Пацијенти често дају податке о неколико ранијих епизода локализованог бола, без исхијалгије, који се спонтано повуку. Бол у леђима може бити присутан неколико дана или недеља, а затим може бити праћен онеспособљујућим болом који ирадира у ногу. Ови симптоми могу бити праћени парастезијама и укоченошћу у погођеном дерматому, као и мишићном слабошћу.

Повремено клиничка слика може бити у виду озбиљних болова у нози и грчева, а који се јављају врло брзо након почетних симптома. У другим случајевима, бол се често интензивира приликом седења, стајања и ходања, као и током кашља, кијања или напињања. Бол се повлачи у лежећем положају, са флектираним куковима и коленима. Бол у леђима и нози могу заједно перзистирати, али се чешће дешава да се бол у леђима умањи са појавом исхијалгије. Вероватно да се овај феномен јавља захваљујући редукцији растезања влакана за бол у анулусу и задњем лигаменту, које се јавља приликом екструзије диска. Слично томе, у ретким приликама, озбиљне исхијалгичне тегобе се могу изненада повући, али је та појава обично удружена са моторном слабошћу и испадом сензибилитета због прекида функције озбиљно компримованог нервног корена. У старијих пацијената бол у нози често доминира у односу на бол у леђима, од самог почетка болести.

У присуству суженог спиналног канала и велике протрузије диска у средњој линији, пацијенти углавном као тегобе наводе бол у леђима и нејасан бол променљивог интензитета, који се премешта из ноге у ногу. У ретким случајевима велике централне

протрузије, долази до почетне парализе по типу кауде еквине, односно моторних и сензорних манифестација у ногама, као и дисфункције сфинктера. Узрок сфинктерних сметњи је непотпуна лезија парасимпатичких преганглионских влакана. Уринарна ретенција је описана као једина манифестација протрузије диска у неких пацијента женског пола, мада су многи пацијенти без симптома везаних за урогенитални систем имали патолошке резултате теста уринарне функције. Иритативни симптоми мокраћне бешике су ређи симптоми [46].

При манифестацији исхијалгичних тегоба, а захваљујући компресији нервног корена пацијенти су често у могућности да одреде линију дистрибуције бола. Приликом протрузије диска на Л4-Л5 нивоу (Л5 радикулопатија), бол се карактеристично пружа од задње стране кука преко постеролатералне стране бутине и потколенице, што је праћено укоченошћу и пецкањем палца или прва два прста стопала. Код протрузије диска на нивоу Л5-С1 (С1 радикулопатија), бол је локализован у куку, задњој страни бутине и листа са пропацијом у пету, а праћен је укоченошћу и трњењем латералне стране стопала и спољних прстију. Код дискус херније на нивоу Л3-Л4 (Л4 радикулопатије), бол се најчешће пружа предњом страном бутине и потколенице, као и медијалном страном чланка. Наравно треба имати у виду да описане тегобе нису стереотипне и да могу имати бројне варијације од пацијента до пацијента.

1.5.2. Клинички знаци радикулопатије

Клинички налаз који указује на знаке радикулопатије могу се сажети у следеће:

- моторна слабост
- промене у рефлексима (нижи)
- сензорне промене у одговарајућем дерматому
- позитивни тестови истезања нервног корена
- хиперсензитивност дуж анатомског пружања исхијадичног нерва [31]

Пацијенти који због клиничке слике радикулопатије, тј. ЛДХ, буду упућени неурохирургу у 28% случајева имају моторни дефицит при иницијалном прегледу. У истој групи пацијената 48% има поремећај сензибилитета, а у 51% случајева промене у рефлексима [47].

Клинички преглед пацијента код кога се сумња на ЛДХ наравно започиње већ приликом тренутка уласка пацијента у амбуланту, односно посматрањем његовог хода и става тела. Леђна кривина пацијента који болује услед дискус херније може бити нормалног изгледа (лумбална лордоза) или заравњена и лагано нагнута напред са флексијом у зглобу кука и колена на погођеној страни. Сколиоза, према или од захваћене стране, такође може бити присутна. Када постоји сколиоза, она представља важан знак о локализацији фрагмента ив диска. Уколико је пацијент савијен супротно од погођене стране то указује на латералну протрузију диска, а уколико је савијање према погођеној страни постоји велика могућност да је комад диска у пазуху нервног корена. Перкусија леђа може узроковати и фокални бол у нивоу дискус херније.

Пацијент стоји и мења позицију полако и на опрезан начин. Нагињање напред је ограничено до различитог степена. Пасивни покрети лумбалне кичме могу произвести бол; настајање бола према или од погођене стране такође може пружити доказ о локацији фрагмента диска. Када је протрузија латерална, покрети према тој страни могу натегнути корен и узроковати бол у нози. Уколико је фрагмент у пазуху корена, покрети супротни од захваћене стране узрокују растезање корена и бол.

Коренски тестови истезања

Најзначајнији појединачни знак у дијагнози дискус херније је подизање исправљене ноге (енг. *straight-leg raising test – Lasegue sign* или Лазаревићев знак у домаћој литератури) [25]. Овај тест се заснива на претпоставци да растезање већ иритираног нервног корена производи бол код пацијента. Тест се изводи на пацијенту који је у лежећем положају и састоји се из два маневра. Први је подизање исправљене ноге, а други покрет (потврдни) подразумева флексију колена и кука док се пета лагано превлачи изнад површине кревета. Искијалгични бол се производи првим маневром, а другим не. У

присуству нервне компресије подизање ноге је ограничено и већ на око 30-40 степени се јавља бол.

Неки пацијенти имају позитиван и тзв. унакрсни тест подизања ноге (*Fajersztajn-ов* тест), који се јавља код великих екструдираних ив дискова или ако је диск фрагмент присутан у пазуху корена. Код овог теста подизање контралтералне ноге узрокује бол на погођеној страни. Овај тест узрокује латералну тракцију нервог корена и компримује га ка медијално позиционираном фрагменту.

Такође, антефлексација врата у седећем положају са екстензијом ноге на страни дискус херније узрокује појаву бола (“седећи коренски тест”), вероватно због растезања текалне вреће.

Од користи је и “обрнути тест подизања опружене ноге” који се изводи у положају на трбуху или на боку са безболном ногом и обухвата екстензију у куку и савијање у колону. Позитиван тест указује на иритацију коренова који учествују у изградњи феморалног нерва, обично корена Л4.

Kernig-ов тест је варијација *Lasegue-овог* теста и подразумева подизање ноге лежећег пацијента са флексијом у колону и куку. Када флексија зглоба кука достигне 90 степени, врши се екстензија колена. Код позитивног теста екстензија колена проузрокује бол. Друга варијација је подизање ноге до тачке када почињу тегобе, а затим се врши дорзофлексија у скочном зглобу. Репродукција бола означава позитиван резултат теста.

Још један клинички тест, који се ретко примењује у свакодневной пракси је и *Naffziger-ов* тест. Тест се састоји из компресије на југуларне вене током 1 до 2 минута док пацијент седи. Услед венске стазе долази до повећања притиска цереброспиналне течности, услед чега долази до иритације коренова и јавља се интензивирање бола и парестезија у погођеној регији ноге.

Као диференцијално дијагностички тест користи се Патриков тест (*Patrick's test* или *FABERE – Flexion ABduction External Rotation*), који подразумева спољну ротацију у зглобу кука, при флексији у зглобу кука и колена. Појава бола при извођењу овог теста је карактеристична за обољење зглоба кука, али не и за хернијацију ив диска.

Пацијенти који болују услед лумбалне дискус херније у горњим сегментима (Л1, Л2, Л3) могу имати негативан *Lasegue-ов* тест, али екстензија у зглобу кука доводи до бола у предњој регији бутине (тест истезања феморалног нерва – *Mackiewicz* тест).

Неуролошки дефицит

Неуролошки преглед пацијената са знацима лумбалне радикулопатије је изузетно значајан за одређивање локализације нивоа руптуре ив диска. Преглед укључује и циркумферентно мерење зглоба кука и бутине, посебно код пацијената са дугом анамнезом болести.

Приликом испитивања моторне функције значајни су статични и динамични тестови мишићне функције. Ови тестови подразумевају испитивање плантарне и дорзалне флексије прстију и стопала, односно издавање налога пацијенту да хода на прстима и петама стопала. Испитивање функције квадрицепса се испитује тако што се захтева од пацијента да хода уз и низ степенице. Слабост екстензије (дорзалне флексије) прстију и стопала је карактеристично за Л5 радикулопатију, али се може срести и код лезије Л4 корена. Слабост плантарне флексије је ређа, али када се јави указује на С1 радикулопатију. Слабост квадрицепса се може јавити код лезије Л3 или Л4 корена; док се слабост м.псоаса може развити као последица лезије корена у горњим сегментима лумбалне кичме.

Локализација лезије на основу испада сензибилитета је тежа. С1 радикулопатија узрокује хипалгезију спољне стране стопала и чланка; Л5 радикулопатија је праћена хипалгезијом дорзума стопала, док лезија Л4 корена може проузроковати хипалгезију предњом ивицом потколенице.

Измене рефлекса су такође карактеристичне за поједине нивое лезије. Протрузија диска на нивоу Л3 корена или виша могу узроковати губитак пателарног рефлекса. Лезија Л4 корена обично није праћена променама рефлекса, док лезија Л5 корена је начешће удружена са губитком Ахиловог рефлекса.

Клиничари ипак морају имати у виду да знакови који се јављају код пацијента нису стереотипни (**Табела 2**) и могу имати бројне варијације. Те варијације могу потицати из индивидуалних анатомских разлика, али такође и чињенице да протрузија диска на било ком нивоу не мора узроковати компресију нервног корена на истом нивоу.

Масивна централна диск хернијација, која узрокује компресију кауде еквине (синдром кауде еквине), може дати:

- билатерални моторни дефицит који може прогедирати до параплегије
- испад сензибилитета у виду „јахаћих панталона”
- дисфункцију мокраћне бешике и гастроинтестиналног тракта, најчешће долази до ретенције урина, а ређе инконтиненције, немогућношћу контролисања столице и смањеним тонусом аналног сфинктера.

Да би се клиничко испитивање могло сматрати потпуним треба испитати и:

(1) периферну циркулацију, тј. задњу тибиијалну артерију и дорзалну артерију стопала, јер васкуларне клаудикације могу личити на дискогени бол, посебно код старијих и дијабетичара, (2) кук, уз напомену да ограничење спољне ротације уз бол у препони указује на његово оболење и (3) колено.

Табела 2. Знаци лумбалне дискус херније у односу на ниво лезије

Ниво лезије	Моторни дефицит	Сензорни дефицит	Рефлекси
Л3-Л4 (Л4 радикулопатија)	Слабост m. quadriceps-a	Предња страна колена и предња ивица потколенице	Снижен пателарни рефлекс
Л4-Л5 (Л5 радикулопатија)	Слабост m. tibialis ant. (n. peroneus)	Предње спољна страна потколенице и дорзум стопала	Снижен или угашен Ахилов рефлекс
Л5-С1 (С1 радикулопатија)	Слабост m. triceps surae (n. tibialis)	Задња страна потколенице, спољна стране стопала и чланка	Снижен или угашен Ахилов рефлекс

1.6. РАДИОДИЈАГНОСТИЧКЕ МЕТОДЕ

Код одраслих пацијената који се јављају лекару због акутног бола у леђима и благим или умереним исхијалгичним тегобама, радиолошки преглед се може одложити уколико нема ученог неуролошког дефицита, нити других системских знакова обољења, као ни података о трауми. Радиолошки преглед је индикован уколико су

лумбоисхијалгичне тегобе и други знаци дегенеративних обољења кичменог стуба резистентне након мировања и конзервативне терапије. Такође анамнестички податак о трауми и присуство клиничких знакова других системских болести су индикација за радиолошки преглед кичменог стуба.

1.6.1. Радиографија

Када је код пацијента са дегенеративним обољењем кичменог стуба индикован радиографски преглед, најчешће је довољно урадити снимке у антеропостериорној (АП) и латералној пројекцији. Само у ретким случајевима потребан је и рентгенски снимак у косој пројекцији ради евалуације интерартикуларних делова кичменог стуба.

Нативна радиографија кичменог стуба је ретко индикована код пацијента код којег се сумња на постојање лумбалне дискус херније. Разлог за то је што ови снимци ретко могу дати значајне информације у вези са стањем ив диска и најчешће указују на промене као што су губитак физиолошке лумбалне лордозе, сколиозу и друге неспецифичне дегенеративне промене. Суужење једног или више ив простора се нормално виђа код многих људи који немају лумбоисхијалгичне тегобе, већ пате од бола локализованог у доњем делу леђа.

Иако се суужење интервертебралних простора може сматрати индикацијом за постојање дегенеративног обољења ив диска, такве промене нису поуздан дијагностички знак за хернијацију диска. И заиста хернијација диска се може јавити на нивоу где Ртг снимак не указује на било какве дегенеративне промене (**Слика 12**). Главни разлог за спровођење Ртг дијагностике је искључивање тежих дегенеративних и других обољења као што су: спондилолистеза, фрактура, примарни и секундарни коштани тумори, пиогене инфекције и туберкулоза, конгениталне малформације, анкилозни спондилит, Пагет-ова болест, фиброзна дисплазија и хемангиоми пршљенских тела.

Слика 12. Рентгенски снимак лумбосакралне кичме пацијента код којег је каснијим ЦТ прегледом дијагностикована екструзија ив диска на нивоу Л4/Л5 (извор: архива КЦ Крагујевац)



Са развојем магнетне резонанце и других радиолошких техника нативна радиографија је изгубила свој значај. Још један разлог за нативну радиографију кичме може бити и припрема пацијента за операцију или реоперацију, на којој можемо поуздано уочити спинални ниво раније операције због уклањања кости. Радиографија може указати и на прекобројни пршљен (лумбализација), који није препознат на МР снимку, а што може довести до операције на погрешном ив простору. Међутим и ова индикација постаје историјска јер данас већина операционих сала у којима се изводе хируршки захвати на кичменом стубу поседују рентгенски апарат (eng. *C-arm*) којим се непосредно преоперативно и интраоперативно може са сигурношћу идентификовати жељени спинални ниво.

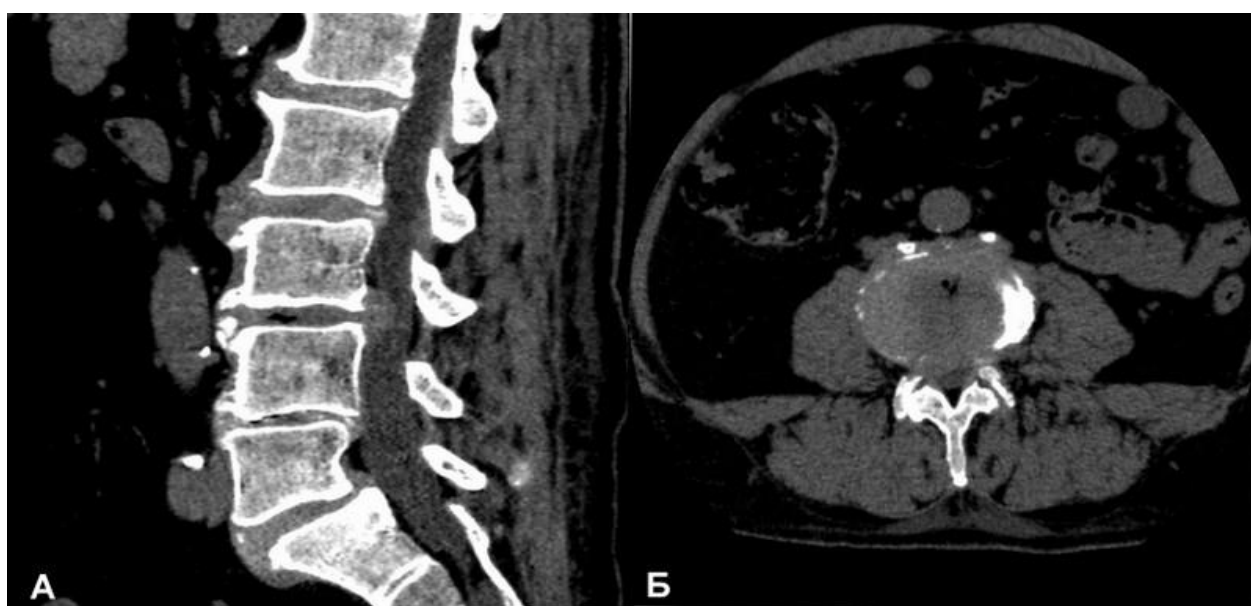
Радиографијом се такође може дијагностиковати и спина бифида, као и друге аномалије које могу довести до интраоперативних компликација.

1.6.2. Компјутеризована томографија (КТ)

Компјутеризована томографија (КТ) је корисна као скрининг тест у дијагностици дискус херније, стенозе спиналног канала и других лезија лумбалног сегмента кичме. Када се КТ преглед коректно изведе и правилно интерпретира, велика је поузданост прегледа, поготово на КТ апаратима новије генерације (Слика 13). Ова метода је нарочито добра за дијагнозу латералних хернијација, које се могу превидети на мијелографском прегледу или бити не тако очигледне приликом МР прегледа. Ипак КТ је знатно мање поуздана метода у односу на МР из следећих разлога: омогућава само аксијалне пресеке кичме, често се приказују само нижи сегменти лумбалне кичме, такође се не приказују адекватно интраспинални тумори и велике централне хернијације диска.

Треба напоменути да се сензитивност КТ прегледа додатно смањује код пацијената који су већ били подвргнути операцији. Чак и са апликацијом интравенског контраста, компјутеризована томографија не омогућава прецизно разликовање ожиљка у односу на рецидив дискус херније.

Слика 13: КТ снимак дорзолатералне дискус херније на Л4/Л5 нивоу, пресек у сагиталној (А) и аксијалној равни (Б) (извор: архива КЦ Крагујевац)

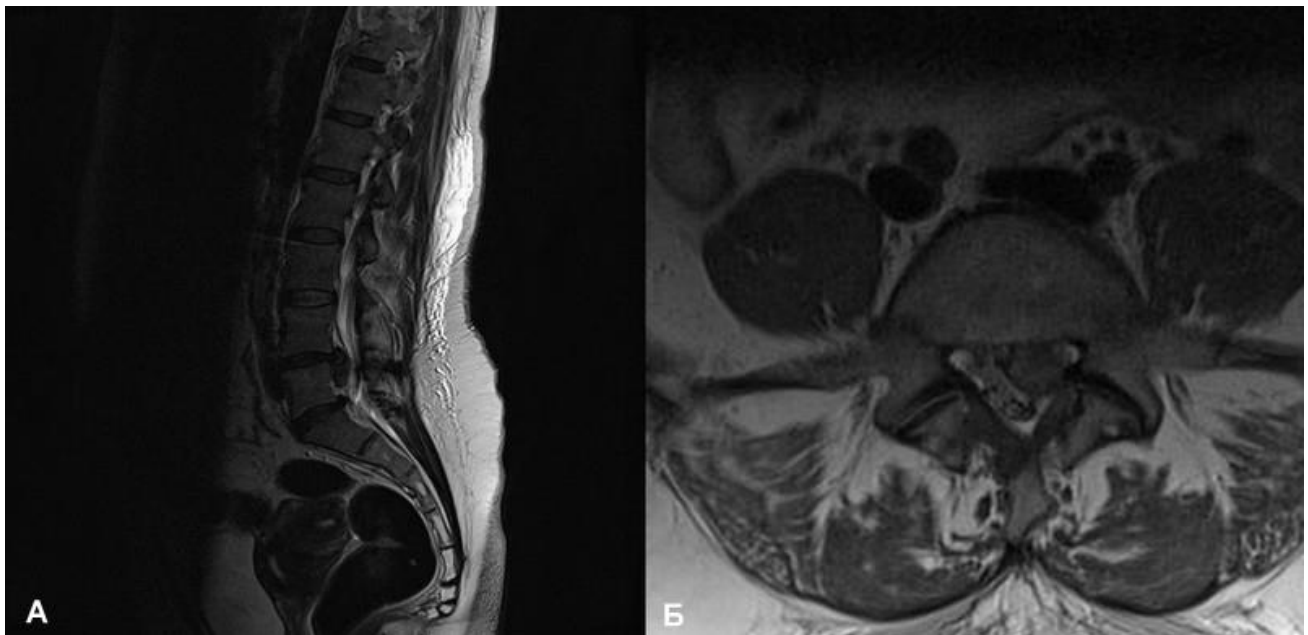


1.6.3. Магнетна резонанца

Магнетна резонанца (МР) је постала процедура избора за евалуацију обољења кичменог стуба, тј. дискус херније (**Слика 14**).

Врло је корисна је и поуздана за дијагнозу лумбалне стенозе спиналног канала и фораминалне стенозе. Посебан значај магнетна резонанца има у постављању диференцијалне дијагнозе и искључивања других обољења кичменог стуба и канала (спиналних тумора). Значајна је и за дијагностику инфекција простора ив дискова, као и дијагностику рецидивне дискус херније и других лезија код већ оперисаних пацијената.

Слика 14: МР снимак, сагитални (А) и аксијални (Б) пресек масивне дорзолатералне дискус херније на нивоу Л4/Л5 са десне стране (извор: архива КЦ Крагујевац)



1.6.4. Мијелографија

Мијелографија, некада златни стандард у дијагностици дискус херније, појавом МР-е се данас користи у знатно мањој мери. Међутим у неким случајевима, ова метода је и даље врло корисна, посебно уколико се комбинује са постмијелографским ЦТ прегледом. Ипак мијелографија представља инвазивну дијагностику, иако употреба данашњих липосолубилних контрастних средстава даје много мање компликација у односу на ранија хидросолубилна.

Мијелографија је ипак врло корисна дијагностичка метода у пацијената који имају нејасан налаз приликом МР прегледа или у пацијената који се из одређених разлога не могу подврћи МР прегледу. Ова метода је такође значајна у неким специфичним случајевима као што су: синдром латералног рецесуса, граничне хернијације диска, спиналне стенозе на више нивоа, различите форме спиналних цисти.

За мијелограм је важно да постоји визуелизација и доњих торакалних сегмента, јер и на тим нивоима могу се често наћи лезије код пацијената са болом у леђима и нози (исти принцип важи и за МР).

Електромиографија

Електромиографија (ЕМГ) има значај у диференцијацији пацијената са лезијом лумбосакралног плексуса и оних са лезијом периферних нерава. ЕМГ се користи и у евалуацији пацијената након спроведеног оперативног лечења, а који су преоперативно имали неуролошки дефицит.

1.7. ЛЕЧЕЊЕ

1.7.1. Неоперативно лечење

Према Армстронгу [48], код обољења лумбалних дискова, у односу на редослед патолошких промена извршена је подела на три стадијума: дегенерација нуклеуса,

миграција нуклеуса и фиброза. Принцип неоперативног лечења је да се спречи напрезања абнормалног диска и омогућити му на тај начин изванредан степен исцељења. Чак и секвестрирани фрагменти могу добро реаговати на овај начин лечења, јер се могу временом сасушити, тј. дехидрирати.

Постоје контраверзна разматрања о томе како неоперативно лечење утиче на даљи развој обољења лумбалних дискова, односно лумбалне дискус херније. Ипак све студије указују да је боље конзервативно лечити пацијента, него га не лечити уопште. Постоје бројни облици неоперативног лечења, који доносе олакшање тегоба великом броју пацијената.

1) Пацијенти са благим или умереним исхјалгичним тегобама добро регулишу на мере као што су генерално смањење физичке активности, избегавање савијања, пењања уз степенице и увртања кичменог стуба. Добре резултате даје и ношење лумбосакралних корсета, а све ове мере су потпомогнуте употребом аналгетика умереног ненаркотичког дејства и нестероидних анти-инфламаторних лекова. Уколико применом ових мера дође до ремисије тегоба, пацијенти се упућују на програме лаганих вежби леђа које имају за циљ да ојачају абдоминалну и паравертебралну мускулатуру, као и да обезбеде већу флексибилност кичменог стуба.

2) Пацијенти са озбиљнијим симптомима се третирају на следећи начин: апсолутно мировање на тврђем душеку и употреба неопходних аналгетика и седатива. Неке студије указују да је ограничен период мировања (2 дана), праћен мобилизацијом, једнако ефикасан као продужена имобилизација. Такође овакав третман је праћен и употребом аналгетика, седатива и мишићних релаксанаса, чији је ефекат дискутабилан. Када се клинички знаци обољења и симптоми повуку, пацијент започиње физикалну терапију.

Остале конзервативне методе као што су апликација површинске топлоте и лагане масаже олакшавају тренутно тегобе пацијента, али је мало вероватно да имају стваран терапијски ефекат. Многи аутори не препоручују пелвичну тракцију и друге манипулације.

Употреба стероида, било орална или интраспиналном ињекцијом, је контраверзна. Доказано је да употреба оралних кортикостероида доводи до привременог побољшања у многих пацијената, али такође постоје докази да негативно утичу на даљи развој обољења ив диска. Ипак стероиде треба користити у пацијената код којих је операција контраиндикована, као и код пацијената који се дуже лече конзервативно и оних који одбијају оперативно лечење.

Интратекална употреба стероида доводи до побољшања симптома акутне и хроничне исхијалгије, али постоји велики ризик од настанка арахноидитиса. Епидурална примена стероида се показала као ефикасна у пацијената са благим и умереним тегобама, али се не препоручује код пацијената са значајном хернијацијом диска и неуролошким дефицитом. Према једној студији у око 50% пацијената са дијагностикованом дискус хернијом, а који су лечени епидуралном апликацијом стероида и који су били кандидати за оперативно лечење, дошло је до повољног исхода. У око половине пацијената је дошло до повлачења тегоба у периоду од три године, а при том нису третирани оперативно [49].

1.7.2. Оперативно лечење

Генерално су прихваћене 4 индикације за оперативно лечење лумбалне дискус херније:

- Масивна протрузија у средњој линији која узрокује компресију кауде еквине, а резултује моторним и сензорним дефицитом и губитком контроле сфинктера
- Компресија на нервни корен удружена са значајним моторним дефицитом (слабост квадрицепса или „пад“ стопала)
- Лумбоисхијалгија која се не повлачи након спроведеног конзервативног лечења
- Рекурентне епизоде лумбоисхијалгичних тегоба, а које спречавају пацијента да води нормалан живот

Тешко је установити јасне смернице за тајминг операције у пацијената са непрестаним боловима и минималним неуролошким дефицитом. Када је код пацијента присутан само болни синдром оперативно лечење нема значајну предност у односу на

конзервативно лечење након две године праћења [50], ако се посматрају бол у нози и леђима, субјективни осећај неспособности и квалитета живота. Ипак оперативно лечење даје брже краткорочно побољшање.

У литератури се углавном среће став да треба покушати са конзервативним третманом у трајању 4-6 недеља [51] пре доношења одлуке о оперативном лечењу. Уколико дође до побољшања стања пацијента, мировање и смањење активности се наставља све док не буде јасно да је дошло до клиничког побољшања. Овај став важи пре свега за пацијенте са мање озбиљним симптомима. Ипак уколико постоје озбиљне тегобе и при том је дијагностикована хернијација великог фрагмента ив диска, операција се може спровести у периоду од неколико дана, чак иако не постоји неуролошки дефицит.

Одлука о операцији се мора донети понаособ за сваког пацијента и мора бити базирана на основу:

- озбиљности симптома,
- налазу радиолошких дијагностичких метода,
- резултата конзервативног лечења и
- неуролошког статуса пацијента.

Такође од великог је значаја предочити пацијенту циљеве и ризике оперативног и неоперативног лечења.

1.7.3. Оперативне процедуре

Оперативна процедура приликом лечења дискус херније се може извести у локалној, спиналној или општој анестезији. При томе пацијент може бити у лежећем положају, латералном или колено-лакрат положају [52]. Постоји велики број могућих положаја пацијента, али већина аутора оперативну процедуру изводи у општој анестезији, у колено-грудном положају (гено-пекторални) (Слика 15) .

Оперативни приступи се могу генерално поделити на:

- трансканаликуларни приступ и
- интрадискални приступ.

Класична (стандардна) дискектомија и микродискектомија се убрајају у трансканаликуларне приступе.

Основне карактеристике класичне дискектомије су:

- општа анестезија,
- адекватна локализација ИВ простора - уз помоћ Ртг интраоперативног снимка (Слика 16)
- инцизија коже, и преко 10цм
- Приказивање две суседне ламине и ламинектомија (хемиламинектомија, флавектомија)
- Приказ дуралне вреће и спиналног корена
- Пажљива дисекција
- Уклањане фрагмената ИВ диска и
- Педантна хемостаза
- хоспитализација до 7 дана и просечно 6 недеља ограничене активности.

Лумбалној дискус хернији се приступа дорзалним путем, а према обиму ресекције коштаног-везивних структура може се урадити: ламинектомија, тј. скидање ламине и спинозног наставка, хемиламинектомија, тј. скидање ламине са једне стране од спинозног наставка и флавектомија, тј. скидање жутог лигамента у једном простору.

Након операције неопходно је да пацијенти редукују своју физичку активност за период од неколико недеља. Такође није пожељно подизање било каквог терета, дужег седења и покрета флексије и екстензије кичменог стуба. Почетак физикалног третмана се препоручује након 6 до 8 недеља од операције.

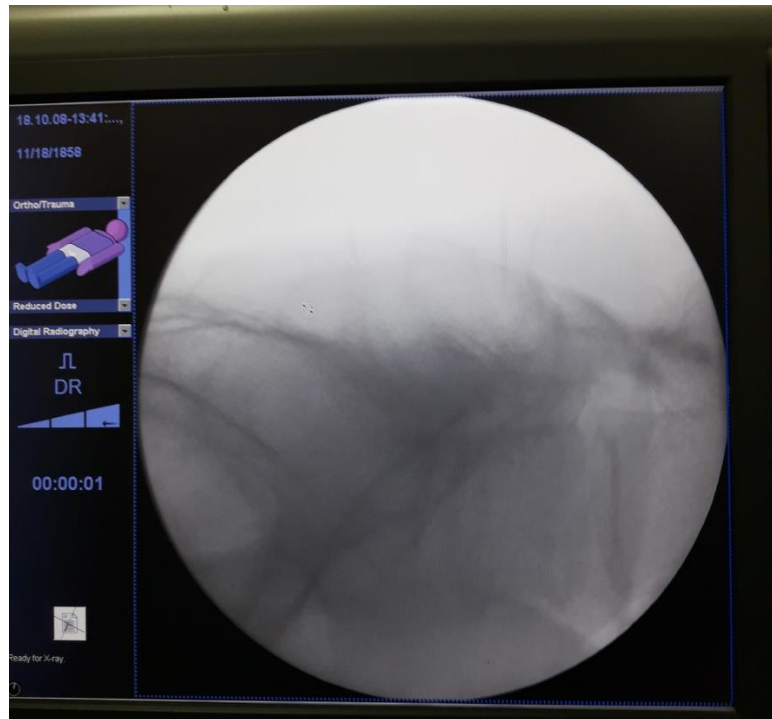
Слика 15. гено-пекторални интраоперативни положај пацијента приликом операције ЛДХ
(извор: архива КЦ Крагујевац)



Микродискектомија се спроводи [25] на сличан начин:

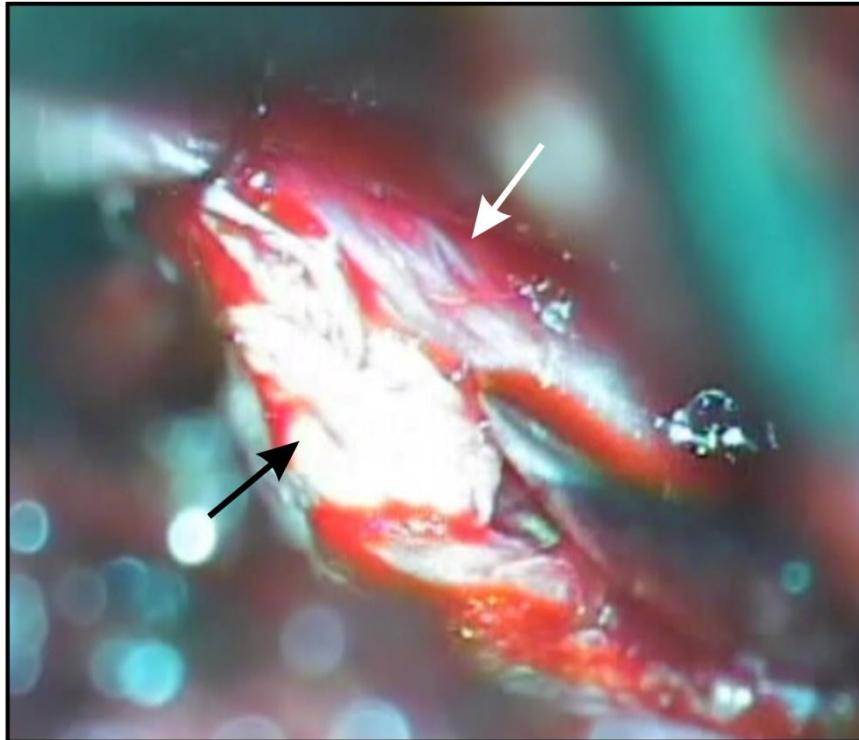
- општа анестезија,
- краћа инцизија коже, до 5цм,
- употреба оперативног микроскопа (Слика 17),
- флавектомија или знатно мања ресекција кости, по потреби фораминомисија, тј. проширење интервертебралног отвора антеромедијалном фасетектомијом,
- мањи губитак крви,
- краће трајање операције,
- просечно трајање болничког лечења 3-4 дана

Слика 16. Интраоперативно одређивање спиналног нивоа дискус херније уз помоћ Ртг снимка



Према литератури старијег датума [25], приближно 10 до 15% пацијената код којих постоји индикација за хируршко лечење су кандидати за интрадискални приступ, тј. минимално инвазивне методе. То су пре свега пацијенти код којих је очуван анулус фиброзус, хернијација је на нивоу изнад Л5-С1 (који није подесан за овај приступ због угла), нема тешког неуролошког дефицита и не постоје конгениталне аномалије лумбосакралне кичме.

Слика 17. Интраоперативни снимак под увећањем оперативног микроскопа, бела стрелица - спинални корен, црна стрелица – екструдирани комад ив диска



У литератури се у оквиру интрадискалних приступа [6, 31, 53-56] описују:

- Хемонуклеолиза – инјекција химопапаина (*chymopapain*) у нуклеус пулпозус
- аутоматизована перкутана лумбална дискектомија – уз помоћ нуклеотома,
- перкутана ендоскопска дискектомија,
- артроскопска микродискектомија
- перкутана ласер дискектомија
- перкутана интрадискална радиофреквентна термокоагулација
- интрадискална, тј. интрафораминална апликација кисеоник-озона (O_2-O_3) [57].

Главна теоретска предност интрадискалних процедура је изостанак формирања перидуралног ожиљног ткива и мања (често пунктиформна) инцизија коже. Али, концептуални проблем са овим процедурама је то што се њима делује на део нуклеуса у централном делу диска, тј. оном делу који не врши компресију на неуралне структуре. Такође повољан исход лечења свих наведених интрадискалних процедура се креће од 37-75% [58], што је знатно ниже у односу на интраканаликуларне приступе.

Може се рећи да је још једна нова нова ера у хирургији ЛДХ започела крајем 90их година двадесетог века са увођењем комплетне ендоскопске технике у хирургију ЛДХ [59]. Развој поменуте технике је омогућио пре свих развој новог инструментаријума (Слика 18) помоћу којег је могуће остварити интерламинарни и трансфораминални приступ ив диску. На тај начин ендоскопској дискектомији су доступни и комади диска који су напустили границе анулуса, што није било могуће код претходних интрадискалних минимално инвазивних процедура. О предности и манама ендоскопских процедура у односу на микродискектомију ће бити речи у дискусији.

Слика 18: Инструментаријум за ендоскопску дискектомију (дијаметра 3-4мм) (извор: М. Самарцић. Савремена неурохирургија. И.П. „Обележја Плус“. Београд. 2013.)



1.7.4. Реоперација

Рекурентни болови воде ка реоперацији у око 5-15% пацијената, у зависности од периода праћења. До тога може довести додатна екструзија материјала ИВ диска на истом или неком другом нивоу. Реоперација је индикована у пацијената са рекурентним симптомима, који слабо реагују на конзервативно лечење. Дијагностика рекурентне дискус херније је данас знатно лакша захваљујући доступности МР прегледа.

Реоперација се изводи на сличан начин као и прва операција уз нешто веће уклањање кости изнад и испод претходне ламинектомије. Адекватно уклањање кости је значајно због могуће неуобичајене локализације фрагмента ИВ диска. Класична дискектомија употребљена код рекурентне лумбалне дискус херније даје задовољавајуће резултате, који су слични онима код примарне операције [60, 61].

1.7.5. Компликације оперативног лечења

Ако изузмемо рекурентност дискус херније као најчешће компликације се јављају:

- Траума спиналних коренова
- Оштећење дуралне вреће (трауматска арахноидална циста, ликворна фистула)
- Повреда суседних структура у ретроперитонеалном простору и абдоминалној шупљини (аорта, вена кава, илијачни крвни судови)
- Инфекције (дисцитис, хронични адхезивни арахноидитис) и
- Механичка нестабилност кичменог стуба – ретко
- Синдром неуспелог оперативног лечења (*Failed back surgery Sy*)

1.8. ДИФЕРЕНЦИЈАЛНА ДИЈАГНОЗА

Велики број обољења може узроковати појаву симптома сличним онима који се јављају приликом лумбалне дискус херније. Неке од њих су:

- Хронична дегенерација ИВ диска удружена са остеоартритисом

- Анкилозирајући спондилитис
- Тумори у регији кауде еквине
- Спинална стеноза
- Васкуларна инсуфицијенција (клаудикација)
- Неоплазме у малој карлици
- Тумори периферних нерава
- Спондилолистеза
- Синовијалне цисте (пореклом фасетних зглобова)

1.9. ПРОГНОЗА ХИРУРШКОГ ЛЕЧЕЊА ЛДХ

Хируршко лечење лумбалне дискус херније ослобађа пацијента радикуларног бола у 80-95% случајева, уколико су клинички знаци и симптоми у корелацији са радиолошком дијагностиком, а операција урађена унутар два до три месеца од почетка болести. Укупно гледајући, резултати хируршког лечења нису задовољавајући код 20 до 40% пацијената [62].

Хируршко лечење омогућава брже ослобађање од бола, али су терапијски резултати после дужег праћења слични оним код конзервативно лечених пацијената. Поједини аутори тврде да након две године не постоји статистички значајна разлика у исходу лечења између оперисаних и конзервативно лечених пацијената [63]. Резултати једне четворогодишње студије указују да оперативно лечење лумбалне дискус херније знатно брже доводи до повлачења тегоба код пацијената у односу на конзервативне методе лечења. Такође је знатно бољи функционални опоравак у пацијената који су лечени оперативно. Однос трошкова лечења и добијених ефеката су такође на страни оперативног третмана. Неке раније студије исто тако указују на статистички значајно боље резултате лечења у оперативно збринутим пацијената [64, 65]. Ипак скоро све студије су јединствене у закључку да оперативно лечење доводи до бржег олакшања тегоба у пацијената.

Код израженог синдрома кауде еквине моторни опоравак траје и до 18 месеци, а опоравак функције сфинктера који је подједнако спор никад није комплетан. Зато је

операцију неопходно урадити одмах по појави синдрома. Перинеални испад сензибилитета може остати трајно и неповољно утицати на сексуалне функције. Мишљење већине аутора је да постоји статистички значајна предност у опоравку сензомоторног дефицита у пацијената код којих је декомпресија извршена у првих 48 сати од настанка *Sy caudae equinae* у односу на оне код којих то урађено након 48 сати. Такође је и значајно бољи опоравак функције сфинктера у истих пацијената [66].

Основни разлози неуспешног хируршког лечења су: нетачна дијагноза, неодговарајућа селекција пацијента, неадекватна хируршка декомпресија, тј. непознавање стенозе латералног рецесуса, латералне хернијације и секвестрираног слободног фрагмента, рецидив хернијације на истом или другом нивоу, секундарна нестабилност или последичне дегенеративне промене и арахноидна фиброза као компликација операције или мијелографије.

2. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА И РАДНЕ ХИПОТЕЗЕ

2.1 ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ ове студије је био да се уоче разлике у клиничком току и функционалном исходу лечења након спроведена два различита модалитета хируршког лечења лумбалне дискус херније, као и утицај других варијабли за које постоје контрадикторни литературни подаци. Студија је такође имала за циљ да утврди да ли избор модалитета хируршког лечења утиче на стопу рехернијације интервертебралног диска, односно на потребу за реоперацијом.

2.2. РАДНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

1. Након микродискектомије долази до повољнијег функционалног опоравка пацијента;
2. Након микродискектомије долази до вишег степена редукције болног синдрома;
3. Микродискектомија доводи до краће дужине хоспитализације;
4. Избор хируршког модалитета лечења је повезан са временом трајања операције;
5. Избор хируршког модалитета лечења је повезан са различитом стопом рекурентне дискус херније.
6. Спинални ниво дискус херније је повезан са функционалним исходом лечења и стопом рекурентне дискус херније
7. Преоперативно време трајања тегоба је повезано са функционалним исходом лечења и постоперативном редукцијом болног синдрома
8. Преоперативни физикални третман је повезан са функционалним исходом лечења и постоперативном редукцијом болног синдрома
9. Избор модалитета хируршког лечења је повезан са задовољством пацијента оперативним лечењем

3. ПАЦИЈЕНТИ И МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

3.1 ВРСТА СТУДИЈЕ

Истраживање је дизајнирано као клиничка опсервациона, нерандомизирана проспективна кохортна студија.

Сви релевантни подаци за истраживање су прикупљени из регуларне медицинске документације (историја болести, карте анестезије, отпусне листе), као и упитника који су пацијенти попуњавали у три временске тачке: непосредно пре планираног оперативног лечења, три месеца након операције и годину дана након операције. Упитник је у свом саставу имао два главна дела:

1. две Визуелно Аналогне Скале (ВАС), која је нумерисана од 0 до 10, а уз помоћ којих су пацијенти квантификовали бол у нози и леђима, и
2. Oswestry Disability Index-а (ODI; 0-100% неспособност) који се показао као златни стандард у процени степена неспособности за обављање свакодневних животних активности, односно степена опоравка код пацијената након оперативног лечења спиналне лумбалне патологије [67] (Табела 3 и 4).

Табела 3. Структура Oswestry Disability Index-а и начин израчунавања скорa

Секције у оквиру Oswestry Disability Index-а	Могући број бодова	Израчунавање скорa (X)
1. Интензитет бола	0-5	X = (добijена вредност скорa x 100%) / максимална вредност скорa
2. Способност бриге о себи	0-5	
3. Подизање терета	0-5	
4. Ходање	0-5	
5. Седење	0-5	
6. Стајање	0-5	
7. Спавање	0-5	
8. Сексуални живот	0-5	
9. Социјални живот	0-5	
10. Способност путовања	0-5	
Напомена: уколико пацијент није одговорио на једну од секција или иста није примењива код пацијента, максимална вредност скорa се смањује за 5		

Табела 4. Интерпретација Oswestry Disability Index-a

0% - 20%	минимална онеспособљеност; пацијент обавља већину животних активности	Конзервативно лечење
21% - 40%	умерена онеспособљеност; пацијент осећа бол при дужем стајању, седењу и подизању терета,	
41% - 60%	тешка онеспособљеност; бол је највећи проблем уз нарушавање дневних активности пацијента	Захтева даље клиничко испитивање
61% - 80%	немогућност самосталног хода, углавном присутан неуролошки дефицит	Оперативно лечење уколико се неурорадиолошки докаже патолошки супстрат (дискус хернија)
81% - 100%	Пацијенти који су везани за постељу или симулирају своје тегобе	

Пацијенти након годину дана од оперативног лечења су исказивали и своје задовољство оперативним лечењем, а на основу индекса задовољства пацијента (Patient Satisfaction Index – PSI; 1-4) (Табела 5) .

Табела 5. Индекс задовољства пацијента оперативним лечењем

PSI вредност	
1	Оперативно лечење је у потпуности испунило очекивања пацијента
2	Оперативно лечење није у потпуности испунило очекивања пацијента, присутно је клиничко побољшање и пацијент би се поново одлучио за операцију
3	Оперативно лечење није у потпуности испунило очекивања пацијента, присутно је клиничко побољшање, али се пацијент не би поново одлучио за операцију
4	Оперативно лечење није испунило очекивања пацијента, тегобе пацијента су исте као пре операције или су горе

Као допуна студији спроведена је и ретроспективна анализа стопе рекурентне дискус херније која је захтевала реоперацију, код пацијената оперисаних у периоду од јула месеца 2008. године до фебруара месеца 2017. године, а након једног и другог модалитета хируршког лечења са просечним периодом праћења од 5,75 година. Ово додатно

истраживање је због дужег периода праћења након операције омогућило бољи увид у узрочну везу између модалитета оперативног лечења и потребе за реоперацијом.

Студијска документација је одобрена од стране Етичког одбора Клиничког Центра „Крагујевац“, број одлуке 01-11484 од 08. септембра 2016. године.

3.2. ПОПУЛАЦИЈА

Истраживањем је обухваћена популација од 206 пацијената који су подвргнути оперативном лечењу лумбалне дискус херније током периода од 3 године у Центру за неурохирургију, Клиничког Центра Крагујевац. Период у току којег су пацијенти оперисани обухвата раздобље од јануара месеца 2014. године до фебруара месеца 2017. године. Оперативно лечење је спроведено код пацијената од стране 4 неурохирурга са вишегодишњим искуством у оперативном лечењу лумбалне дискус херније.

У оквиру истраживања биле су присутне две групе пацијената, група која је била подвргнута стандардној дискектомији и група код које је оперативно лечење спроведено у виду микродискектомије, тј. уз помоћ оперативног микроскопа. Истраживачи ни на који начин нису утицали на избор оперативне методе од стране оператора. Одлука о модалитету оперативног лечења је препуштена самом оператору, у складу са дотадашњом клиничком праксом, а на основу клиничке слике, неурорадиолошког налаза (магнетне резонанце) и афинитета оператора.

3.3. ОПЕРАТИВНА ТЕХНИКА

Оперативни захвати, стандардне дискектомије и микродискектомије, су извођени у условима опште ендотрахеалне анестезије у гено-пекторалном интраоперативном положају пацијента. Преоперативно је код пацијената уз помоћ Ртг-флуороскопије прецизно одређиван ниво интервертебралног простора кичменог стуба, односно ниво лезије (дискус херније), уз каснију интраоперативну верификацију. Микродискектомија је спровођена након почетне инцизије коже у дужини од 4-5цм изнад лумбалних спинозних

наставака, иза чега би уследила инцизија лумбодорзалне фасције и субпериостална препарација до интерламинарног простора. У наставку оперативне процедуре оба модалитета би подразумевала парцијалну хемиламинектомију горње и/или доње ламине са флавектомијом, као и саму парцијалну дискектомију. Микродискектомија је обављана уз помоћ оперативног микроскопа Carl Zeiss Co., OPMI Vario/NC33. Сви пацијенти након операције су били мобилисани у оквиру временског интервала од 24h након операције.

3.4. КРИТЕРИЈУМИ ЗА УКЉУЧИВАЊЕ У ИСТРАЖИВАЊЕ

Критеријуми за улазак у студију су били:

- лумбална дискус хернија на једном спиналном нивоу
- монорадикуларни симптоми са доминантним болом у нози и мање израженим болом у леђима
- неефикасност до тада спроведеног физикалног третмана и тешко подношљива лумбоисхијалгија, као и развој прогресивног неуролошког дефицита (моторни дефицит, дисфункција мокраћне бешике, парцијални или комплетни синдром кауде еквине).

3.5. КРИТЕРИЈУМИ ЗА ИСКЉУЧИВАЊЕ ИЗ ИСТРАЖИВАЊА

Искључујући критеријуми за улазак у студију су били:

- подаци о претходним операцијама у регији лумбосакралне кичме
- знаци нестабилности кичменог стуба или друге кичмене аномалије
- прекомерна гојазност пацијента; БМИ преко 35 значајно утиче на исход оперативног лечења и повећава вероватноћу рекурентне дискус херније [68]
- подаци о претходним менталним обољењима или болестима зависности

3.6. УЗОРКОВАЊЕ

Одабир пацијената је вршен непосредно по хоспитализацији у Центру за неурохирургију, Клиничког Центра Крагујевац. У студију су били укључени пацијенти који су планирани за оперативно лечење лумбалне дискус херније, а који задовољавају критеријуме за улазак у студију, према протоколу студије који је одобрен од стране Етичког одбора Клиничког Центра „Крагујевац“. Испитаници су претходно дали добровољни пристанак за учешће у студији.

Датим пристанком за учешће у студији испитаници су пристали да поуне упитник непосредно пре оперативног лечења и након обављеног оперативног лечења у два наврата, три месеца након операције и годину дана након операције. Пацијенти су могли да поуне упитник и доставе истраживачима приликом контролних прегледа, путем е-поште, стандардне поштанске пошиљке или контактом са истраживачима путем личног телефона.

3.7. ВАРИЈАБЛЕ КОЈЕ СЕ МЕРЕ У СТУДИЈИ

3.7.1. Независне варијабле:

- **Модалитет хируршког лечења лумбалне дискус херније** – утврђен је на основу увида у историју болести пацијента, односно операциону листу;
- **Време трајања тегоба преоперативно** – утврђено је увидом у преоперативни упитник и претходну медицинску документацију пацијента;
- **Преоперативна физикална терапија у трајању од најмање три недеље (спроведена или није спроведена)** – утврђено је упитником и увидом у претходну медицинску документацију пацијента;
- **Спинални ниво лумбалне дискус херније** – утврђен је увидом у историју болести пацијента, односно у неурорадиолошки налаз (магнетна резонанца (МР) лумбосакралног дела кичменог стуба или компјутеризована томографија (КТ), када је МР преглед био контраиндикован у пацијента;

3.7.2. Зависне варијабле:

- **Функционални исход оперативног лечења** – утврђен је забележеним иницијалним вредностима и променама вредности Oswestry Disability Index-a, који су пацијенти попуњавали у три временске тачке;
- **Редукција бола у нози/ногама** – утврђен је забележеним иницијалним вредностима и променама вредности на визуелно аналагној скали за бол у нози/ногама, коју су пацијенти обележавали у три временске тачке;
- **Редукција бола у леђима** – утврђена је забележеним иницијалним вредностима и променама вредности на визуелно аналагној скали за бол у леђима, коју су пацијенти обележавали у три временске тачке;
- **Задовољство пацијента оперативним лечењем** – утврђује се помоћу вредности индекса задовољства пацијента након протекле две године од оперативног лечења
- **Време трајања операције** – утврђено је увидом у податке из историје болести пацијента, односно картона анестезије;
- **Интраоперативне и постоперативне компликације** – утврђене су увидом у историју болести пацијента и приликом контролних прегледа
- **Дужина хоспитализације у данима** - утврђена је увидом у податке из историје болести пацијента;
- **Време повратка на посао, у данима** – утврђено је увидом у упитник који пацијенти попуњавају након операције;
- **Стопа реоперативног лечења** – утврђено је увидом у постоперативни упитник и историју болести пацијента;

3.7.3. Збуњујуће варијабле:

- **Индекс телесне масе пацијента, непосредно пре оперативног лечења** - који је евидентиран у преоперативном упитнику, израчунат је као количник тежине пацијента у килограмима и квадриране висине пацијента у метрима;
- **Пол пацијента** – утврђен је увидом у преоперативни упитник и историју болести пацијента;
- **Професија пацијента** - утврђен је увидом у преоперативни упитник;
- **Старост пацијента у годинама, у тренутку оперативног лечења** – утврђена је увидом у преоперативни упитник и историју болести пацијента;
- **Неурохирург који је оперисао пацијента** – утврђен је увидом у историју болести пацијента, односно операциону листу;

3.8. СТАТИСТИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА

Прикупљени подаци су организовани и унесени у табелу статистичког програма SPSS верзија 22. Прво су обрађени дескриптивно; за континуалне варијабле су одређене мере централне тенденције и мере варијабилитета, а за категоријске варијабле учесталост појединих категорија.

За поређење функционалног исхода два модалитета лечења, коришћен је независни т-тест за податке са нормалном расподелом и Mann Whitney тест за податке који немају нормалну расподелу. Упарени т-тест је употребљен за испитивање статистичке разлике у различитим временским тачкама у оквиру сваке групе. Хи-квадрат је искоришћен да се испита зависност између хируршке групе и стопе реоперације. Утицај већег броја независних и збуњујућих варијабли на опсервиране континуалне исходе је испитан помоћу мултипле регресије.

Максимални ниво прихватљиве вероватноће нулте хипотезе који ће бити коришћен у овој студији је 0.05.

4. РЕЗУЛТАТИ

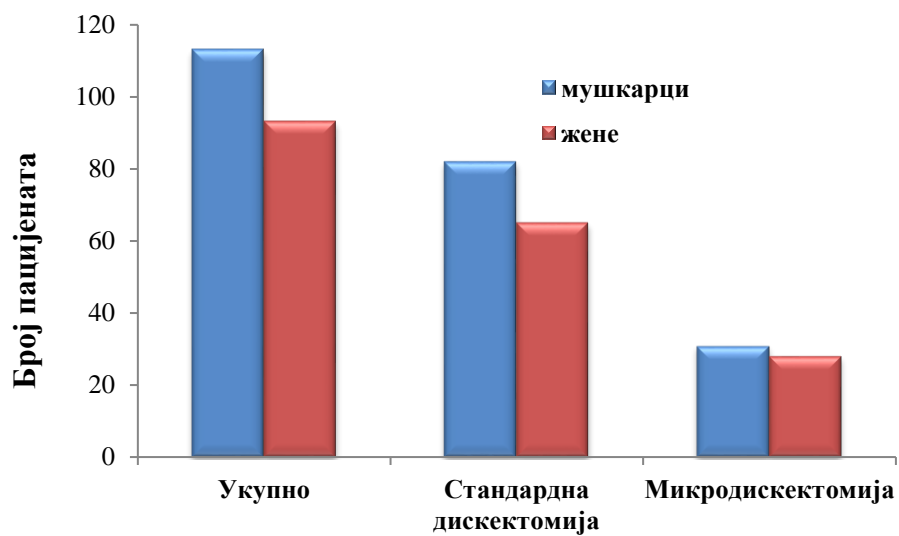
Током наведеног периода од три године, оперисано је 247 пацијената услед лумбалне дискус херније на једном нивоу, а 206 пацијената је задовољило критеријуме за улазак у студију. Из различитих разлога од наведених 206 пацијената 19 није било могуће контактирати након три месеца од операције, а 37 пацијената није било доступно контролном прегледу након годину дана. Сви пацијенти су оперисани од стране 4 неурохирурга који поседују претходно вишегодишње искуство у оперативном лечењу лумбалне дискус херније.

У зависности од афинитета оператора 147 (71,4%) пацијената је оперисано методом стандардне дискектомије (СД), тј. без употребе оперативног микроскопа, а у 59 (28,6%) пацијената је примењена метода микродискектомије (МД). Међу 206 пацијената је било 113 (54,85%) мушкараца и 93 (45,14%) жене. При томе у СД групи је било 82 (55,8%) мушкараца и 65 (44,2%) жена, а у МД групи је исти однос био 31 (52,5%) према 28 (47,5%) (**Графикон 1**). Просечна старост свих пацијената укључених у истраживање је била $47,07 \pm 1,35$ година (range: 17-75), док је према полу просечна старост била $47,65 \pm 1,11$ година за мушкарце и $46,35 \pm 1,29$ година за жене (табела 6). Уколико посматрамо просечну старост пацијената по групама (СД и МД) такође се може приметити да су групе у односу на овај параметар лако упоредиве, у СД групи просечна старост је износила $47,87 \pm 1,03$ (range: 17-74), а у МД групи $45,07 \pm 1,44$ (range: 20-75) година (**Графикон 2**).

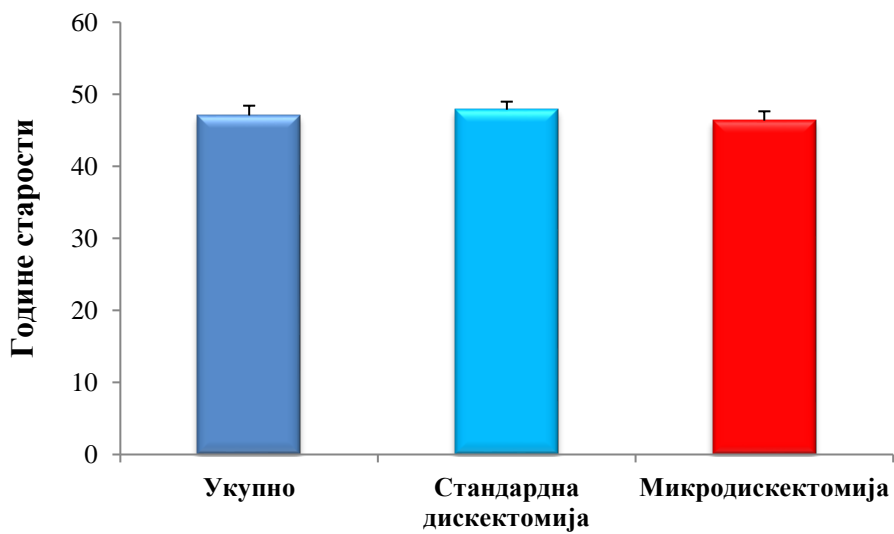
Код 13 пацијената (6,31%) је забележен преоперативни моторни дефицит, од чега један случај у склопу кауда еквина синдрома. У СД групи преоперативни моторни дефицит је постојао код 10 пацијената (6,8%), а у МД групи код 3 пацијента (5,08%); $p > 0,05$.

Према *Body Mass Index*-у (ВМІ) две посматране групе пацијената су такође биле врло сличне. У СД групи просечан ВМІ је износио $25,47 \pm 0,3$, а у МД групи $24,65 \pm 0,6$. На основу овог параметра такође није забележена статистичка значајна разлика ($p > 0,05$).

Графикон 1. Полна структура пацијената у односу на испитиване групе



Графикон 2. Старосна структура пацијената - укупни број пацијената и по испитиваним групама



Табела 6. Опште упоредне карактеристике испитиваних група пацијената (СД и МД)

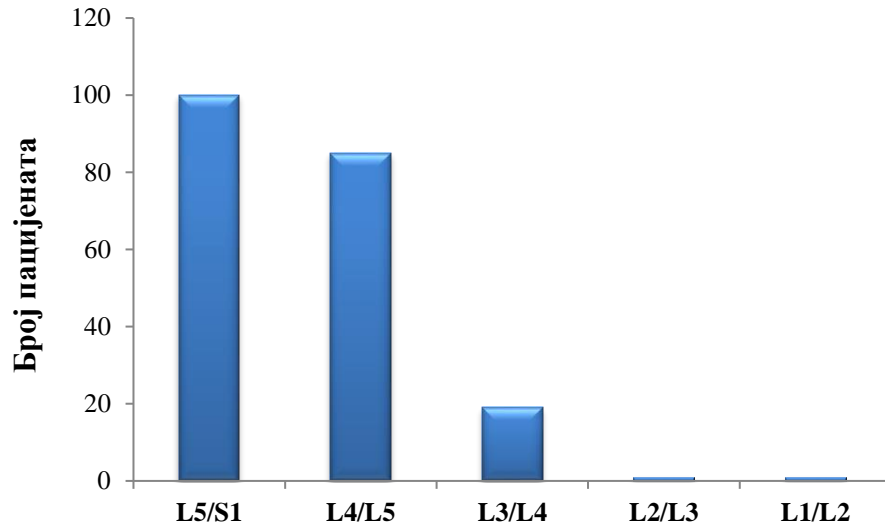
	Укупно	%	СД	%	МД	%	
Године старости	47,07 ±1,35		47,87 ±1,03		45,07 ±1,44		p=0,133
Пол	М- 113 Ж – 93	54,85 45,14	М – 82 Ж – 65	55,8 44,2	М – 31 Ж – 28	52,5 47,5	p=0,789
Преоперативни моторни дефицит	13	6,31	10/147	6,80	3/59	5,08	p=0,647
Просечан ВМИ	25,24 ±3,07		25,47±0,3		24,65±0,6		p=0,181
Преоперативна физикална терапија	130	63	87/147	59	42/59	71	p=0,212

Дискус хернија је код пацијената најчешће оперисана на нивоу Л5/С1, тачније код 100 пацијената (48,45%), а затим по учесталости следи Л4/Л5 ниво са 85 пацијената (41,3%). Дискус хернија на нивоу Л3/Л4 је оперисана код 19 пацијената (9,2%), док су нивои Л2/Л3 и Л1/Л2 били заступљени са по једним случајем (**Графикон 3**). Слична учесталост појединих нивоа лезије је забележена и уколико се појединачно посматрају СД и МД група, што је приказано у табели 7 и графички на графикону 4.

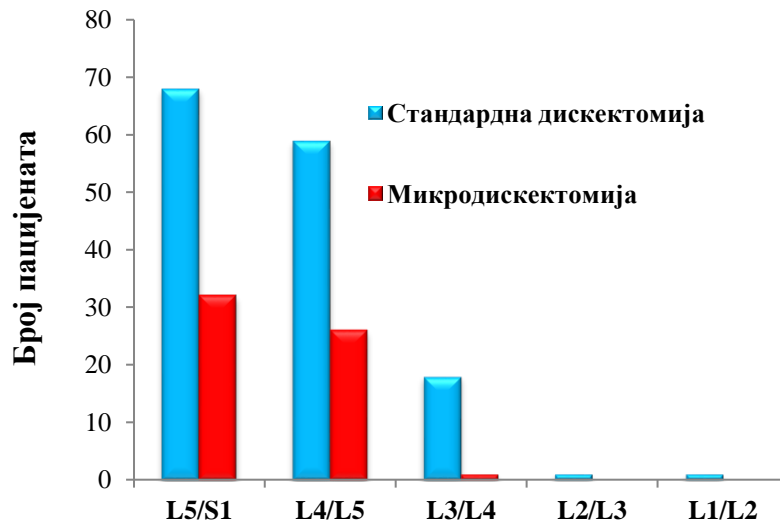
Табела 7. Спинални ниво оперативно лечене лумбалне дискус херније у односу на укупан број пацијената и према групама

	Укупно	%	СД	%	МД	%
Л1/Л2	1/206	0,5	1/147	0,7	0/59	0
Л2/Л3	1/206	0,5	1/147	0,7	0/59	0
Л3/Л4	19/206	9,2	18/147	12,2	1/59	1,7
Л4/Л5	85/206	41,3	59/147	40,1	26/59	44,1
Л5/С1	100/206	48,5	68/147	46,3	32/59	54,2

Графикон 3. Спинални ниво оперисане дискус херније у односу на укупни број пацијената



Графикон 4. Спинални ниво оперисане дискус херније у односу на испитиване групе

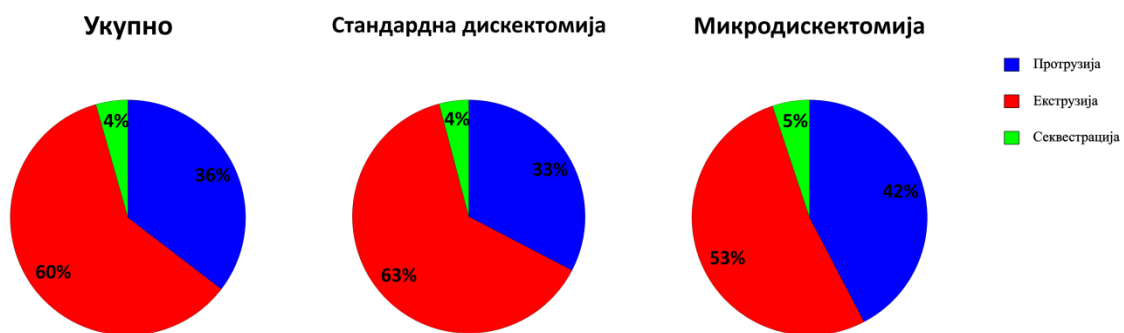


Ако анализирамо степен дегенерације интервертебралног дискуса на основу неурорадиолошког и интраоперативног налаза забележени су следећи резултати. Укупно је оперисано 73 пацијента (35,4%) са симптоматском протрузијом интервертебралног диска, код 124 пацијената (60,2%) је забележена екструзија, а код 9 пацијената (4,4%) секвестрација ив диска (Табела 8). Прерасподела овог параметра по групама је била у СД групи: 48 пацијената са протрузијом ив диска (32,7%) и 93 пацијената са екструзијом (63,3%). Док је у МД групи било 25 пацијената са протрузијом (42,4%) и 31 пацијент са екструзијом (52,5%) (Графикон 5).

Табела 8. Степен дегенерације интервертебралног диска по групама

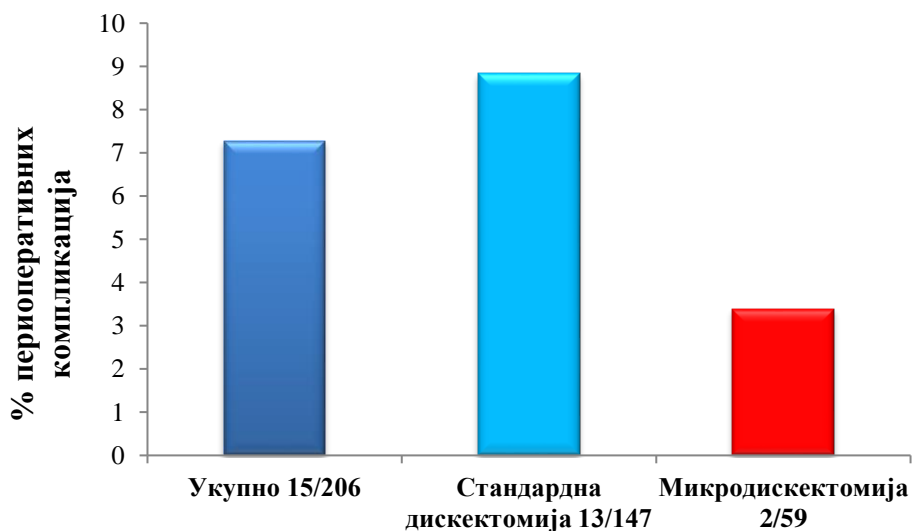
	Укупно	%	СД	%	МД	%
Протрузија	73/206	35,4	48	32,7	25	42,4
Екструзија	124/206	60,2	93	63,3	31	52,5
Секвестрација	9/206	4,4	6	4,1	3	5,1

Графикон 5. Графички приказ расподеле степена дегенерације ив диска у односу на групе и укупан број пацијената



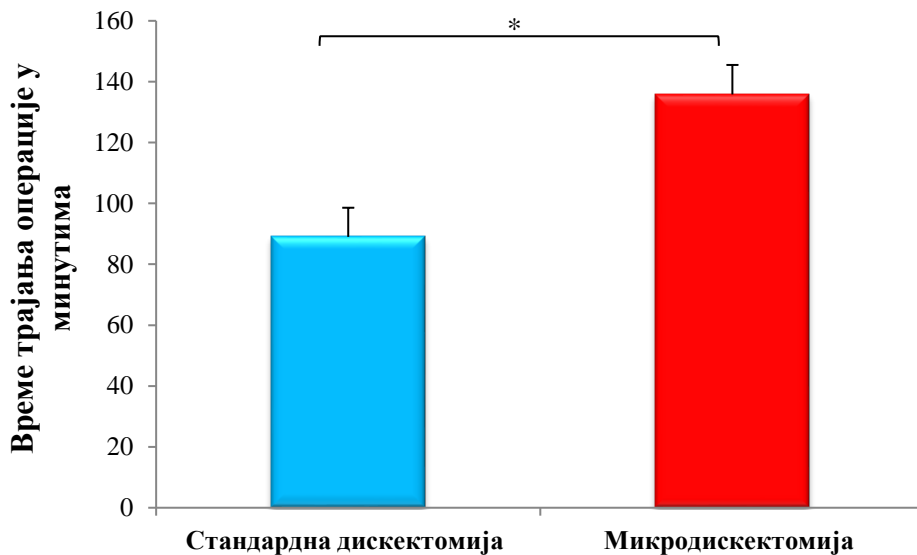
Када су у питању периоперативне компликације код 15 од 206 пацијената су забележене озбиљније компликације, односно у 7,28% случајева. Учесталост компликација је имала већи удео у СД групи 13/147 (8,84%), у односу на 2/59 (3,39%) пацијената у МД групи, али ипак није забележена статистичка значајност ($p=0,278$) (**Графикон 6**). Најчешћа компликација је била интраоперативна ликвореја, код 11 пацијената. Истовремено интраоперативна ликвореја је била и једина периоперативна компликација у МД групи код 2 пацијента, а у СД групи је уочена код 9 пацијената. У СД групи су још од компликација забележене и лезија спиналног корена, постоперативна пнеумонија и ломљење врха инструмента током операције чији је део потом успешно уклоњен из спиналног канала.

Графикон 6. Учесталост периоперативних компликација у односу на испитиване групе



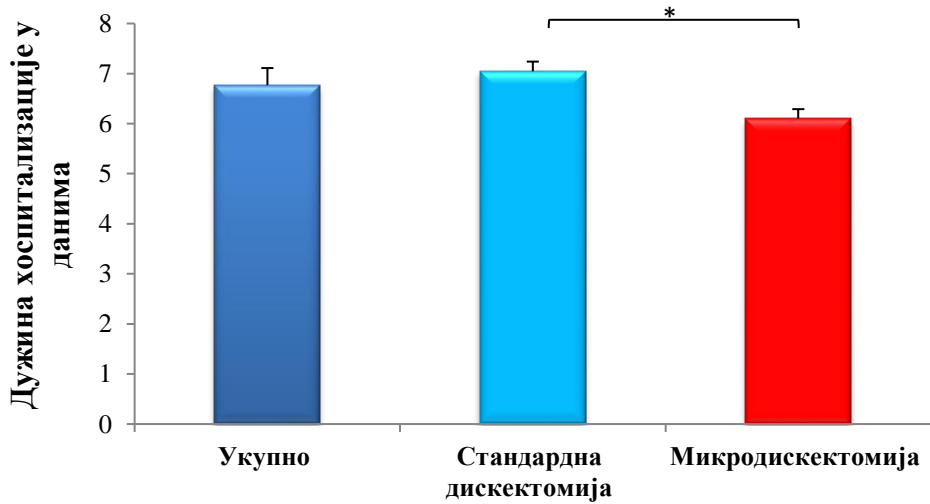
Према нашим резултатима време трајања операције се значајно разликовало у зависности од тога који је модалитет оперативног лечења спроведен (**Графикон 7**). Просечно време трајања операције у СД групи је било $89 \pm 9,6$ минута, а у МД групи $135,8 \pm 9,7$ минута ($p < 0,05$). Морамо напоменути да забележена дужина трајања операције заправо представља време које је пацијент провео у општој ендотрахеалној анестезији, а не ефективно време оперативног захвата које је било потребно хирургу.

Графикон 7. Време трајања операције у односу на испитивану групу



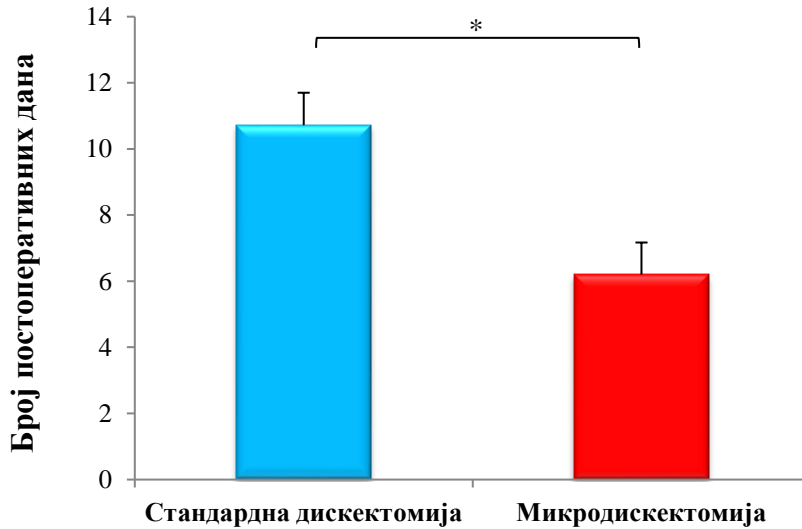
Дужина хоспитализације је параметар за који је забележена статистички значајна разлика између СД и МД групе (Графикон 8). Пацијенти МД групе су у просеку били хоспитализовани један дан краће, 6,1 дана у односу на 7,05 дана забележених у СД групи ($p < 0,05$).

Графикон 8. Дужина хоспитализације у односу на испитиване групе



Забележена је и разлика у постоперативној употреби аналгетика. У СД групи пацијенти су пријављивали просечно време коришћења аналгетика од 10,72 дана након операције, док је то време у МД групи износило 6,20 дана (**Графикон 9**).

Графикон 9. Постоперативна аналгезија изражена у данима након СД и МД



Иако је циљ истраживања био да се забележи и време повратка на посао, у тој намери нисмо успели из више разлога о чему ће бити речи у дискусији. Као алтернативни параметар постоперативног опоравка пацијенти су се изјашњавали о времену повратка редовним животним активностима. Није уочена статистички значајна разлика у времену повратка редовним активностима након операције између СД и МД групе ($p > 0,05$). Просечно време повратка редовним животним активностима у СД групи је било $62,3 \pm 6,7$ дана, а у МД групи $59,8 \pm 6,3$.

Према иницијалним параметрима који квантификују болни синдром и функционалну неспособност (вредности Визуелно Аналогне Скале за бол и ODI скор) код обе групе испитаника су забележене сличне вредности, без уочене статистички значајне разлике.

Табела 9. Упоредне карактеристике клиничког тока СД и МД групе

	Укупно	%	СД	%	МД	%	
Дужина хоспитализације	6,77 дана		7,05±0,19		6,1±0,18		p=0,004
Време трајања операције	109,81±42,2		89 ±9,6		135,83±9,7		p=0,002
Периоперативне компликације	15/206	7,28	13/147	8,84	2/59	3,39	p=0,278
Трајање постоперативне аналгезије	9,43 дана		10,72±0,98		6,20±0,97		p=0,007
Време повратка нормалним животним активностима (изражено у данима)	61,4 ± 6,4		62,3±6,7		59,8±6,3		p=0,737

Преоперативна средња вредност ODI у СД групи је била 60,21±1,03 (range: 24,4–93,3); док је иницијална средња вредност бола у нози износила 7,67±0,11 (range: 2,5–10). Пацијенти МД групе су имали преоперативни ODI скор 60,07±1,70 (range: 26,67-86,67) а средња вредност бола у нози је била 7,77±0,12 (range:2,3–10). Преоперативна вредност бола у леђима (енг. *low back pain*) у СД групи је износила 4,58±0,14 (range 1,8-10), а у МД групи 4,55±0,22 (range 1,5-6,2).

Приликом другог попуњавања упитника 3 месеца након операције забележена је статистички значајна редукција бола у нози и леђима, у обе групе (p<0,005), али без статистичких значајних разлика уколико поредимо СД и МД групе (**Табела 10**). У СД групи средња вредност бола у нози је износила 2,9±0,09 (range: 0,5-7,5), док је у МД групи била 2,77±0,14 (range: 0-7). Средња вредност бола у леђима након три месеца од операције у СД групи је била 2,38±0,08 (range: 1-5,2), а у МД групи 2,26±0,13 (0-6,1). Такође средње вредности ODI бележе статистички значајан пад у обе групе у односу на преоперативне вредности. У СД групи средња вредност ODI је износила 24,3±0,61 (range:4,44-63), а у МД групи 22,39±0,81 (range:0-43). Према вредностима ODI скорa и редукцији ODI скорa

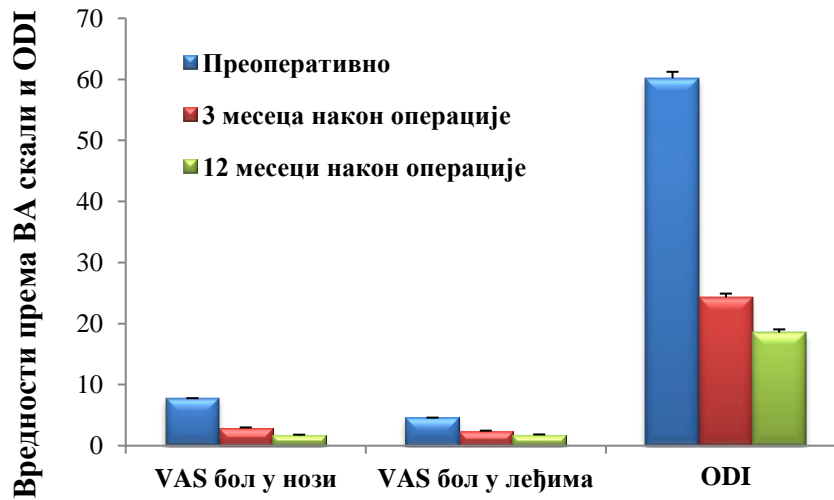
након три месеца од операције није било статистички значајне разлике између СД и МД групе.

Након годину дана од спроведеног оперативног лечења пацијенти су поново одговарали на упитник. Забележен је даљи статистички значајан тренд пада вредности према ВА скали за бол у нози и ODI у обе групе, као и вредности бола у леђима одређене помоћу ВА скале (**Графикони 10 и 11**). Код пацијената СД групе је забележена средња вредности бола у нози од $1,72 \pm 0,08$ (range: 0–7.5), док је средња вредност бола у леђима износила $1,78 \pm 0,06$ (range: 0–5,5). Средња вредност ODI скорa у СД групи је била $18,52 \pm 0,53$ (range: 0–60). Пацијенти МД групе су имали средњу вредност бола у нози на основу ВАС скале $1,49 \pm 0,14$ (range: 0–7), а средња вредност бола у леђима је износила $1,63 \pm 0,10$ (range: 0–6), док је средња вредност ODI скорa била $16,08 \pm 0,7$ (range: 0–32). Једини параметар који је показивао статистички значајну разлику након 12 месеци од операције је ODI скор и то у корист МД групе ($p=0,01 < 0,05$).

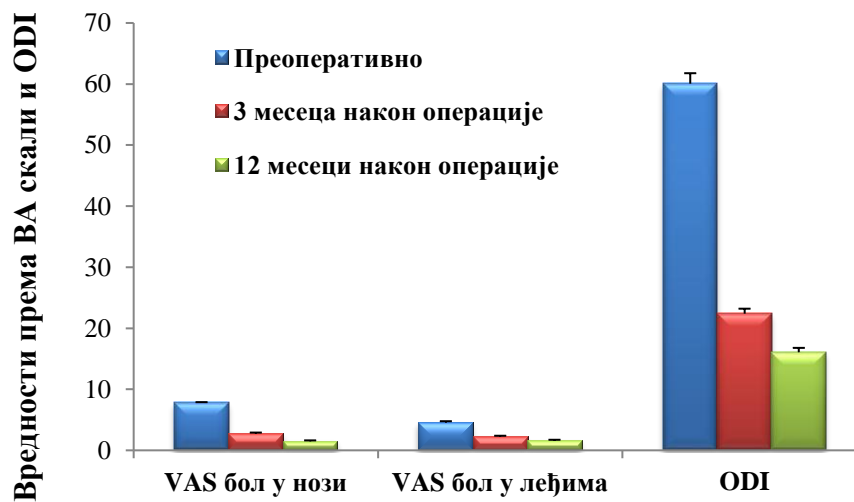
Табела 10. Иницијалне и контролне вредности бола у нози и леђима и ODI скорa током периода праћења – СД и МД група

Параметри	Групе пацијената		
	СД	МД	
Преоп. VAS средња вредност за бол у нози	$7,67 \pm 0,11$	$7,77 \pm 0,12$	P=0,671
Преоп. VAS средња вредност за бол у леђима	$4,58 \pm 0,14$	$4,55 \pm 0,22$	P=0,907
Средња вредност преоп. ODI скорa	$60,21 \pm 1,03$	$60,07 \pm 1,70$	P=0,964
Средња вредност VAS за бол у нози након 3 месеца од операције	$2,9 \pm 0,09$	$2,77 \pm 0,14$	P=0,459
Средња вредност VAS за бол у леђима након 3 месеца од операције	$2,38 \pm 0,08$	$2,26 \pm 0,13$	P=0,431
Средња вредност ODI скорa након 3 месеца од операције	$24,3 \pm 0,61$	$22,39 \pm 0,81$	P=0,083
Средња вредност VAS за бол у нози након годину дана од операције	$1,72 \pm 0,08$	$1,49 \pm 0,14$	P=0,133
Средња вредност VAS за бол у леђима након годину дана од операције	$1,78 \pm 0,06$	$1,63 \pm 0,10$	P=0,208
Средња вредност ODI скорa након годину дана од операције	$18,52 \pm 0,53$	$16,08 \pm 0,70$	P=0,01

Графикон 10. Графички приказ вредности бола у нози и леђима и ODI скора током периода праћења – СД група

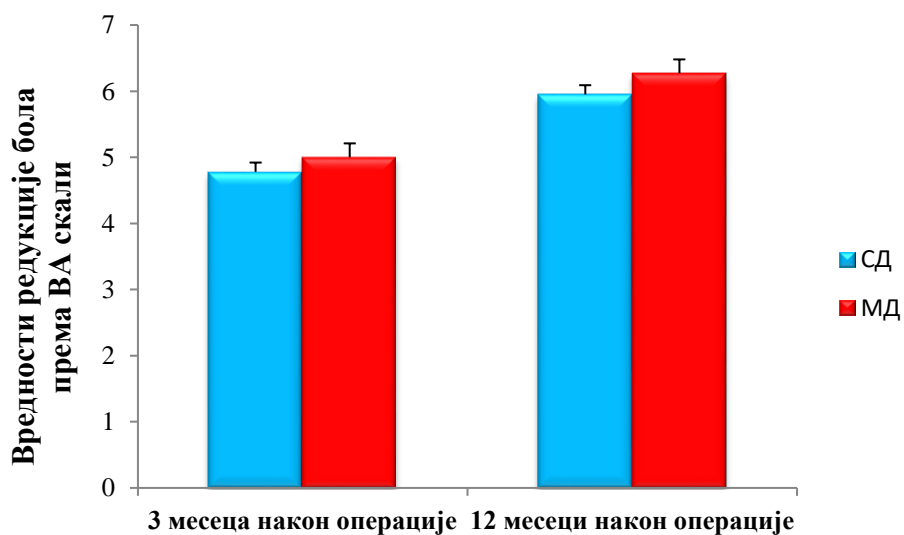


Графикон 11. Графички приказ вредности бола у нози и леђима и ODI скора током периода праћења – МД група

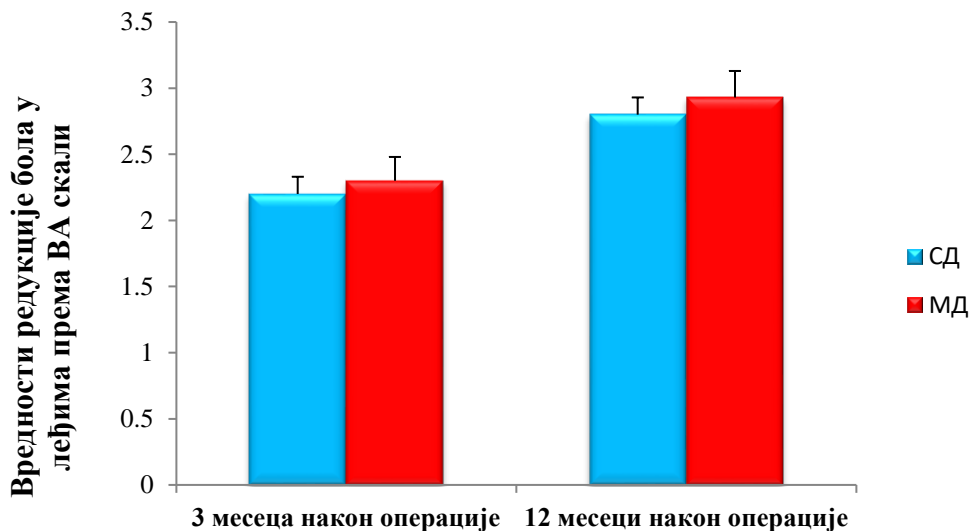


Као значајније параметре за процену опоравка пацијената анализирали смо редуkcију средњих вредности VAS и ODI скорa у обе групе, након 3 месеца и годину дана од учињене операције (Табела 11). Међу пацијентима СД групе побољшање средње вредности бола у нози након 3 месеца од операције је износило $4,78 \pm 0,14$ ($p < 0.001$) на основу VAS, док је за пацијенте МД групе иста вредност опала за $5,00 \pm 0,21$ ($p < 0.001$) (Графикон 12). Забележена је и значајна редуkcија бола у леђима према VAS, у СД групи $2,2 \pm 0,13$ и у МД групи $2,3 \pm 0,18$. Преоперативне ODI вредности након 3 месеца протеклих од операције су опале за $35,86 \pm 1,08$ ($p < 0.001$) у СД групи и за $37,7 \pm 1,69$ ($p < 0.001$) у МД групи (Графикон 13). Након 3 месеца праћења није забележена статистички значајна разлика између СД и МД група у односу на вредности VAS за бол у нози и леђима, као ни за вредност ODI скорa. Ипак уочљиво је да је тренд побољшања бола у нози и ODI скорa у нешто већој мери изражен у МД групи.

Графикон 12. Редуkcија вредности VAS за бол у нози након 3 месеца и годину дана од операције у односу на испитиване групе



Графикон 13. Редукција вредности VAS за бол у леђима након 3 месеца и годину дана од операције у односу на испитиване групе

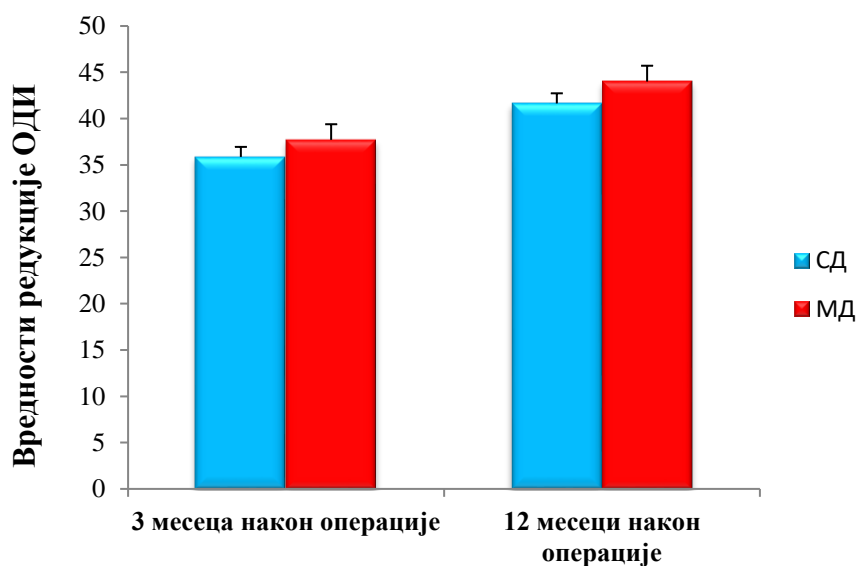


Табела 11. Редукција вредности VAS и ODI током периода праћења

Параметри	Групе пацијената		
	СД	МД	
Редукција вредности VAS за бол у нози након 3 месеца од операције	4,78 ±0,14	5,00 ±0,21	P=0,392
Редукција вредност VAS за бол у леђима након 3 месеца од операције	2,2 ±0,13	2,3 ±0,18	P=0,705
Редукција ODI скора након 3 месеца од операције	35,86 ±1,08	37,7 ±1,69	P=0,366
Редукција вредности VAS за бол у нози након годину дана од операције	5,95 ±0,14	6,27 ±0,21	p=0,213
Редукција вредности VAS за бол у леђима након годину дана од операције	2,80 ±0,13	2,93 ±0,20	P=0,619
Редукција ODI скора након годину дана од операције	41,64 ±1,09	44,00 ±1,71	P=0,252
Индекс задовољства пацијента оперативним лечењем (Patient Satisfaction Index – PSI)	1,54±0,05	1,32±0,06	P=0,009

Након годину дана од операције такође је у обе групе забележен даљи тренд побољшања болног синдрома и функционалног опоравка. У СД групи долази до редукције бола у нози за $5,95 \pm 0,14$ ($p < 0,005$) и леђима за $2,2 \pm 0,13$ ($p < 0,005$), док је у МД групи забележена редукција за исте параметре $6,27 \pm 0,21$ ($p < 0,005$) и $2,93 \pm 0,20$ ($p < 0,005$). Средња вредност ODI скора у СД групи након годину дана од операције је опала за $41,64 \pm 1,09$ ($p < 0,005$), а у МД групи је забележен пад од $44,00 \pm 1,71$ ($p < 0,005$) (**Графикон 14**). Иако је и након годину дана забележен виши тренд побољшања болног синдрома и функционалног опоравка у МД групи ни у овој временској тачки није забележена статистички значајна разлика између две групе.

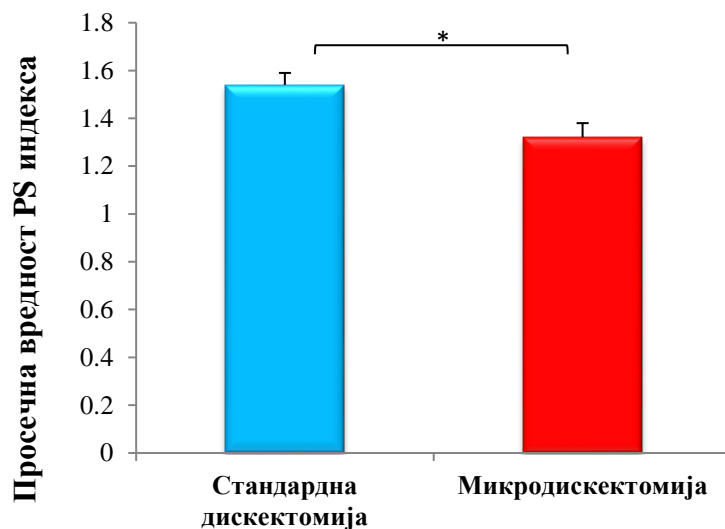
Графикон 14. Редукција вредности ODI скора након 3 месеца и 12 месеци од операције у односу на испитиване групе



О задовољству спроведеним оперативним лечењем пацијенти су се на крају периода праћења изјашњавали и путем индекса задовољства пацијента (PSI, range 1-4) Посматрајући овај параметар, који иако има мање значајну вредност у односу на редукцију болног синдрома и ODI скора, добили смо дугорочнији увид у функционални опоравак пацијента. Према вредностима PSI забележена је статистички значајна разлика у

субјективном доживљају опоравка у корист МД групе (1,32 vs 1,54, $p=0,009<0,05$) (Графикон 15).

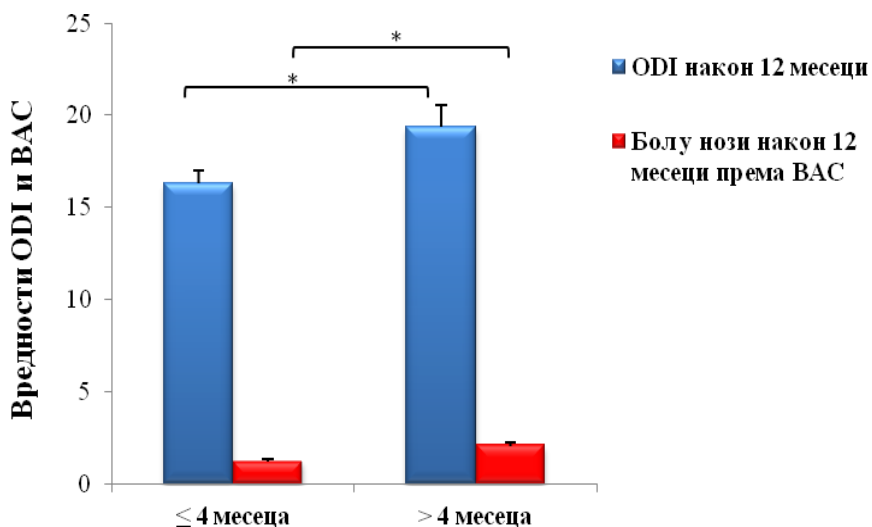
Графикон 15. Просечна вредност индекса задовољства пацијента оперативним лечењем у односу на испитиване групе



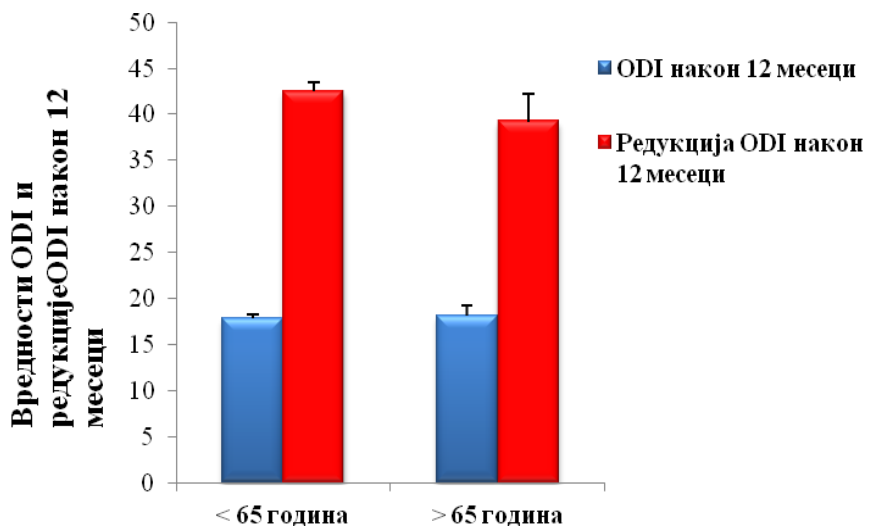
Наши резултати су такође показали да је значајан фактор за добар исход оперативног лечења краће трајање лумбоисхијалгичних тегоба (краће од 4 месеци). Краће трајање лумбоисхијалгичних тегоба (испод 4 месеца) је било удружено са нижим просечним вредностима ODI након годину дана од операције (16,32 vs 19,38; $p < 0,05$), као и са нижим просечним вредностима бола у нози након истог периода (1,23 vs 2,07; $p < 0,05$) (Графикон 16) .

Старосна граница коју смо поставили на 65 година, није значајно утицала на исход лечења пацијената, а према редукцији ODI и просечним вредностима ODI након годину дана од операције (Графикон 17).

Графикон 16. Утицај дужине трајања лумбоисхијалгичних тегоба преоперативно на параметре опоравка пацијента



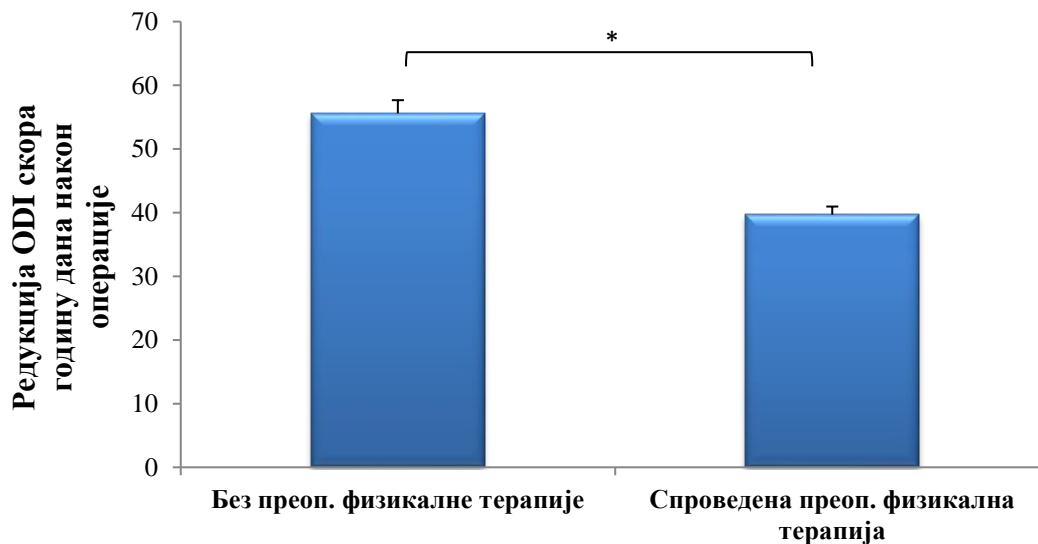
Графикон 17. Исход лечења уколико се пореде пацијенти старији и млађи од 65 година



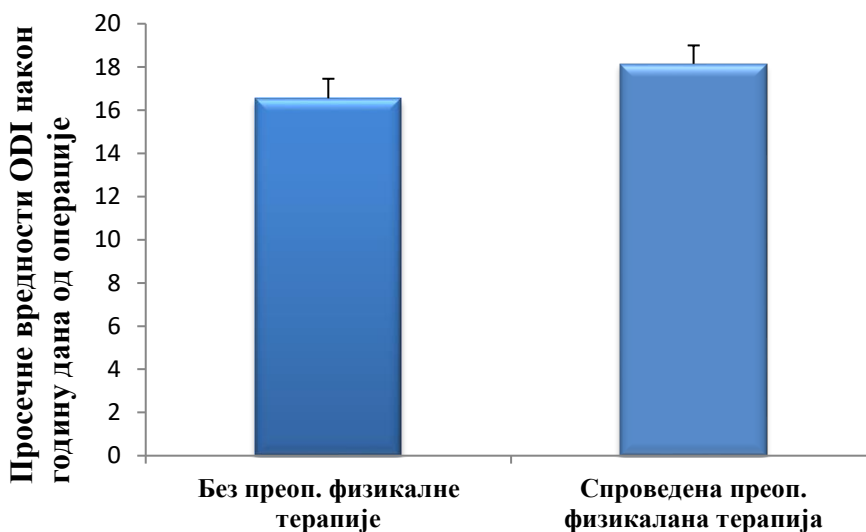
Избор неурохирурга није значајно утицао на функционални исход оперативног лечења, нити на учесталост реоперације ($p>0,05$).

Преоперативна физикална терапија је спроведена код укупно 130/206 (63% пацијената), у СД групи тај проценат је био нижи 59% (87/147) у односу на МД групу где је физикална терапија спроведена преоперативно код 71% (42/59) пацијената. Преоперативни физикални третман је статистички значајно утицао на крајњи функционални исход лечења, уколико се као параметар посматра редукција ODI скора након годину дана од операције ($p<0,05$). Пацијенти код којих је преоперативно спроведена физикална терапија имали су значајно нижу средњу вредност редукције ODI скора ($39,69\pm 1,3$) у односу на пацијенте код којих није преоперативно спроведен физикални третман ($55,6\pm 2$) (**Графикон 18**). Ако се посматра просечна вредност ODI након годину дана од операције, преоперативна физикална терапија није имала утицај на исход лечења ($p=0,23$) (**Графикон 19**). Физикална терапија у различитим модалитетима је постоперативно спроведена код готово свих пацијената.

Графикон 18. Редукција ODI скора годину дана након операције у зависности од спроведене преоперативне физикалне терапије



Графикон 19. Вредности ODI сора годину дана након операције у зависности од спроведене преоперативне физикалне терапије

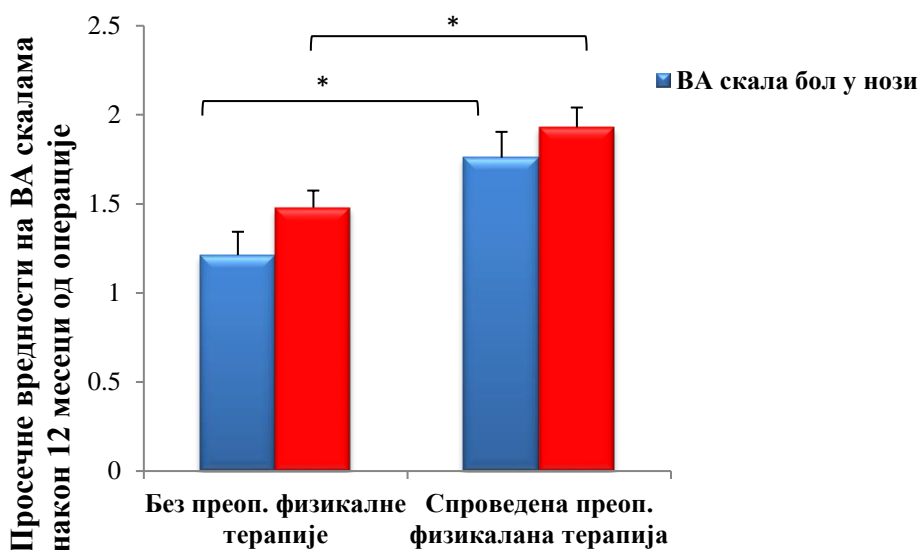


Статистичка значајност је пронађена и у редукцији болног синдрома у корист пацијената код којих такође није спроведена физикална терапија пре операције (**Графикон 20**). Пацијенти код којих је преоперативно спроведен физикални третман имали су након 12 месеци од операције значајно више вредности према ВА скалама за бол у леђима (1,93 vs 1,47; $p < 0,05=0,006$), као и за бол у нози (1,75 vs 1,21; $p < 0,05=0,012$). Ипак, неопходно је навести и да су пацијенти који су преоперативно имали физикални третман пред операцију имали статистички значајно ниже вредности ODI сора и просечне вредности на ВА скали за бол у нози (ODI – $57,83 \pm 12,3$; VAS – $7,36 \pm 1,6$) од групе пацијената код којих није спроведена физикална терапија (ODI – $72,15 \pm 12,07$; VAS – $8,52 \pm 1,1$, $p \leq 0,05$), (**Графикон 21**).

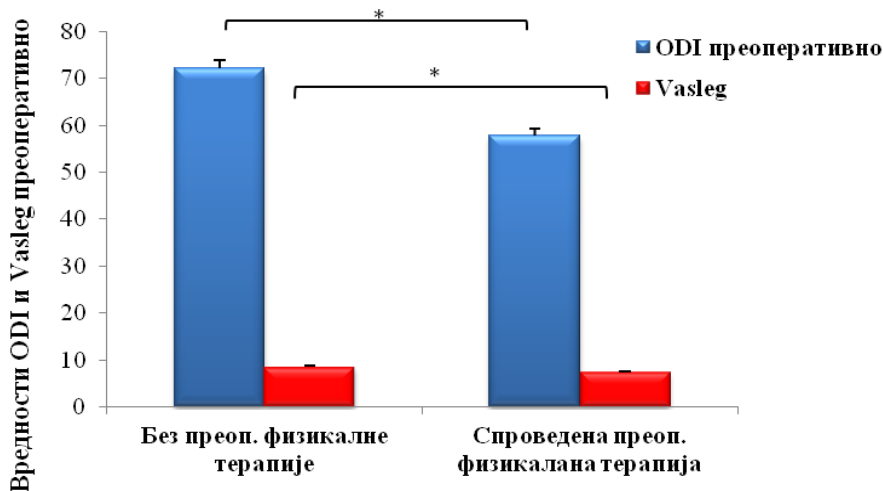
Од великог значаја за тумачење резултата утицаја преоперативног физикалног третмана на исход лечења је време трајања преоперативних тегоба. Добијен је податак да су тегобе код пацијената који нису били упућени на физикалну терапију имале знатно краће трајање (**Графикон 22**). Ови пацијенти су у просеку имали трајање преоперативних

тегоба око 1,5 месец пре него што су се одлучили за операцију. Док су пацијенти код којих је спроведен физикални третман имали анамнезу болног синдрома од око 7 месеци (1,54 vs 7,04 $p < 0,05$).

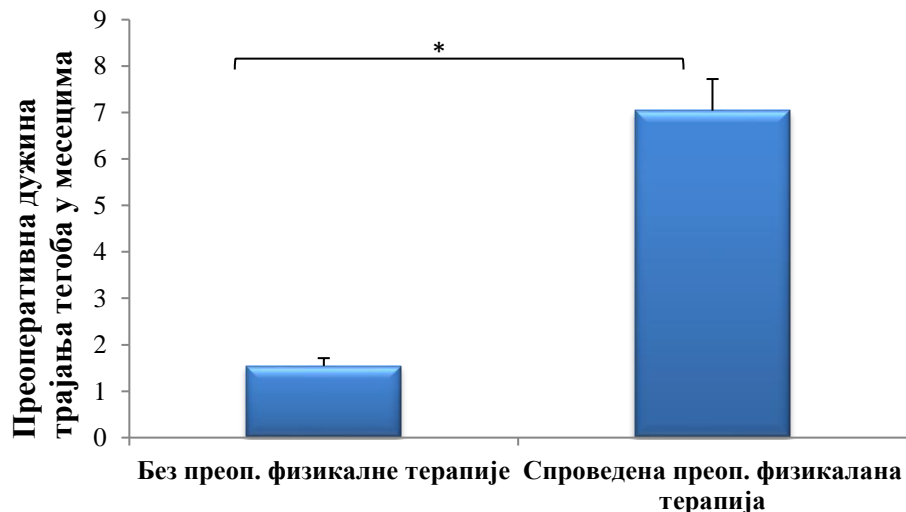
Графикон 20. Утицај преоперативне физикалне терапије на регресију болног синдрома након годину дана од операције



Графикон 21. Утицај преоперативне физикалне терапије на иницијалне вредности ODI и према ВАС скала за бол у нози

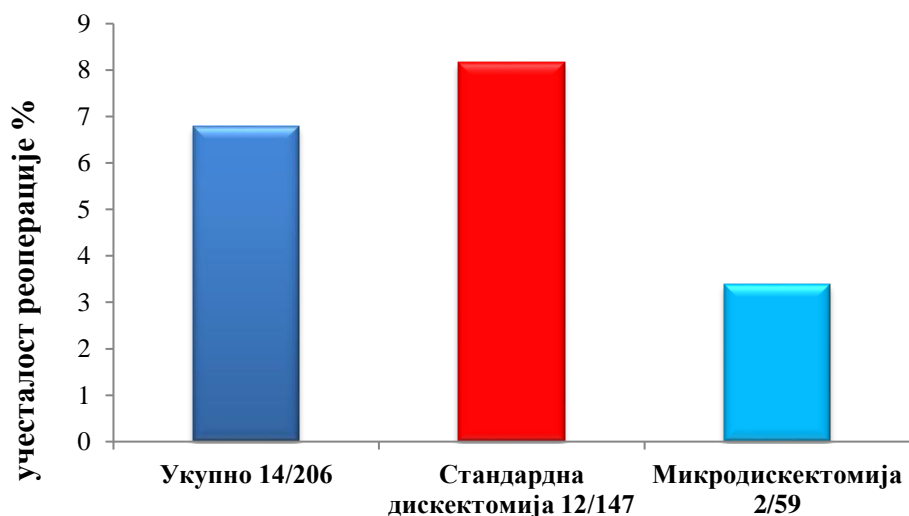


Графикон 22. Зависност дужине трајања преоперативних тегоба и присуства/изостанка преоперативне физикалне терапије



Током периода праћења, од укупно 206 пацијената 14 (6,79%) пацијената је реоперисано. Просечан период праћења је био $36,93 \pm 17,11$ месеци или нешто више од 3 године. У СД групи 12 (8,16%) пацијената је реоперисано, од чега 9 пацијената (6,12%) услед рекурентне дискус херније. Код 2 пацијента је због постоперативног рецидивног радикуларног бола спроведена реоперација. Код једног пацијента је учињена адхезиолиза спиналних коренова услед ожиљног ткива и додатна декомпресија, док је код другог као патолошки супстрат интраоперативно дијагностикована фораминална стеноза. У МД групи од 59 пацијената двоје је реоперисано (3,38%), од чега један пацијент (1,69%) услед рекурентне дискус херније. Према учесталости реоперације није забележена статистичка повезаност између модалитета оперативног лечења и учесталости реоперације ($p=0,218$), иако је у МД групи значајно нижи проценат реоперисаних пацијената (**Графикон 23**). Пацијенти у СД групи су реоперисани у периоду од 6 до 28 месеци након прве операције, у просеку након 16,5 месеци.

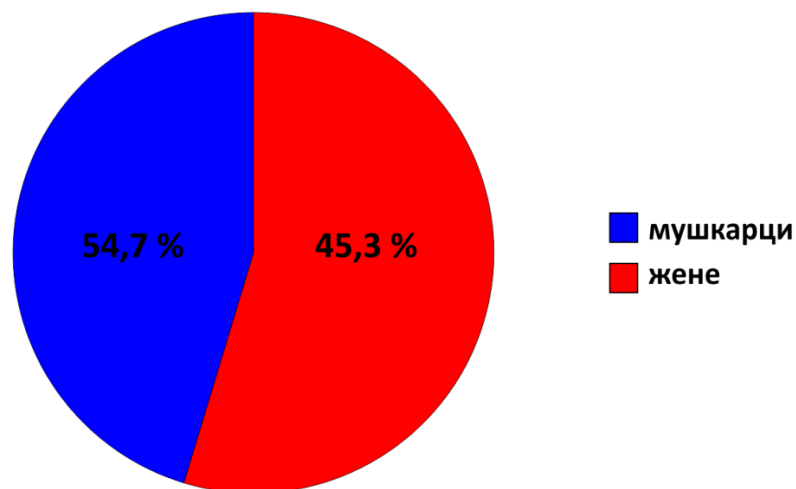
Графикон 23: Учесталост реоперације, укупно и у односу на испитиване групе



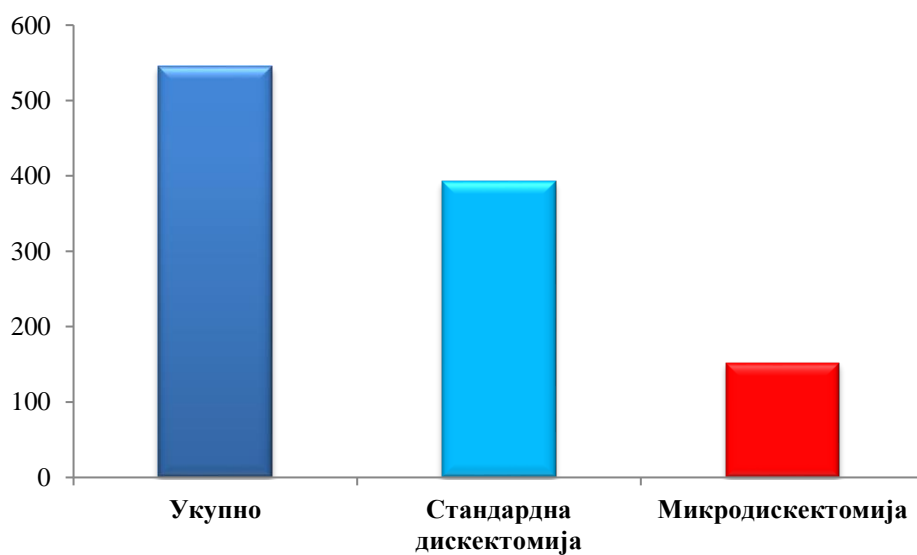
Због бољег увида у стопу реоперације ив диска након иницијалног оперативног лечења лумбалне дискус херније на једном спиналном нивоу, урадили смо ретроспективну анализу рекурентне дискус херније код оперисаних пацијената током периода од 8 година и 9 месеци. Овај период је обухватио пацијенте оперисане у Центру за неурохирургију КЦ Крагујевац од јула месеца 2008. године до марта месеца 2017. године. Просечан период праћења је био $68,7 \pm 31$ месеци, односно око 5,75 година. Критеријум за улазак у овај ретроспективни део истраживања су били исти као за проспективни део. Обухваћено је укупно 545 пацијената, од којих је било 298 (54,7%) мушкараца и 247 (45,3%) жена (**Графикон 24**). Стандардна дискектомија је учињена код 393 пацијента (72,11%), а микродискектомија код 152 (27,8%) пацијента (**Графикон 25**). Просечна старост пацијената је била $46,55 \pm 12,7$ година (М-46,6, Ж-46,48).

На основу интраоперативног налаза код 36,7% (200/545) пацијената је забележена протрузија ив диска, код 59,3% (324/545) екструзија, а код 2% (11/545) је забележена секвестрација ив диска (**Графикон 26**).

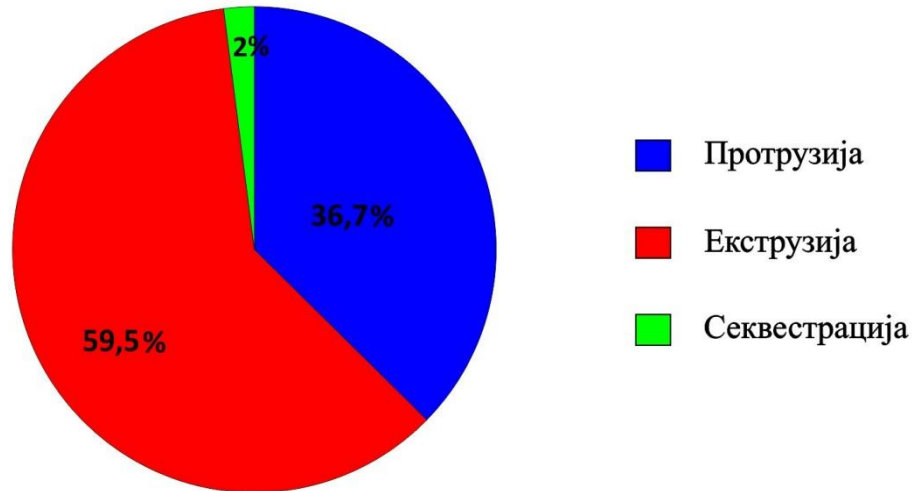
Графикон 24. Полна структура оперисаних пацијената услед ЛДХ код ретроспективно анализираних пацијената



Графикон 25. Графички приказ укупног броја пацијената и у односу на испитиване групе



Графикон 26. Графички приказ удела различитих степена дегенерације диска у односу на укупан број пацијената

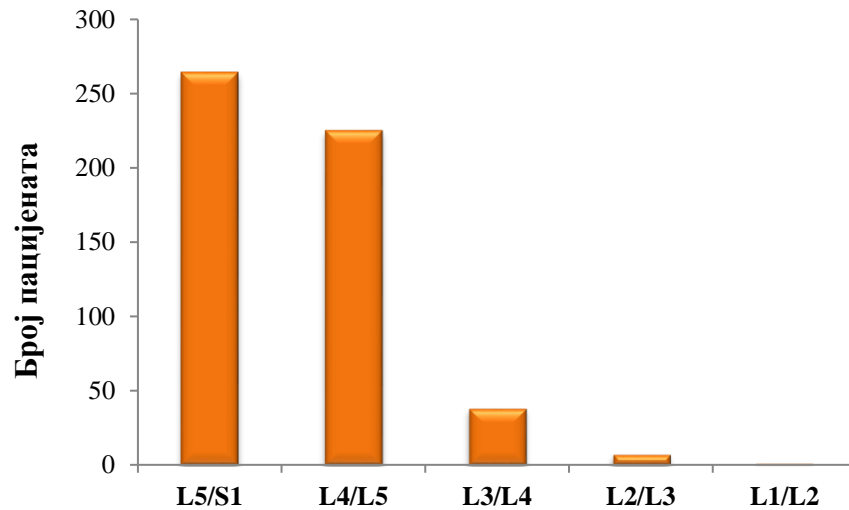


Од укупног броја пацијената свега 8,7% (47/545) је имало одређени степен преоперативног неуролошког дефицита.

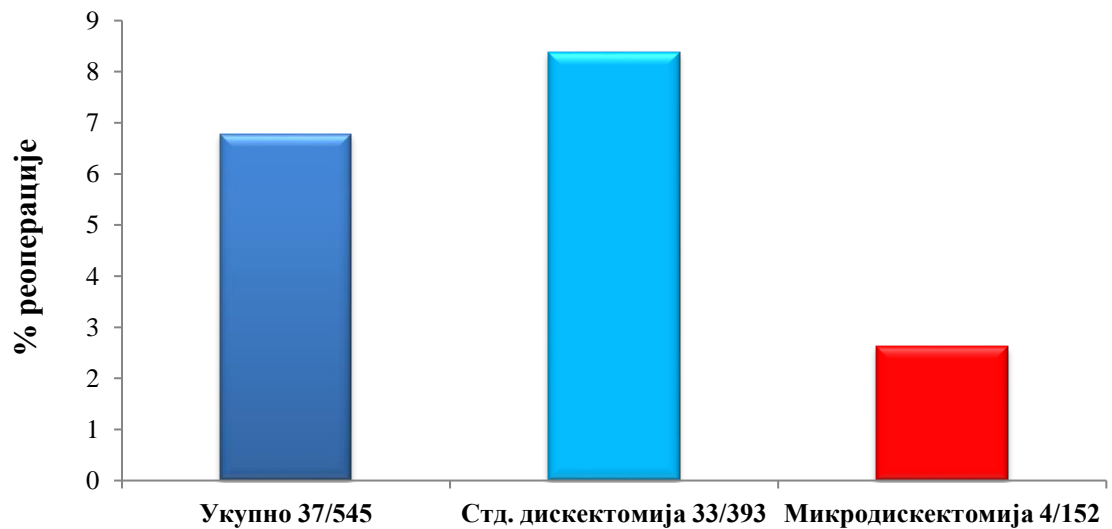
Најчешћи ниво оперисане дискус херније је био Л5/С1 у 48,4% случајева (264/545), а затим Л4/Л5 у 41,3% (225/545); (**Графикон 26**).

Укупан број реоперисаних пацијената у овој ретроспективној групи је био 37/545, односно 6,78%. У СД групи број реоперисаних пацијената је био 33/393 (8,39%), а у МД групи 4/152 или 2,63% (**Графикон 28**). У односу на стопу реоперације је забележена статистички значајна разлика ($p < 0,05$) у корист МД групе. Од укупног броја реоперисаних пацијената код 22 (59,45%) пацијента је при примарној операцији нађена екструзија ив диска, а код осталих 15 (40,55%) протрузија.

Графикон 27. Графички приказ спиналних нивоа оперисане ЛДХ у односу на укупни број пацијената

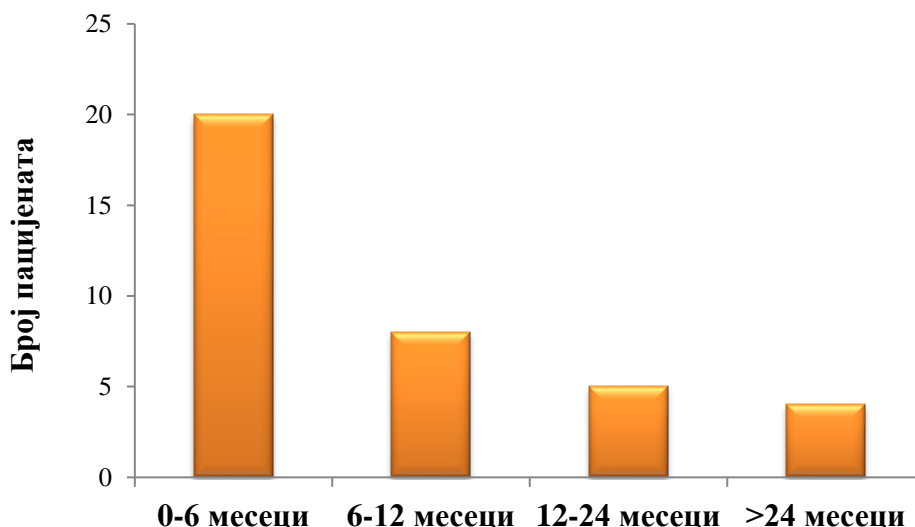


Графикон 28. Учесталост реоперације ретроспективно праћених пацијената у односу на испитиване групе и укупан број пацијената



Реоперације су најчешће спроведене у првих 6 месеци након иницијалне операције у 20/37, односно 54,05% случајева, а у периоду 6-12 месеци је реоперисано 8/37 пацијената или 21,6% (**Графикон 29**).

Графикон 29. Број реоперисаних пацијената у односу на протекло време од примарне операције ЛДХ

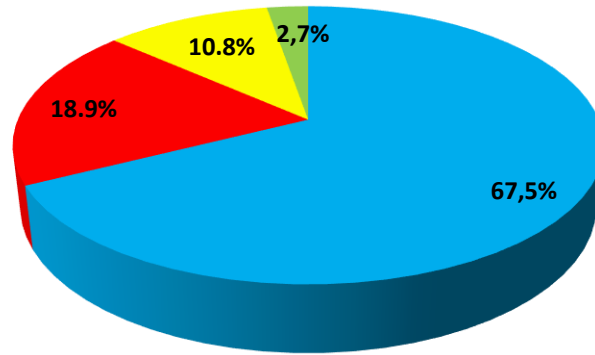


Најчешћи разлог реоперације је била рекурентна дискус хернија у 67,56% (25/37) случајева. Код 18,91% (7/37) пацијената је као разлог реоперације наведена потреба за додатном декомпресијом услед централне или латералне стенозе. Ожиљно перидурално ткиво је као патолошки супстрат идентификовано код 4 (10,81%) пацијента, а један пацијент (2,7%) је реоперисан услед дискус херније на другом нивоу (**Графикон 30**).

Најчешће реоперисан спинални ниво је био Л5/С1 у 70,2% (26/37) случајева, а затим Л4/Л5 29,8% (11/37). Два пацијента су ререоперисана, а код оба је иницијално примењена стандардна дискектомија.

Графикон 30. Учесталост врсте патологије која је захтевала реоперацију

- Рекурентна дискус хернија
- Стеноза
- Ожиљно ткиво
- Други ниво лезије



5. ДИСКУСИЈА

Основни циљ нашег истраживања је био да се уоче разлике у функционалном исходу лечења након спроведена два различита модалитета хируршког лечења лумбалне дискус херније, као и утицај других варијабли за које постоје контрадикторни литературни подаци. Студија је такође имала за циљ да утврди да ли избор модалитета хируршког лечења утиче на стопу рехернијације интервертебралног диска, односно на потребу за реоперацијом.

Шест од девет постављених радних хипотеза на почетку студије су се испоставиле као тачне:

1. избор хируршког модалитета лечења је повезан са дужином трајања хоспитализације - микродискектомија је удружена са краћом хоспитализацијом
2. избор хируршког модалитета лечења је повезан са временом трајања операције – за микродискектомију је потребно више времена;
3. учесталост реоперације је повезана са модалитетом оперативног лечења - у корист микродискектомије, тј. мања је учесталост реоперације након МД
4. функционални исход лечења и редукција болног синдрома су повезани са дужином трајања преоперативних тегоба – краће трајање преоперативних тегоба доводи до повољнијег исхода лечења
5. функционални исход лечења и редукција болног синдрома су повезани са преоперативним присуством/одсуством физикалног третмана – одсуство преоперативног физикалног третмана доводи код ове популације пацијената до повољнијег крајњег исхода лечења
6. задовољство пацијента оперативним лечењем је повезано са модалитетом оперативног лечења – у корист микродискектомије

Ипак кључне хипотезе према којима су функционални исход лечења и редукција болног синдрома повезани са избором хируршке методе се испоставила као нетачна. Веза између спиналног нивоа дискус херније и функционалног исхода лечења и редукције болног синдрома такође није установљена.

5.1. ФУНКЦИОНАЛНИ ИСХОД ЛЕЧЕЊА И РЕДУКЦИЈА БОЛНОГ СИНДРОМА

Наша радна хипотеза да ће микродискектомија довести до бољег функционалног опоравка је била заснована на чињеници да микродискектомија захтева мању трауму мишића, коштаних и лигаментарних делова кичменог стуба, као и због боље визуелне контроле током декомпресије спиналних коренова [18, 19, 24, 69]. Насупрот нашем очекивању показало се да су пацијенти СД и МД група, на основу резултата ODI скорa имали врло сличан функционални опоравак након оперативног лечења ($p>0,05$). Уколико сваку групу посматрамо независно, обе групе су показале клинички и статистички значајну регресију тегоба према вредностима редукције болног синдрома (бол у нози и леђима), а на основу визуелно-аналогне скале за бол, као и према редукцији средње вредности ODI скорa. Такође у обе групе задовољство опоравком након операције је било високо. У СД групи средња вредност PSI је износила 1,54, а у МД групи је била 1,32 што говори да би се велика већина пацијената поново одлучила за оперативно лечење и да је операција испунила њихова очекивања. Свега 5 од 206 пацијената се не би поново одлучило за операцију ($PSI=3$), тј. 2,42%.

Ови резултати су у корелацији са бројним студијама које су се бавиле исходом оперативног лечења ЛДХ и које долазе до закључка да је исход добар или одличан у 75-100% случајева, независно од примењене хируршке методе [69-71]. Према нашим претходним резултатима [72], односно истраживању које је обухватило 167 пацијената једина значајна разлика у опоравку након оперативног лечења је била редукција средње вредности бола у нози према VAS и то у корист МД групе (5,4 vs 6,3). На 206 пацијената ова разлика није забележена. Једина забележена статистички значајна разлика између две групе на увећаном броју пацијената, у односу на претходну серију, је била средња вредност ODI скорa након годину дана праћења у корист МД групе. Међутим и ова разлика није релевантна за процену функционалног исхода лечења јер редукција вредности ODI скорa након годину дана није показала статистички значајну разлику када се пореде две испитиване групе.

Три месеца након операције пацијенти МД групе су имали нижи ODI скор за 2% (СД-24,30, МД-22,39), али су обе групе имале врло сличну редукцију средње вредности ODI скорa, тачније 0,8% је била виша у МД групи. Након годину дана праћења средња

вредност ODI скорa и даље показује виши тренд пада у МД групи (за 2,5%), али и даље није постојала статистички значајна разлика у редукцији вредности ODI скорa, тј. није било јасне разлике у функционалном опоравку пацијената након операције између две групе.

Наш резултат везан за функционални опоравак након МД и СД је потврђен и од већине раније спроведених студија [22-24, 73, 74], које су такође закључиле да након стандардне и микродискектомије нема значајне разлике у функционалном опоравку пацијената. Све цитиране студије су се користиле различитим инструментима процене, тј. различитим врстама упитника [24, 73, 75], а заједничко је било за готово све да у обе групе посматране појединачно постоји значајна редукција бола у нози и леђима, као и одличан функционални опоравак, али без значајних статистичких разлика. Такође поједине студије у неким сегментима фаворизују један од модалитета лечења, али су резултати генерално хетерогени. Наведене студије су имале и мане као што су: један хирург је обавио све операције у приказаној серији пацијената, хирург није имао слободу у одабиру хируршке методе већ је унапред одређена од стране истраживача, мали број пацијената.

Када је у питању болни синдром, статистички значајна редукција бола у нози и леђима према ВАС није забележена уколико поредимо СД и МД групу, мада је и након трећег месеца од операције и након годину дана у МД групи постојао бољи тренд опоравка болног синдрома. Бољи тренд опоравка болног синдрома у МД групи се пре свега односи на бол у нози, док је редукција бола у леђима била готово иста у две постоперативне временске тачке. Велики број претходних студија је процену бола у нози након операције углавном описно карактерисала и према њима није било значајне разлике у редукцији болног синдрома. Неколико скорашњих студија које пореде СД и МД укључују у процену успешности лечења и квантификовану редукцију болног синдрома. Једна од студија из 2010. године наводи да је бол у доњем делу леђа у значајно мањој мери присутан након микродискектомије у односу на стандардну дискектомију [76].

Иако углавном минималан, одређени степен бола у доњем делу леђа је након годину дана од операције пријавило чак 195 пацијената или 95%. Са друге стране и даље присутан бол у нози након годину дана од учињене операције је пријавило 169 пацијента, односно 81%. Лако је уочљиво да након годину дана од операције у већој мери заостаје бол у доњем делу леђа у поређењу са болом у нози. Сматра се да перзистентни бол у

доњем делу леђа у великој мери утиче и на функционални исход лечења. Према нашим резултатима пацијенти који су након годину дана имали према ВАС бол у доњем делу леђу од 0 до 1 имали су и ниже просечне вредности ODI, тј. бољи опоравак, али без значајне статистичке разлике. Према проспективној студији која је током 2 године пратила присуство бола у доњем делу леђа након хируршког лечења ЛДХ бол је на крају друге године код 26% пацијената јачи него након 3 месеца од операције [77]. Као узроци овоме означени су дугорочна дегенерација диска и губитак висине ив простора након дискектомије, што потом доводи до појаве механичког бола у доњем делу леђа. Узрок механичког бола су сегментна дегенерација и нестабилност, најчешће удружене [78]. Према ретроспективном делу исте студије који је обухватио 21180 пацијената (преглед литературе) бол у доњем делу леђа је и даље присутан код 15-25% пацијената након две године од операције, а чак 9% пацијената након различитог периода захтева операције фузије лумбалног сегмента кичменог стуба. Сви ови додатни проблеми у постоперативном периоду доводе и до значајно виших финансијских трошкова.

О задовољству спроведеним оперативним лечењем пацијенти су се након две године од операције изјашњавали и путем индекса задовољства пацијента (PSI, range 1-4) Посматрајући овај параметар, који иако има мање значајну вредност у односу на редукцију болног синдрома и ODI скорa, добили смо дугорочнији увид у функционални опоравак пацијента. Према вредностима PSI забележена је статистички значајна разлика у субјективном доживљају опоравка у корист МД групе (1,32 vs 1,54). Генерално и према другим ауторима, пацијенти су у великој већини задовољни резултатима оперативног лечења. Оно што наши упитници нису садржали, а што поједини аутори [79] истичу као значајан разлог незадовољства пацијената целим током лечења је недовољно пружање информација пацијенту од стране лекара о току, могућим компликацијама и исходима лечења.

Према полу у нашој студији је била већа заступљеност мушкараца у односу на жене (М-113, Ж-93). Уколико поредимо исход лечења према полу, на основу наших резултата није било статистички битне разлике у крајњем исходу лечењу ($p > 0,05$). Наши резултати су у корелацији са већином других аутора, иако се могу наћи и резултати да је женски пол повезан са лошијим крајњим исходом лечења [71]. Поред тога *Peul* и сарадници су закључили да жене имају и спорију динамику опоравка након дискектомије [80].

Када се разматра старосна структура пацијената који су били укључени у нашу студију, просечна старост је била јако слична у односу на испитиване групе (СД-47,87, МД-45,07), као и према полу пацијената (М-47,65, Ж-46,35). Када смо посматрали исход лечења код пацијената старијих од 65 година у односу на остале, дошли смо до закључка да се резултати лечења битно не разликују (ОДИ и редукција ОДИ ($p>0,05$)) у односу на пацијенте млађе од 65 година. Слични резултати су потврђени и од стране *Rothoerl-a* и сарадника [81]. Иако у нашој студији није било пацијената који су старији од 80 година, резултати појединих аутора показују да је лумбална дискектомија изузетно ефикасна метода лечења (у 89% случајева) пролонгиране исхијалгије узроковане дискус хернијом и код пацијената старијих од 80 година [82]. Као једина статистичка значајна разлика у клиничком току и исходу лечења у овој старосној групи је забележено дуже време хоспитализације у односу на млађе пацијенте.

5.2. ВРЕМЕ ТРАЈАЊА ОПЕРАЦИЈЕ И ДУЖИНА ХОСПИТАЛИЗАЦИЈЕ

У нашој студији употреба микроскопа је значајно утицала на време трајања операције у смислу продужетка исте. Тачније, просечно време које је пацијент провео у општој анестезији током микродискектомије је било за око 47 минута дуже од времена током стандардне дискектомије (СД-89мин, МД-135,83мин). Подаци других аутора који пореде време трајања операције између СД и МД су варијабилни [22, 24]. Наши резултати су сагласни ипак са већином студија, које тврде да стандардна дискектомија захтева мање времена [74-76]. Ипак ретки аутори долазе до закључка да употреба микроскопа скраћује време трајања операције. Разматрање времена трајања операције је значајно са аспекта губитка крви и интраоперативних инфекција. Једна од предности микродискектомије према неким студијама је статистички значајно мањи губитак крви током операције [24, 83]. Тај податак је очекиван имајући у виду мању инцизију коже и фасције, последичну мању трауму ткива и ефикаснију хемостазу због боље визуализације. Такође губитак крви је директно пропорционалан дужини трајања операције која је често зависна од вештине оператора, а не од избора оперативне методе. Наша студија из техничких разлога није испитивала овај параметар, али такође сматрамо да током било које од две методе не

долази до губитка значајне количине крви која може утицати на хемодинамску стабилност пацијента, те стога не може ни имати значајан утицај на избор методе. Све студије су ипак сагласне да током микродисектомије долази до губитка мање количине крви, а мета анализа из 2010. године, која је укључила 1109 пацијената (МД-654, СД-455), је такође то потврдила [74].

Када се ради о дужини хоспитализације, наша студија је показала разлику између две групе у корист микродисектомије. У нашој популацији пацијената, након МД хоспитализација је била краћа за око један дан у просеку. Постоје студије које такође у том смислу фаворизују микродисектомију [75, 83, 84], па чак и које тврде да је дужина хоспитализације након МД скоро дупло краћа, 3,7 дана наспрот 7,1 дан након СД [85]. Али постоје и радови према којима нема разлике у дужини хоспитализације између две посматране групе [24, 86]. Ове разлике се могу и сматрати зависним од неких других немедицинских фактора, као што су здравствена политика и систем осигурања у датој држави [24, 73]. Тако у Сједињим Америчким Државама и другим развијеним земљама у деценији која је за нама постоји тренд да је дисектомија генерално једнодневна хирургија.

Наш резултат, иако очекиван, сматрамо да није последица мање трауме ткива код МД, већ да узрок лежи у већем бројем периоперативних компликација код пацијената лечених помоћу СД. Поменуте компликације, пре свега интраоператива ликвореја, су за директну последицу имале пролонгирану употребу антибиотика и опсервацију.

5.3. ВРЕМЕ ПОВРАТКА РЕДОВНИМ ЖИВОТНИМ АКТИВНОСТИМА И ПОСТОПЕРАТИВНА УПОТРЕБА АНАЛГЕТИКА

Како је велики број пацијената укључених у нашу студију било незапослено из различитих разлога (домаћице, пензионери, студенти), као и објективне мањкавости нашег социјалног и здравственог система, није било могуће адекватно проценити време повратка на посао након спроведеног оперативног лечења. Зато су се пацијенти изјашњавали о времену повратка редовним животним активностима, као аналогном индикатору динамике опоравка након операције. Између СД и МД групе према нашим резултатима није било

статистички значајне разлике по питању времена повратка уобичајеним животним активностима. Обе групе пацијената су пријавиле прилично дуг период (око 60 дана), што се објашњава подударом са термином завршетка постоперативне физикалне терапије у рехабилитационим центрима.

Код незапослених особа, домаћица и студената је запажен тренд бржег повратка својим радним обавезама у односу на стално запослене пацијенте, што се такође може објаснити манама нашег социјалног система и жељом за стицањем личне добити (продужено боловање, превремена пензија итд). И други аутори истичу бројне немедицинске факторе након операције ЛДХ који имају утицај на време повратка на посао [87]. Као најчешћи разлози који пролонгирају повратак на радно место се истичу задовољство/незадовољство радним местом и жеља за превременом инвалидском пензијом [88]. Ипак неколико студија које су испитивале време повратка пацијента на радно место и враћање нормалним животним активностима дају предност микродискектомији [19, 83, 84]. *К. Türeycen* [74] у свом раду из 2003 године налази да модалитет оперативног лечења има веома велики утицај на време повратка на радно место. Према њему пацијенти се након микродискектомије враћају на радно место у року од 4 недеље у 85% случајева, док се након стандардне микродискектомије враћају на радно место у истом временском оквиру у 58% случајева. Ови резултати су објашњени знатно мањом траумом ткива. Али и ове резултате треба узети са резервом због различитих закона о раду широм света.

Праћењем постоперативне употребе аналгетика закључили смо да након микродискектомије пацијенти значајно краће користе аналгетике. Према нашим резултатима пацијенти МД групе су у просеку 4,5 дана краће имали потребу за аналгезијом у односу на пацијенте СД групе. У литератури се могу наћи ставови да између СД и МД нема разлике у потреби за аналгетикама постоперативно [86]. Ипак већи број аутора наводи да микродискектомија захтева краћу постоперативну употребу аналгетика [74]. Прецизнију процену је дала кинеска група аутора [76] да око 15% пацијената након МД захтева употребу аналгетика два пута дневно у периоду између првог и дванаестог постоперативног дана, док је тај проценат у СД групи чак 45%.

5.4. ДУЖИНА ТРАЈАЊА ТЕГОБА ПРЕОПЕРАТИВНО

Према резултатима неколико аутора [89, 90] дуже трајање преоперативних тегоба доводи до лошијег клиничког исхода, тако да смо у нашу студију укључили и тај фактор, тј. његов утицај на крајњи исход лечења. Разматрање ове променљиве постаје посебно интересантан проблем нашег здравственог система ако се има у виду да конзервативно лечење и неурорадиолошка верификација хируршког супстрата често предуго траје у нашој свакодневној клиничкој пракси. Разлози за то су недоступност адекватне здравствене заштите на појединим подручјима, дуге листе чекања за неурорадиолошке прегледе и упућивање пацијената на неадекватне радиолошке прегледе за спиналну патологију. Непостојање националног протокола за лечење дегенеративних болести кичменог стуба, као и недовољна информисаност лекара у примарној и секундарној здравственој заштити о могућностима лечења дуготрајних лумбоисхијалгичних тегоба такође доводи до каснијег откривања операбилног патолошког супстрата.

Дужина трајања тегоба преоперативно се показала као битан фактор за крајњи исход лечења и у нашој студији. Пацијенти који су тегобе преоперативно имали дуже од 4 месеца су имали и слабије скорове опоравка након операције (ODI, VAS). Слично нашим запажањима и други аутори износе податке који указују да краће преоперативно трајање тегоба, посебно присуства бола у нози краће од 4 месеца, доводи до бољих резултата оперативног лечења. Пацијенти код којих тегобе трају дуже од 8 месеци имају знатно већу шансу за неповољан исход лечења [91]. Дужина трајања тегоба је са друге стране у директној вези са степеном хернијације интервертебралног диска. Пацијенти који имају протрузију диска имају и дуже трајање тегоба, а самим тим и лошији исход лечења на основу ODI скорa [92]. Пацијенти са екструзијом диска имају и краће трајање тегоба, односно код ових пацијената се неурохирурзи раније одлучују за оперативно лечење. Такође, подаци из литературе говоре да се пацијенти код којих су преоперативне тегобе трајале краће од 6 месеци брже враћају на радно место и знатно ређе захтевају промену радног места у лакше радно место по повратку на посао [93]. Највећи број пацијената који се никада нису вратили на исти посао пре операције су имали тегобе дуже од годину дана. Дужина трајања тегоба и боловања се показала и као један од битних фактора за задовољство пацијента оперативним лечењем. Пацијенти код којих су преоперативне

тегобе трајале краће од два месеца су у 80% били задовољни операцијом, а пацијенти са тегобама преко 2 месеца у само 50% случајева [94, 95].

Свеобухватни преглед литературе из 2014. године који се бавио корелацијом дужине трајања преоперативних тегоба и исхода оперативног лечења ЛДХ је донео закључак да је краће трајање тегоба у корелацији са бољим исходом лечења [96]. Исто истраживање је дошло и до закључка да је у анализираним студијама исувише широк временски оквир (2-12 месеци) под којим се подразумева краће трајање тегоба, али и да већина студија под краћим трајањем сматра 6 месеци.

Како резултати већине студија, укључујући и нашу, закључују да краће трајање преоперативних тегоба доводи до бољег крајњег исхода оперативног лечења ЛДХ, ови резултати намећу и потребу за још бољом сарадњом између неуролога, физијатара и неурохирурга у будућности. Такође ови резултати би могли да олакшају постављање индикација за оперативно лечење ЛДХ. Када се у разматрање идеалног тајминга оперативног лечења ЛДХ од почетка тегоба укључе и анализа трошкова и ефикасности лечења (*cost-effectiveness*) група аутора из Кливленда (САД) је дошла до закључка да је идеални временски оквир за оперативно лечење ЛДХ између 4 и 8 недеља од почетка лумбалне радикулопатије [97]. Ипак доношење одлуке само на основу дужине трајања тегоба није једноставно, јер и остали фактори утичу на избор најбољег модалитета лечења у појединачним случајевима.

5.5. РЕКУРЕНТНА ДИСКУС ХЕРНИЈА

Када разматрамо стопу рекурентне дискус херније, готово сви радови дају одговор на ово питање обухватајући један или више модалитета дискектомије и наводе да је стопа рекуренције 6-24%, а у зависности од периода праћења [98-101]. Студије у којој је „follow-up“ период сличан нашој студији пријављују стопу реоперације од око 10% [98], што је значајно више у односу на нашу студију. Ова разлика у стопи реоперације ипак не доказује нашу већу успешност у лечењу лумбане дискус херније, већ разлоге можда треба тражити у различитом постављању индикација за реоперацију [71]. Наши резултати су показали да је укупна стопа реоперације код лумбалне дискус херније 6,8% (14/206) за

просечним период праћења од $36,93 \pm 17,11$ месеци у СД групи стопа реоперације је износила 8,16% (12/147), док је у МД групи била 3,38% (2/59), али ипак није забележена статистичка значајност у корист МД групе. Прегледом литературе смо успели да пронађемо само један рад из 2000. године који се бави поређењем стандардне и микродискектомије у односу на поменути проблем и који има резултат супротан нашем истраживању. Рад је објављен од стране јужнокорејске групе аутора [102] који су дошли до закључка који је супротан од нашег. Према поменутој групи аутора, на узорку од 173 пацијента, микродискектомија је удружена са вишом стопом реоперације и периоперативних инфекција. Истраживање које је пратило током трогодишњег периода само пацијенте који су оперативно лечени микродискектомијом [69] је закључило да се рекурентна дискус хернија јавља са инциденцом од 4,5%.

Разлози за поновљену операцију у нашој серији су били у највећем броју случајева рекурентна дискус хернија на истом нивоу у 11/14 случајева реоперације (78,6%), формирање ожиљног ткива код 2 пацијента (14,3%) и фораминална стеноза код једног пацијента (7,1%). И према другим ауторима [103] најчешћи разлог за поновљену операцију дискус херније код пацијента је била поновна дискус хернија (78%), затим епидурална фиброза (12,2%), а у осталим случајевима: адхезивни арахноидитис, латерална спинална стеноза и јатрогена нестабилност.

У литератури се може наћи и податак о стопи реоперације када постоји „права“ рекурентна дискус хернија, односно рекурентна дискус хернија на истом спиналном нивоу и на истој страни. У нашој студији стопа реоперације услед „праве“ рекурентне дискус херније је износила 5,33% (11/206) за трогодишњи период праћења. Као најчешћи разлози рекурентне дискус херније се наводе велики ануларни дефект, степен дегенерације ив диска, мушки пол, конзумирање никотина и подизање терета [104, 105].

Према проспективној студији коју су спровели *Carragee* и сарадници [106] најнижи ризик за рехернијацију (1%) имају пацијенти са екструзијом фрагмента ив диска услед фисуре на фиброном анулусу, знатно виши ризик (27%) имају пацијенти са великим дефектом на анулусу, док највиши ризик имају пацијенти са протрузијом ив диска (36%). Треба напоменути да ово нису проценти реоперације услед рехернијације диска, већ само симптоматске рехернијације. У нашој студији од 11 реоперисаних пацијената услед рекурентне дискус херније, 6 је имало екструзију ив диска, а 5 пацијента протрузију. Већа

вероватноћа рехернијације диска и потребе за реоперацијом код пацијената са екструзијом и великим ануларним дефектом (≥ 6 мм) је потврђена и од стране мултицентричног рандомизираниог истраживања [107]. Према овој студији 25,3% пацијената са великим ануларним дефектом је имало симптоматску рехернијацију, а 14,2% је морало бити подвргнуто реоперацији. Ова и друге студије [108-110] саветују коришћење различитих направа и материјала за затварање великих дефекта на анулусу након дискектомије. Према *Klassen*-у употреба направа за затварање дефекта на анулусу (annular closure device) снижава стопу реоперације за скоро 50% (са 16% на 9%), док према *Thomé* и сарадницима опада са 13% на 5%. Резултат ниже стопе рехернијације према истим ауторима су знатно нижи укупни трошкови лечења ових пацијената.

Екстремна гојазност се такође истиче као значајан фактор ризика за рекурентну дискус хернију [68], због чега наша студија није укључила пацијенте који имају БМИ преко 35. Уколико се посматрају само пацијенти који испуњавају једноставну дефиницију гојазности, БМИ преко 30, према неколико аутора гојазност не утиче значајно на појаву рекурентне дискус херније [111, 112] док према резултатима неколико других гојазност ипак има утицај [68].

Према резултатима ретроспективног дела нашег истраживања, након скоро 6 година праћења стопа реоперације након примарне операције ЛДХ је износила 6,78%. Овај пут за разлику од проспективног дела истраживања забележена је значајна разлика у учесталости реоперације након СД и МД, и то у корист МД групе (8,39% vs 2,63%, $p > 0,05$). У чак 54% случајева реоперација је спроведена у првих 6 месеци након примарне операције ЛДХ. Према Финској групи аутора [113] која је имала сличан период праћења (5 година) као наша студија инциденца рехернијације диска на истом нивоу и на истој страни, а која захтева реоперацију износи 7,4%, док је у току прве године учесталост реоперације била 2% [114]. Према једној мета анализи из 2016. године [115] инциденца ревизионих операција, у које се не убрајају други разлози изузев поновљене диск-радикуларне компресије, износи 1,4-11,4%. У серијама пацијената старијег датума инциденца је нижа и износи 6% након десетогодишњег периода праћења [114].

У групи студија, које су анализирале стопу рекурентне дискус херније на великим групама пацијената, се истичу две студије. Велика студија која је ретроспективно анализирала инциденцу реоперације након дискектомије код 7520 пацијената са

просечним периодом праћења од 7 година је добила резултат да је инциденца око 6,2% [116]. Према другој великој ретроспективној студији која је обухватила 13654 пацијената из САД инциденца реоперације је након 4 године праћења виша и износи 12,2%, а у скоро половине случајева (5,9%) је спроведена и операција лумбалне фузије [117]. Податак о великој инциденци потребе за лумбалном фузијом након иницијалне дискектомије може указати на погрешан алгоритам лечења ових пацијената или последицу неадекватних оперативних техника које су изазвале нестабилност кичменог стуба.

Ако разматрамо рехернијацију у нашој целокупној проспективној групи пацијената према времену јављања у односу на операцију, унутар прве године од операције се јавила у 4,85% (10/206). Процент реоперације у току прве постоперативне године је био сличан када смо направили ретроспективну анализу групе од 545 пацијената и износио је 5,1%. Према литературним подацима стопа ране рехернијације, тј. унутар периода од годину дана након операције износи око 1-2% [114, 118]. Показало се да је рекуренција дискус херније у корелацији са степеном дегенерације диска, као и од старости пацијента у тренутку примарне операције. Тачније, рекуренција дискус херније је знатно чешћа код особа у трећој и четвртој деценији живота, као и приликом верификоване протрузије диска на првој операцији [100]. У нашем истраживању просечна старост реоперисаних пацијената није значајно одступала од просека целе испитиване групе.

Најбољи резултати опоравка након реоперације се могу очекивати код пацијената код којих је разлог поновне операције била рекурентна дискус хернија [103]. Дobar крајњи исход лечења код реоперисаних пацијената се бележи у 50-70% случајева [85, 119, 120]. За постизање бољих резултата приликом реинтервенције услед рекурентне дискус херније саветује се латерална декомпресија, тј. уклањање медијалне половине фасетног зглоба све до горње фасетне површине и потом микродискектомија [121]. Фактори који доприносе лошем исходу лечења након реоперације су: реоперација на истој страни прве операције и мање од годину дана протеклих након прве операције [85]. Иако ревизионе операције чији разлог није рекурентна дискус хернија немају тако добар исход лечења и оне у значајној мери доводе до редукције болног синдрома [99]. Ипак пре доношења одлуке о реоперацији треба пажљиво анализирати клиничке и неурорадиолошке налазе и индиковати операцију уколико преоперативна евалуација јасно указује на постојање хируршки коректибилне компресије. Учесталост компликација током ревизионих

операција ЛДХ према различитим ауторима износи 0-34,6%, а најчешћа компликација је инцидентална дуротомија [115].

5.6. ПЕРИОПЕРАТИВНЕ КОМПЛИКАЦИЈЕ

Као најчешћа периоперативна компликација у нашој групи пацијената се јавила инцидентална дуротомија, која је забележена код 13 од 206 пацијената (6,3%). При томе велика већина задесних дуротомија се догодила при стандардној дискектомији 11/147 (7,48%), а само 2/59 при микродискектомији (3,38%), статистички значајна разлика није забележена. Према литературним подацима инциденца задесне дуротомије при првој операцији лумбалне дискус херније износи 0,82-3,1% [122], а при ревизионим операцијама иста је знатно виша и износи око 7,4-16,7% [123, 124]. Најчешће место дуралне лацерације приликом прве операције је у близини места компресије диска на спинални корен, док је код ревизионе операције то случај најчешће на рамену корена где је обично и највећи степен перидуралне фиброзе. Стандардна дискектомија је и од других аутора означена као фактор повећаног ризика за настанак дуралне лацерације [121]. Осим СД други фактори који доприносе настанку дуралне лацерације су: операција рекурентне дискус херније, женски пол, епидурална анестезија, употреба недоминантне руке од стране хирурга и хернијација диска изнад интервертебралног простора. Пацијенти код којих је дошло до задесне дуротомије имају према подацима из литературе већи губитак крви током операције и продужену хоспитализацију [122]. Ипак задесна дуротомија приликом примарне операције ЛДХ се није показала као битан фактор за крајњи исход лечења.

5.7. ФИЗИКАЛНА ТЕРАПИЈА

Физикална терапија је доказано добар наставак лечења пацијената након операције лумбалне дискус херније. Отпочињање физикалног третмана 4-6 недеља након операције доводи до брже редукције болног синдрома и смањења неспособности пацијената у односу на пацијенте код којих није спроведен физикални третман [125] или код којих је

физикални третман започет након 12 недеља од операције [126]. Такође, нема доказа да интензивнији програми вежбања након операције доводе до веће инциденце рекурентне дискус херније [125].

Због напред наведеног за наш истраживачки тим је било од значаја питање да ли постоји корелација у исходу оперативног лечења ЛДХ и преоперативног спровођења физикалне терапије. Ово питање смо поставили пре свега због искуства из клиничке праксе да конзервативне методе лечења често предуго трају код пацијената који имају хируршки супстрат. Наша студија је изненађујуће показала да пацијенти код којих је преоперативно спроведен физикални третман у трајању од најмање три недеље имају ниже редукције ODI скорa и болног синдрома према ВА скалама, тј. лошије резултате хируршког лечења. Ипак, ако посматрамо апсолутне вредности ODI скорa након годину дана од операције није забележен утицај на скор услед присуства/одсуства преоперативне физикалне терапије. Апсолутна вредност ODI скорa се може окарактерисати као индикатор целокупног тока лечења, укључујући и конзервативну и хируршку терапију, док се редукција ODI у нашој студији односи пре свега на резултате хирургије.

Зато се на основу добијених резултата не може закључити да преоперативна физикална терапија није потребна. Мишљења смо да разлоге за овакве резултате треба тражити пре свега у касном препознавању пацијената који су добри кандидати за оперативно лечење. Наиме искуства из клиничке праксе говоре да пацијенти предуго чекају на неурорадиолошку дијагностику, а то за последицу има дуготрајну и често неефикасну аналгетску терапију. Такође оптерећеност наших установа за физикалну медицину доводи до каснијег отпочињања физикалне терапије, која је ограничених терапијских могућности код пацијената са израженом диск-радикуларном компресијом. Све ово води ка пролонгираној диск-компресији нервних структура и лошијег исхода лечења.

Добијени резултат да преоперативна физикална терапија доводи до мање редукције ODI скорa и болног синдрома се може протумачити и на други начин, који је вероватно и исправнији. То тумачење подразумева да су пацијенти код којих је спроведена физикална терапија преоперативно имали ниже иницијалне вредности ODI скорa и на ВА скалама. На тај начин и редукција параметара који говоре у прилог опоравку након операције су били нижи у односу на пацијенте који нису преоперативно имали физикални третман. Та

претпоставка је и потврђена статистички (Графикон 21). Иницијалне вредности ODI скорa и на ВА скали за бол у нози су биле ниже код пацијената код којих је спроведена преоперативно физикална терапија. На основу тога се може закључити да је преоперативна физикална терапија свакако донела корист пацијентима у олакшању тегоба, али су пацијенти имали такав патолошки супстрат да су били подеснији кандидати за оперативно лечење.

Исто тако, у тумачењу утицаја преоперативне физикалне терапије на исход лечења се мора имати у виду и добијени резултат да су пацијенти код којих је спроведен физикални третман имали пре операције тегобе у просеку око 7 месеци, док је код осталих трајање тегоба било око 1,5 месец. Значај овог податка је у томе што краће трајање преоперативних тегоба (мање од 4 месеца) има директан утицај на повољан исход лечења.

5.8. ОПЕРАТИВНО НАСУПРОТ КОНЗЕРВАТИВНОМ ЛЕЧЕЊУ ЛУМБАЛНЕ ДИСКУС ХЕРНИЈЕ

У прошлости је објављено много студија које тврде да лумбална дискус хернија има сличан исход лечења након оперативног и конзервативног третмана. Све ове студије имају проблематичну селекцију пацијената, углавном се ради о пацијентима са протрузијом интервертебралног диска и без неуролошког дефицита [127]. Ове студије ипак наводе да је регресија болног синдрома знатно бржа након оперативног лечења [128]. Осим тога закључак истих је да се раним оперативним лечењем смањује ризик од трајног неуролошког дефицита [129].

5.9. МИКРОДИСКЕКТОМИЈА И НОВИЈЕ МИНИМАЛНО ИНВАЗИВНЕ МЕТОДЕ

Уколико разматрамо компетитивност микродискектомије у односу на новије минимално инвазивне методе оперативног лечења дискус херније, показало се да се микродискектомија и даље може сматрати златним стандардом у оперативном лечењу лумбалне дискус херније на основу више критеријума. Закључци велике мета анализе

[130], (обухваћено 11 студија и 1172 пацијената) која је поредила резултате микродискектомије и минимално инвазивних метода дискектомије (МИД) су били да је МИД инфериорна по следећим параметрима: смањења интензитета бола у нози и ЛБП, као и по питању поновне хоспитализације. Са друге стране након МИД била је смањена стопа инфекције оперативне ране и у исто време група МИД метода је удружена са краћом хоспитализацијом. У овој студији су аутори у МИД методе сврстали: ендоскопску интерламинарну или трансфораминалну дискектомију, трансмускуларну тубуларну микродискектомију и аутоматизовану перкутану лумбалну дискектомију). Поједини аутори насупрот овој студији као једну од главних предности МИД метода наводе краће трајање и мањи интензитет ЛБП [131]. Још две веће мета-анализе из 2012. и 2016. године [132], која су обухватиле 837 односно 1389 пацијената, наводе да нема разлика у функционалном исходу лечења лумбалне дискус херније након МИД и микродискектомије. Прва студија такође наводи да је МИД скопчана са већом инциденцом задесне дуротомије, али и да нема значајне разлике у укупној стопи компликација. Док друга из 2016. године која пре свега пореди перкутану ендоскопску лумбалну дискектомију (ПЕЛД) са МД, наводи да ПЕЛД захтева краће време трајања операције и краћу хоспитализацију [133].

Дупло-слепа рандомизирана студија из 2017. године [134], која је обухватила 325 пацијената, је испитивала разлике у клиничком опоравку након тубуларне дискектомије и микродискектомије. Закључак ове студије је да након 5 година праћења не постоји разлика у функционалном и клиничком опоравку пацијената који су били подвргнути насумично тубуларној дискектомији (166 пацијената) и микродискектомији (159 пацијената). Као једна од најчешће навођених предности МИД метода над стандардном и микродискектомијом је мања траума паравертебралне мускулатуре. Ипак неколико до сада спроведених студија на ову тему ту тврдњу нису објективно потврдиле. Студија која је као параметар оштећења мишића пратила постоперативни ниво креатин фосфо-киназе у серуму и мишићну лезију на постоперативном МР прегледу [135] има закључак да нема разлике у екстензивности оштећења паравертебралних мишића (ЛБП је био израженији код МИД групе). Као још једна од предности МИД интервенција се наводи мања количина перидуралног ожиљног ткива на постоперативним МР прегледима. Истраживања са краја 90их година прошлог века су доказала да постојање веће количине

перидуралног оживљеног ткива, верификованог на МР прегледу 6 месеци након операције, повећавају ризик од настанка постоперативног рекурентног радикуларног бола за чак 3,2 пута [136]. Ипак закључено је да објективно мање ожиљавање након МИД интервенција није толико значајно за степен функционалног опоравка пацијента и редукцију болног синдрома у односу на микродискектомију [21]. Постоје и аутори који тврде да нема узрочне везе између постоперативне исхијалгије и епидуралне фиброзе, која је верификована постоперативно магнетном резонанцом [137], као и да се епидурална фиброза може посматрати као радиолошки ентитет независан од постоперативних жалби пацијената [138]. Уколико поредимо стопу рекурентне дискус херније након МД и МИД нема битније разлике између две методе. Док обе методе имају подједнак функционални опоравак након реинтервенције и скоро једнаку стопу ре-рекурентне дискус херније од око 5,7% након 2 године праћења [139] (Табела 12).

Табела 12. Упоредна табела компликација након микродискектомије и МИД техника

	Микродискектомија (МД)	Минимално инвазивна дискектомија (МИД)
Стопа рекурентне дискус херније	4-11%	2-7%
Стопа ре-рекурентне дискус херније	5,7%	
Компликације	Нема разлике	
Функционални исход	Нема разлике	
Повратак на посао	7-8 недеља	3-4 недеље

Многи радови засновани на ретроспективним [140] и проспективним истраживањима такође бележе статистички значајну супериорност МИД техника у односу на микродискектомију када се посматрају одређени параметри: дужина хоспитализације, интраоперативни губитак крви, поновна хоспитализација због рецидивних тегоба. Ипак аутори ових радова, као и ми, сматрамо да ове предности имају врло скроман клинички значај за самог пацијента.

5.10. КОРЕЛАЦИЈА ПРЕОПЕРАТИВНОГ ПСИХИЧКОГ СТАТУСА ПАЦИЈЕНТА И ИСХОДА ЛЕЧЕЊА

Као реалан додатни проблем оперативног лечења ЛДХ се истиче и утицај преоперативног психичког статуса пацијента на крајњи исход лечења. Наша студија се није бавила овим проблемом, али свакодневна клиничка пракса нас је научила да код пацијената са благим психичким поремећајима (анксиозност, депресија) постоји већа вероватноћа да буду незадовољни исходом операције. Управо из овог разлога пацијенти који су имали историју лечења психичких обољења су искључени из студије. Ова претпоставка је и потврђена од стране групе аутора из САД [141], као и од стране турске групе аутора [138]. Њихова истраживања су показала да преоперативно дијагностикована депресија и соматска анксиозност воде ка значајно лошијем функционалном исходу лечења. Исти аутори су такође закључили да наведена психичка обољења не утичу значајно на редукцију болног синдрома према ВА скалама за бол. Социјални живот се такође истиче као врло значајан фактор за исход лечења након операције ЛДХ. Тачније, пацијенти који имају хобије, породичне обавезе и садржајан социјални живот имају веће задовољство учињеном операцијом и значајно мање постоперативне тегобе [142].

6. ЗАКЉУЧАК

Лумбална дискус хернија је обољење које оставља значајне негативне последице по свако друштво. И поред евидентног напретка у третману лумбалне дискус херније, како конзервативних метода, тако и оперативних техника, ово обољење још увек представља велики проблем савременог света. То је обољење које значајно утиче на смањење радне способности популације, доводи до значајних негативних социоекономских последица и оптерећује систем здравствене заштите.

Као посебан проблем се намећу и критеријуми избора пацијената за оперативно лечење, јер при доношењу одлуке о операцији не постоје јасно усвојени критеријуми који се могу универзално применити на сваког пацијента. Ово се, пре свих, односи на пацијенте који немају неуролошки дефицит, а које бол делимично или у потпуности омета у свакодневним животним активностима. У тим ситуацијама се пред оператора поставља задатак евалуације сваког пацијента понаособ, која има за циљ доношење одлуке о операцији на основу објективног клиничког/неуролошког статуса, неурорадиолошког налаза и психолошког профила пацијента. Ову одлуку додатно отежава и релативно велика учесталост рецидивних тегоба, односно неповољан исход оперативног лечења.

Можемо закључити на основу наших резултата да обе технике оперативног лечења дају добре крајње резултате, као и да не постоји значајна разлика у крајњем функционалном исходу лечења након стандардне дискектомије и микродискектомије. Такође, имајући у виду добре дугорочне резултате функционалног исхода лечења у обе групе намеће се закључак да оператор треба да се одлучи за оперативну технику са којом је фамилијаран.

Ипак предност дајемо микродискектомији из неколико разлога:

- због уочене статистички значајно ниже стопе рекурентне дискус херније у ретроспективном делу студије. Наша студија је и у проспективном делу показала да је након микродискектомије мања вероватноћа за реоперацију (без статистичке значајности) због рекурентне дискус херније или ожилне тракције и неког облика спиналне стенозе. Овај резултат приписујемо бољој визуелизацији неуралних структура и патолошког супстрата, као и њиховог међусобног односа.

- краће дужине хоспитализације,

- краћег периода постоперативне аналгезије,
- ниже учесталости периоперативних компликација,
- више вредности PSI након две године од операције
- боље могућности едукације млађих колега јер могу јасно видети анатомске односе и патолошки суспстрат, што често није могуће при стандардној дискектомији.

Правилно постављене индикације за операцију ЛДХ је најсигурнији пут ка повољном крајњем исходу лечења. Од велике је важности и да се пацијентима преоперативно предоче објективни ризици операције, као и могућност незадовољавајућег исхода, а поготово у случајевима дугог трајања преоперативних тегоба и већ присутног неуролошког дефицита. Неопходно је и да оператори шире сагледају и схвате социоекономски значај овог обољења за друштво и самог пацијента.

Надамо се да ће наше истраживање довести до бољег увида у разлике између два модалитета лечења везане за клинички ток и исход лечења, као и стопу рекурентне дискус херније. Добијени резултати би могли допринети бољем планирању оперативног лечења и повољнијем исходу лечења пацијента који болују услед ЛДХ. Такође наши резултати могу допринети развоју рационалнијег здравственог система јер се показало да је МД повезана са нижом стопом рекурентне дискус херније, краћом хоспитализацијом и мањим бројем периоперативних компликација.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. M. Joković. Degenerativna oboljenja lumbosakralnog dela kičme. In: M Samardzic. Savremena neurohirurgija. 1st ed. Beograd: IP Obelezja plus; 2013; 174.
2. Schwarzer AC, Aprill CN, Derby R, Fortin J, Kine G, Bogduk N. The prevalence and clinical features of internal disc disruption in patients with chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 1995; 20:1878-1883.
3. Fardon DF, Williams A, Dohring EJ, Murtagh FR, Gabriel Rothman SL, Sze GK. Lumbar disc nomenclature: version 2.0: recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine Radiology and the American Society of Neuroradiology. *The Spine Journal* 2014; 14:2525–2545.
4. Allan DB, Waddell G. An historical perspective on low back pain and disability. *Acta Orthopaedica Scandinavica suppl* 1989; 234:1-23.
5. Truumees E. A history of lumbar disc herniation from Hippocrates to the 1990s. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2015; 473:1885-1895.
6. Prominska E. The role of palaeopathology in modern medicine. *Materi Medica Polona* 1986; 18:211-217.
7. Straus WL, Cave JE. Pathology and the posture of Neandertal man. *The Quarterly Review of Biology* 1957; 32:348-363.
8. Winn H. In: Youmans & Winn Neurological Surgery. 7th ed. Elsevier. 2016; 4.
9. Goldthwait JE. The lumbosacral articulation. An explanation of many cases of “lumbago”, “sciatica” and paraplegia. *Boston Medical and Surgical Journal* 1911; 164:365-372.
10. Dandy WE. Loose cartilage from intervertebral discs simulating tumour of the spinal cord. *The Archives of Surgery* 1929; 19:660-672.
11. Middleton GS, John TH. Injury of the spinal cord due to rupture of an intervertebral disc due to muscular effort. *The Glasgow Medical Journal* 1911; 76:1-6.
12. Mixter W, Barr J. Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *The New England Journal of Medicine* 1934; 211:210-215.

13. Parisien RC, Ball PA. William Jason Mixter (1880-1958). Ushering in the "dynasty of the disc". *Spine (Phila Pa 1976)* 1998; 23:2363-2366.
14. Howard S. An. Principles and techniques of spine surgery. Philadelphia. Williams&Wilkins. 1997.
15. Waddell G. A new clinical model for the treatment of low back pain. *Spine* 1987; 12:632-644.
16. Peul WC, et al. Surgery versus prolonged conservative treatment for sciatica. *The New England Journal of Medicine* 2007; 356:2245–2256.
17. Caspar W. A new surgical procedure for lumbar disc herniation causing less tissue damage through a microsurgical approach. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery* 1977; 4:74–80.
18. Williams RW. Microlumbar discectomy: a conservative surgical approach to the virgin herniated lumbar disc. *Spine* 1978; 3:175–182.
19. Wilson DH, Harbaugh R. Microsurgical and Standard Removal of the Protruded Lumbar Disc: A Comparative Study. *Neurosurgery* 1981; 8:422–427.
20. Shriver M, Xie JJ, Tye EY, Rosenbaum BP, Kshetry VR, Benzel EC, et al. Lumbar microdiscectomy complication rates: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurgical Focus* 2015; 39(4):E6.
21. Gempt J, Jonek M, Ringel F, Preuß A, Wolf P, Ryang Y. Long-term follow-up of standard microdiscectomy versus minimal access surgery for lumbar disc herniations. *Acta Neurochirurgica* 2013; 155:2333–2338.
22. Burkhardt WB, Grimm M, Schwerdtfeger K, Oertel Joachim MK. 318 Lumbar Disc Surgery: Clinical Outcome of 85 Patients With a Mean Follow-up of 32 Years. *Neurosurgery* 2016; 63:192.
23. Schmid SL, Wechsler C, Farshad M, Antoniadis A, Ulrich NH, Min K, et al. Surgery for lumbar disc herniation: Analysis of 500 consecutive patients treated in an interdisciplinary spine centre. *Journal of Clinical Neuroscience* 2016; 27:40–43.
24. Porchet F, Bartanusz V, Kleinstueck FS, Lattig F, Jeszenszky D, Grob D, et al. Microdiscectomy compared with standard discectomy: An old problem revisited with new outcome measures with in the framework of a spine surgical registry. *Euro Spine Journal (Suppl 3)* 2009; 18:360–366.

25. M. Samardžić i sar. Osnovi neurohirurgije za sve lekare. Beograd. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva; 1998.
26. Colombier P, Clouet J, Hamel O, Lescaudron L, Guicheux J. The lumbar intervertebral disc: from embryonic development to degeneration. *Joint Bone Spine* 2014; 81:125–129.
27. Taylor JR. Growth of human intervertebral discs and vertebral bodies. *Journal of Anatomy* 1975; 120:49–68.
28. Eyre DR, Muir H. Types I and II collagens in intervertebral disc. Interchanging radial distributions in annulus fibrosus. *Biochemical Journal* 1976; 157:267–270.
29. Roberts S, Evans H, Trivedi J, Menage J. Histology and Pathology of the human intervertebral disc. *Journal of Bone and Joint Surgery (suppl 2)* 2006; 88:10-14.
30. Erwin WM, Islam D, Inman RD, Fehlings MG, Tsui FW. Notochordal cells protect nucleus pulposus cells from degradation and apoptosis: implications for the mechanisms of intervertebral disc degeneration. *Arthritis Research & Therapy* 2011; 13:R215.
31. Greenberg MS. Spine and spinal cord in *Handbook of Neurosurgery*. 8th Edition. New York Thieme 2016; 1102.
32. Schroeder GD, Guyre CA, Vaccaro AR. The epidemiology and pathophysiology of lumbar disc herniations. *Seminars in Spine Surgery* 2016; 28:2-7.
33. Boos N, Weissbach S, Rohrbach H, Weiler C, Spratt KF, Nerlich AG. Classification of age-related changes in lumbar intervertebral discs: 2002 Volvo award in basic science. *Spine* 2002; 27:2631–2644.
34. Edelson JG, Nathan H. Stages in the natural history of the vertebral end-plates. *Spine* 1988; 13:21-26.
35. Zhou G, Dai L, Jiang X, Ma Z, Ping J, Li J, et al. Effects of human midkine on spontaneous resorption of herniated intervertebral discs. *International Orthopaedics* 2010; 34:103-108.
36. Doita M, Kanatani T, Harada T, Mizuno K. Immunohistologic study of the ruptured intervertebral disc of the lumbar spine. *Spine* 1996; 21:235–241.

37. Freburger JK, Holmes GM, Agans RP, Jackman AM, Darter JD, Wallace AS, et al. The rising prevalence of chronic low back pain. *Archives of Internal Medicine* 2009; 169:251-258.
38. Waterman BR, Belmont PJ, Schoenfeld AJ. Low back pain in the United States: incidence and risk factors for presentation in the emergency setting. *Spine* 2012; 12:63-70.
39. Bono CM, W.R., Garfin SR. Lumbar disc herniations. In: *The Spine*. 5th ed. Philadelphia, PA: Saunders, 2006.
40. Jordan JL, Konstantinou K, O'Dowd J. Herniated lumbar disc. *BMJ Clinical Evidence Archives* 2011; 2009:1118.
41. Cummins J, Lurie J, Tosteson TD, Hanscom B, Abdu WA, Birkeyer NJ, et al. Descriptive epidemiology and prior healthcare utilization of patients in the Spine Patient Outcomes Research Trial's (SPORT) three observational cohorts: disc herniation, spinalstenosis, and degenerative spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31:806-814.
42. Shiri R, Lallukka T, Karppinen J, Viikari-Juntura E. Obesity as a risk factor for sciatica: a meta-analysis. *American Journal of Epidemiology* 2011; 179:929-937.
43. Mobbs RJ, Newcombe R, Chandran KN. Lumbar discectomy and the diabetic patient: incidence and outcome. *J Clin Neurosci*, 2001; 8:10-13.
44. Longo UG, Denaro L, Spiezia F, Forriol F, Maffulli N, Denaro V. Symptomatic disc herniation and serum lipid levels. *European Spine Journal* 2011; 20:1658–1662.
45. Schoenfeld AJ, Weiner BK. Treatment of lumbar disc herniation: Evidence-based practice. *International Journal of General Medicine* 2010; 3:209-214.
46. Jones DL, Moor T. The Types of Neuropathic Bladder Dysfunction Associated with Prolapsed Lumbar Intervertebral Discs. *British Journal of Urology* 1973; 45:39–43.
47. Blaauw G, Braakman R, Gelpke GJ, Singh R. Changes in Radicular Function Following Low-Back Surgery. *Journal of Neurosurgery* 1988; 69:649–652.
48. Armstrong JR, The pathology of lumbar disc lesions. *Clinical Medicine (London, England)* 1965; 6:25-33.

49. Buttermann GR. Treatment of Lumbar Disc Herniation: Epidural Steroid Injection Compared with Discectomy. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2004; 86:670-679.
50. Osterman H, Seitsako S, Karppinen J, Malmivaara A. Effectiveness of Microdiscectomy for Lumbar Disc Herniation: A Randomized Controlled Trial With 2 Years of Follow-up. *Spine* 2006; 31:2409-2414.
51. Postacchini F. Results of Surgery Compared With Conservative Management for Lumbar Disc Herniations. *Spine* 1996; 21:1383–1387.
52. Blamoutier A. Surgical discectomy for lumbar disc herniation: Surgical techniques. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research (Suppl 1)* 2013; 99:187-196.
53. Schreiber A, Yoshinori S, Hansjoerg L. Does Percutaneous Nucleotomy With Discoscopy Replace Conventional Discectomy? Eight Years of Experience and Results in Treatment of Herniated Lumbar Disc. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1989; 238:35-42.
54. Yeung AT, Tsou PM. Posterolateral Endoscopic Excision for Lumbar Disc Herniation: Surgical Technique, Outcome, and Complications in 307 Consecutive Cases. *Spine* 2009; 27:722-731.
55. Chatterjee S, Foy PM, Findlay GF. Report of a Controlled Clinical Trial Comparing Automated Percutaneous Lumbar Discectomy and Microdiscectomy in the Treatment of Contained Lumbar Disc Herniation. *Spine* 1995; 20:734-738.
56. Jaikumar S, Kim DH, Kam AC. History of minimally invasive spine surgery. *Neurosurgery (Suppl5)* 2002; 51:S1-14.
57. Muto M, Andreula C, Leonardi M. Treatment of herniated lumbar disc by intradiscal and intraforaminal oxygen-ozone (O₂-O₃) injection. *Journal of Neuroradiology* 2004; 31:183-189.
58. Kahanovitz N, Viola K, Goldstein T, Dawson E. A Multicenter Analysis of Percutaneous Discectomy. *Spine* 1990; 15:713-715.
59. Marković M. Kompletno endoskopska tehnika u operativnom lečenju lumbalne diskus hernije. In: *Savremena neurohirurgija izabrana poglavlja*. 2013, Beograd: I.P. „Obeležja Plus". 189-196.

60. Suk KS, Lee HM, Moon SH, Kim NH. Recurrent Lumbar Disc Herniation: Results of Operative Management. *Spine* 2001; 26:672-676.
61. Fandino J, Botana C, Viladrich A, Gomez-Bueno J. Reoperation after lumbar disc surgery: Results in 130 cases. *Acta Neurochirurgica* 1993; 122:102-104.
62. Pappas CT, Harrington T, Sonntag VK. Outcome Analysis in 654 Surgically Treated Lumbar Disc Herniations. *Neurosurgery* 1992; 30:862-866.
63. Crawford CM, Hannan RF. Management of acute lumbar disk herniation initially presenting as mechanical low back pain. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics* 1999; 22:235-244.
64. Weber H. Lumbar Disc Herniation: A Controlled, Prospective Study with Ten Years of Observation. *Spine* 1983; 8:131-140.
65. Van Den Hout, Peul WC, Koes BW, Brand R, Kievit J, Thomeer RT, et al. Prolonged conservative care versus early surgery in patients with sciatica caused by lumbar disc herniation: two year results of a randomized controlled trial. *British Medical Journal* 2008; 336:1351-1354.
66. Ahn UM, Ahn NU, Buchowski JM, Garrett ES, Sieber AN, Kostuik JP. Cauda Equina Syndrome Secondary to Lumbar Disc Herniation: A Meta-Analysis of Surgical Outcomes. *Spine* 2000; 25:1515-1522.
67. Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine* 2000; 25:2940-2952.
68. Meredith DS, Huang RC, Nguyen J, Lyman S. Obesity increases the risk of recurrent herniated nucleus pulposus after lumbar microdiscectomy. *Spine* 2010; 10:575-580.
69. Ebeling U, Reichenberg W, Reulen HJ. Results of microsurgical lumbar discectomy. *Acta neurochir* 1986; 81:45-52.
70. Yorimitsu E, Chiba K, Toyama Y, Hirabayashi K. Long-Term Outcomes of Standard Discectomy for Lumbar Disc Herniation: A Follow-Up Study of More Than 10 Years. *Spine* 2001; 26:652-657.
71. Graver V, Haaland AK, Magnas B, Loeb M. Seven-year clinical follow-up after lumbar disc surgery: results and predictors of outcome. *British Journal of Neurosurgery* 1999; 13:178-184.

72. Kovačević V, Jovanović N, Miletić-Kovačević M, Nikolić R, Peulić M, Rotim K, et al. Standard lumbar discectomy versus microdiscectomy - differences in clinical outcome and reoperation rate. *Acta Clinica Croatica* 2017; 56:391-398.
73. Veresciagina K, Spakauskas B, Vytautas KA. Clinical outcomes of patients with lumbar disc herniation, selected for one-level open-discectomy and microdiscectomy. *European Spine Journal* 2010; 19:1450-1458.
74. Kudret T. One-level one-sided lumbar disc surgery with and without microscopic assistance: 1-year outcome in 114 consecutive patients. *Journal of Neurosurgery (Spine 3)* 2003; 99:247–250.
75. Yoshito K, Yukihiro M, Hisatake Y, Yoshihito S, Hiroshi N, Shojiro N, et al. Comparison of Surgical Outcomes Between Macro Discectomy and Micro Discectomy for Lumbar Disc Herniation: A Prospective Randomized Study With Surgery Performed by the Same Spine Surgeon. *Journal of Spinal Disorders & Techniques* 2006; 19:344-347
76. Zang JC, Ma XL, Ma JX, et al. Meta-analysis of Microdiscectomy Versus Standard Discectomy in the Treatment of Lumbar Disc Herniation. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord* 2010; 20:938-944.
77. Parker SL, Mendenhall SK, Godil SS, Sivasubramanian P, Cahill K, Ziewacz J, et al. Incidence of Low Back Pain After Lumbar Discectomy for Herniated Disc and Its Effect on Patient-reported Outcomes. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2015; 473:1988-1999.
78. Parker SL, Xu R, Mc Girt MJ, Witham TF, Long DM, Bydon A. Long-term back pain after a single-level discectomy for radiculopathy: incidence and health care cost analysis. *Journal of Neurosurgery* 2010; 12:178-182.
79. Rönnerberg K, Lind B, Zoëga B, Halldin K, Gellerstedt M, Brisby H. Patients' Satisfaction With Provided Care/Information and Expectations on Clinical Outcome After Lumbar Disc Herniation Surgery. *Spine* 2007; 32:256-261.
80. Peul WC, Hout WB, Brand R, Thomeer RT, Koes BW. Prolonged conservative care versus early surgery in patients with sciatica caused by lumbar disc herniation: two year results of a randomized controlled trial. *BMJ* 2008; 336:1355-1358.

81. Rothoerl RD, Woertgen C, Holzschuh M, Schlaier J. Are there differences in the symptoms, signs and outcome after lumbar disc surgery in the elderly compared with younger patients? *British Journal of Neurosurgery* 1998; 12:250-253.
82. Nie H, Hao J, Peng C, Ou Y, Quan Z, An H. Clinical Outcomes of Discectomy in Octogenarian Patients With Lumbar Disc Herniation. *Journal of Spinal Disorders and Techniques* 2013; 26:74–78.
83. Caspar W, Campbell B, Barbier DD, Kretschmer R, Gotfried Y. The Caspar Microsurgical Discectomy and Comparison with a Conventional Standard Lumbar Disc Procedure. *Neurosurgery* 1991; 28:78-86.
84. Kahanovitz N, Viola K, Muculloch J. Limited Surgical Discectomy and Microdiscectomy: A Clinical Comparison. *Spine* 1989; 14:79-81.
85. Silvers HR, Lewis P, Asch HL, Clabeaux DE. Lumbar Discectomy for Recurrent Disk Herniation. *Journal of Spinal Disorders* 1994; 7:408-419.
86. Henriksen L, Schmidt K, Eskesen V, Jantzen E. A controlled study of microsurgical versus standard lumbar discectomy. *British Journal of Neurosurgery* 1996; 10:289-293.
87. Than KD, Curran JN, Resnick DK, Shaffrey CI, Ghogawala Z, Mummaneni PV. How to predict return to work after lumbar discectomy: answers from the NeuroPoint-SD registry. *Journal of Neurosurgery Spine* 2016; 25:181-186.
88. Kitze K, Winkler D, Günther L, Angermeyer MC. Preoperative predictors for the return to work of herniated disc patients. *Zentralbl Neurochir* 2008; 69:7-13.
89. Rihn JA, Hilibrand AS, Radcliff K, Kurd M, Lurie J, Blood E, et al. Duration of symptoms resulting from lumbar disc herniation: effect on treatment outcomes. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2011; 93:1906–1914.
90. Quon JA, Sobolev BG, Levy AR, Fisher CG, Bishop PB, Kopec JA, et al. The effect of waiting time on pain intensity after elective surgical lumbar discectomy. *The Spine Journal* 2013; 13:1736–1748.
91. Nygaard OP, 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. *Journal of Neurosurgery (Suppl2)* 2000; 92:131-134.

92. Ng LC, Sell P. Predictive value of the duration of sciatica for lumbar discectomy. A prospective cohort study. *The Bone & Joint Surgery* 2004; 86:546-549.
93. Nygaard OP, Romner B, Trumpy JH. Duration of symptoms as a predictor of outcome after lumbar disc surgery. *Acta neurochirurgica* 1994; 128:53-56.
94. Hurme M, Alaranta H. Factors predicting the result of surgery for lumbar intervertebral disc herniation. *Spine* 1987; 12:933-938.
95. Silverplats K, Lind B, Zoëga B, Halldin K, Rutberg L, Gellerstedt M, et al. Clinical factors of importance for outcome after lumbar disc herniation surgery: long-term follow-up. *European Spine Journal* 2010; 19:1459-1467.
96. Sabnis AB, Diwan AD. The timing of surgery in lumbar disc prolapse: A systematic review. *Indian Journal of Orthopaedics* 2014; 48:127–135.
97. Alentado VJ, Lubelski D, Steinmetz MP, Benzell EC, Mroz TE. Optimal duration of conservative management prior to surgery for cervical and lumbar radiculopathy: a literature review. *Global Spine Journal* 2014; 4:279-286.
98. Kim CH, Chung CH, Park CS, Choi B, Kim MJ, Park BJ. Reoperation Rate After Surgery for Lumbar Herniated Intervertebral Disc Disease: Nationwide Cohort Study. *Spine* 2013, 38:581–590.
99. Erbayraktar S, Acar F, Tekinsoy B, Acar U, Guner EM. Outcome Analysis of Reoperations after Lumbar Discectomies: a Report of 22 Patients. *Kobe Journal of Medical Sciences* 2002; 48:33-41.
100. Kim MS, Park KW, Hwang C, Lee YK, Koo KH, Chang BS, Lee CK, Lee DH. Recurrence Rate of Lumbar Disc Herniation After Open Discectomy in Active Young Men. *Spine* 2009; 34:24-29.
101. Thome C, Barth M, Scharf J, Schmiedek P. Outcome after lumbar sequestrectomy compared with microdiscectomy: a prospective randomized study. *Journal of Neurosurgery Spine* 2005; 2:271-278.
102. Kang YH, Lee WS, Yune SH. Comparison of the Results between Standard Discectomy and Microdiscectomy of the Herniated Lumbar Disc. *Journal of Korean Society of Spine Surgery* 2000; 7:228-233.
103. Serdar O, Sait N, Memet MO, Necmettin PM. Findings and Outcome of Revision Lumbar Disc Surgery. *Journal of Spinal Disorders* 1999; 12:287-292.

104. Miwa S, Yokogawa A, Kobayashi T, Nishimura T, Igarashi K, Inatani H, et al. Risk Factors of Recurrent Lumbar Disk Herniation: A Single Center Study and Review of the Literature. *Journal of Spinal Disorders and Techniques* 2015; 28:265–269.
105. Kyoung-Tae K, Dong-Hyun L, Dae-Chul C, Joo-Kyung S, Young-Baeg K. Preoperative Risk Factors for Recurrent Lumbar Disk Herniation in L5–S1. *Journal of Spinal Disorders and Techniques* 2015; 28:571–577.
106. Carragee EJ, Han MY, Suen PW, Kim D. Clinical Outcomes After Lumbar Discectomy for Sciatica: The Effects of Fragment Type and Anular Competence. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2003; 85:102-108.
107. Martens F, Vajkoczy P, Jadik S, Hegewald A, Stieber J, Hes R. Patients at the Highest Risk for Reherniation Following Lumbar Discectomy in a Multicenter Randomized Controlled Trial. *JBJS Open Access* 2018; 3:e0037.
108. Bailey A, Araghi A, Blumenthal S, Huffmon GV. Annular Repair After Lumbar Discectomy Did Not Reduce the Need for Reherniation Surgery. *JBJS* 2014; 10:870.
109. Klassen PD, Hsu WK, Martens F, Inzana JA, van den Brink WA, Groff MW, et al. Post-lumbar discectomy reoperations that are associated with poor clinical and socioeconomic outcomes can be reduced through use of a novel annular closure device: results from a 2-year randomized controlled trial. *Clinico Economics and Outcomes Research* 2018; 10:349—357.
110. Thome C, Klassen PD, Bouma GJ, Kursumovic A, Fandino J, Barth M, et al. Annular closure device linked with decreased reherniation, reoperation rates after lumbar microdiscectomy. *The Spine Journal* 2018; 18:2278-2287.
111. Rihn JA, Kurd M, Hilibrand AS, Lurie J, Zhao W, Albert T, et al. The influence of obesity on the outcome of treatment of lumbar disc herniation: analysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT). *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2013; 95:1–8.
112. Quah C, Syme G, Swamy GN, Nanjayan S, Fowler A, Calthorpe D. Obesity and recurrent intervertebral disc prolapse after lumbar microdiscectomy. *Annals of The Royal College of Surgeons of England* 2014; 96:140-143.

113. Hakkinen A, Kiviranta I, Neva MH, Kautiainen H, Ylinen J. Reoperations after first lumbar disc herniation surgery; a special interest on residives during a 5-year follow-up. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2007; 9:8-2.
114. Davis RA. A long-term outcome analysis of 984 surgically treated herniated lumbar discs. *Journal of Neurosurgery* 1994; 80:415-421.
115. Yoshihara H, Chatterjee D, Paulino CB, Errico TJ. Revision Surgery for “Real” Recurrent Lumbar Disk Herniation: A Systematic Review. *Clinical Spine Surgery* 2016; 29:111–118.
116. Virk SS, Diwan A, Phillips FM, Sandhu H, Khan SN. What is the Rate of Revision Discectomies After Primary Discectomy on a National Scale? *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2017; 475:2752-2762.
117. Heindel P, Tuchman A, Hsieh PC, Pham MH, D'Oro A, Patel NN, et al. Reoperation Rates After Single-level Lumbar Discectomy. *Spine (Phila Pa 1976)* 2017; 42:496-501.
118. Wera GD, Marcus RE, Ghanayem AJ, Bohlman HH. Failure within one year following subtotal lumbar discectomy. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2008; 90:10-15.
119. Herron L. Recurrent Lumbar Disc Herniation: Results of Repeat Laminectomy and Discectomy. *Journal of Spinal Disorders* 1994; 7:161-166.
120. Li-Yang D, Qing Z, Wei-Fang Y, Lei S. Recurrent lumbar disc herniation after discectomy: outcome of repeat discectomy. *Surgical Neurology* 2005; 64:226-231.
121. Albayrak S, Ozturk S, Durdag E, Ayden O. Surgical management of recurrent disc herniations with microdiscectomy and long-term results on life quality: Detailed analysis of 70 cases. *Journal of Neurosciences in Rural Practice* 2016; 7:87-90.
122. Desai A, Ball PA, Bekelis K, Lurie JD, Mirza SK, Tor D, et al. Outcomes after incidental durotomy during first-time lumbar discectomy. *Journal of Neurosurgery Spine* 2011; 14:647-653.
123. Taku I, Sei N, Taigo K, Toshiyuki T, Junya H. Analysis of Revision Surgery of Microsurgical Lumbar Discectomy. *Asian Spine Journal* 2018; 12:140–146.
124. Albayrak S, Ozturk S, Ayden O, Ucler ND. A Feared Complication of Lumbar Discectomy. *Turkish Neurosurgery* 2016; 26:918-921.

125. Ostelo RW, Costa LO, Maher CG, de Vet HC, van Tulder MW. Rehabilitation After Lumbar Disc Surgery: An Update Cochrane Review. *Spine* 2009; 34:1839-1848.
126. Kjellby-Wendt G, Styf J. Early Active Training After Lumbar Discectomy: A Prospective, Randomized, and Controlled Study. *Spine (Phila Pa 1976)* 1998; 23:2345–2351.
127. Jacobs WC, van Tulder M, Arts M, Rubinstein SM, van Middelkoop, Ostelo R, et al. Surgery versus conservative management of sciatica due to a lumbar herniated disc: a systematic review. *Euro Spine Journal* 2010; 20:513-522.
128. Gugliotta M, da Costa BR, Dabis E, Theiler R, Juni P, Reichenbach S, et al. Surgical versus conservative treatment for lumbar disc herniation: a prospective cohort study. *BMJ Open* 2016; 6:e012938. .
129. Lequin MB, Verbaan D, Jacobs WC, Brand R, Bouma GJ, Vandertop WP, et al. Surgery versus prolonged conservative treatment for sciatica: 5-year results of a randomised controlled trial. *BMJ Open* 2013; 3:e002534.
130. Rasouli MR, Rahimi-Movaghar V, Shokraneh F, Moradi-Lakeh M, Chou R. Minimally invasive discectomy versus microdiscectomy/open discectomy for symptomatic lumbar disc herniation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*
131. Ahn SS, Kim SH, Kim DW, Lee BH. Comparison of Outcomes of Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy and Open Lumbar Microdiscectomy for Young Adults: A Retrospective Matched Cohort Study. *World Neurosurgery* 2016. 86:250-258.
132. Dasenbrock HH, Juraschek S, Schultz LR, Witham TF, Sciubba DM, Wolinsky JP, et al. The efficacy of minimally invasive discectomy compared with open discectomy: a meta-analysis of prospective randomized controlled trials. *Journal of Neurosurgery: Spine* 2012; 16:452-462. .
133. Wenfeng R, Fan F, Zhengye L, Jiangtao X, Lin C, Ansong P. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy versus open lumbar microdiscectomy for lumbar disc herniation: A meta-analysis. *International Journal of Surgery* 2016; 31:86-92.

134. Overvest GM, Peul WC, Brand R, Koes BW, Bartels RH, Tan WF, et al. Tubular discectomy versus conventional microdiscectomy for the treatment of lumbar disc herniation: long-term results of a randomised controlled trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 2017; 88:1008-1016.
135. Arts M, Brand R, van der Kallen B, Lycklama NG, Peul W. Does minimally invasive lumbar disc surgery result in less muscle injury than conventional surgery? A randomized controlled trial. *Euro Spine Journal* 2011; 20:51-57.
136. Ross JS, Robertson JT, Frederickson RC, Petrie JL, Obuchowski N, Modic MT, et al. Association Between Peridural Scar and Recurrent Radicular Pain After Lumbar Discectomy: Magnetic Resonance Evaluation. *Neurosurgery* 1996; 38:855–863.
137. Annertz M, Jonsson B, Stromqvist B, Holtas S. No relationship between epidural fibrosis and sciatica in the lumbar postdiscectomy syndrome. A study with contrast-enhanced magnetic resonance imaging in symptomatic and asymptomatic patients. *Spine* 1995; 20:449-453.
138. Coskun E, Suzer T, Topuz O, Zencir M, Pakdemirli E, Tahta K. Relationships between epidural fibrosis, pain, disability, and psychological factors after lumbar disc surgery. *Euro Spine Journal* 2000; 9:218-223.
139. Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G. Recurrent Lumbar Disc Herniation After Conventional Discectomy: A Prospective, Randomized Study Comparing Full-endoscopic Interlaminar and Transforaminal Versus Microsurgical Revision. *Journal of Spinal Disorders & Techniques* 2009; 22:122-129.
140. German JW, Adamo MA, Hoppenot RG, Blossom JH, Nagle HA. Perioperative results following lumbar discectomy: comparison of minimally invasive discectomy and standard microdiscectomy. *Neurosurgical Focus* 2008; 25:E20.
141. Kaisorn LC, Debraj M, Owoicho A, Joseph SC, Matthew JM. Correlation of preoperative depression and somatic perception scales with postoperative disability and quality of life after lumbar discectomy. *Journal of Neurosurgery:Spine* 2011; 14:261–267.
142. Dvorak J, Valach L, Fuhrmann P, Heim E. The outcome of surgery for lumbar disc herniation. II. A 4-17 years' follow-up with emphasis on psychosocial aspects. *Spine (Phila Pa 1976)* 1988; 13:1423-1427.

БИОГРАФИЈА

Војин Ковачевић је рођен 21.03.1982. године у Крагујевцу. Основну школу и Прву крагујевачку гимназију је завршио у Крагујевцу.

Медицински факултет, Универзитета у Крагујевцу је уписао школске 2001/2002 године (основне студије медицине, доктор медицине), а на истом је дипломирао у фебруару 2008. године са просечном оценом 9,37.

Током основних студија више пута је био награђиван као један од најбољих студената на години студија и као један од најбољих апсолвентата генерације. Као студент демонстратор помагао је у извођењу наставе на предмету Клиничка биохемија током две школске године (2003/04 и 2004/05), а две године је био и председник Центра за научно-истраживачки рад студената. Учествовао је на више конгреса са националним и међународним значајем,

Почев од 01. јуна 2009. године је у сталном радном односу, као клинички лекар у Центру за неурохирургију, КЦ Крагујевац. Специјализацију из неурохирургије је започео октобра месеца 2012. године на Медицинском факултету, Универзитета у Београду, а исту је завршио са одличним успехом јуна месеца 2018. године.

Школске 2008/2009 године је уписао Докторске академске студије на Медицинском факултету, Универзитета у Крагујевцу.

Од школске 2011/12 је ангажован у извођењу наставе на Факултету медицинских наука, Универзитета у Крагујевцу на предмету Хирургија као сарадник у настави, а од марта 2014. године је у звању истраживач сарадник.

Члан је Удружења неурохирурга Србије и до сада је активно учествовао у организацији неколико националних и међународних конгреса неурохирурга.

Отац је двоје деце.

БИБЛИОГРАФИЈА

1. **Kovacevic V**, Jovanovic N, Miletic-Kovacevic M, Nikolic R, Peulic M, Rotim K, Sajko T, Rasulic L. Standard discectomy versus microdiscectomy, differences in clinical outcome and disc reherniation rate. *Acta clinica Croatica* 2017; 56(3):391-398. doi: 10.20471/acc.2017.56.03.05.
2. M. Peulic, **V. Kovacevic**, Marina Miletic Kovacevic, D. Grujicic. To wait for a spontaneous recovery of the third cranial nerve palsy occurring after the coiling of a PComA aneurysm or to implement surgical treatment? A case report. *Vojnosanit Pregl* 2017; 74(12):1183–1188. doi: 10.2298/VSP160317235P
3. Rasulić L, Savić A, Lepić M, Puzović V, Karaleić S, Kovačević V, Vitošević F, Samardžić. M. Epidemiological characteristics of surgically treated civilian traumatic brachial plexus injuries in Serbia. *Acta Neurochir (Wien)* 2018; 160(9):1837-1845. doi: 10.1007/s00701-018-3640-7.
4. Vladimir Jovanović, Lukas Rasulic, **Vojin Kovačević**, Aleksandar Janićijević, Filip Vitošević, Andrija Savić, Marko Đurović, Goran Tasic. Unruptured distal anterior cerebral artery mirror aneurysms associated with ruptured middle cerebral artery aneurysm: case report. *Vojnosanitetski pregled* 2018; DOI: <https://doi.org/10.2298/VSP171210119J>
5. Marko Petrovic, Marina Miletic Kovacevic, Nemanja Jovanovic, Radivoje Nikolic, Savo Raicevic, **Vojin Kovacevic**. Tanycytic ependymoma of the filum terminale region; a case report. *Serb J Exp Clin Res* 2017; 19:277-280.
6. Snezana Lukic, Milan Mijailovic, **Vojin Kovacevic**, Valentina Opancina. Evaluation of safety and successfulness of the coil embolization of intracranial aneurysms. *Serb J Exp Clin Res* 2017; 1-1. DOI: 10.1515/SJECR-2017-0030

7. Aleksandar Janicijevic, Anica Jevremovic, **Vojin Kovacevic**, Vuk Scepanovic, Ivan Bogdanovic, Nikola Repac, Igor Djoric, Goran Tasic. True aneurysm of temporal superficial artery arise spontaneously. Case report. Ser J Exp Clin Res 2017; 1-1. DOI: 10.1515/SJECR-2017-0037

ПРИЛОГ

8.1. КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАТИКА

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

Редни број:

РБ

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

Монографска публикација

ТД

Тип записа:

Текстуални штампани материјал

ТЗ

Врста рада:

Докторска дисертација

ВР

Аутор:

Војин Ковачевић

АУ

Ментор/коментор:

Проф. др Лукас Расулић

МН

Наслов рада:

Анализа разлика у клиничком току и исходу оперативног лечења пацијената оболелих услед лумбалне дискус херније након стандардне и микродисектомије

НР

Језик публикације: Српски (ћирилица)
ЈП

Језик извода: Српски/Енглески
ЈИ

Земља публикавања: Србија
ЗП

Уже географско подручје: Србија
УГП

Година: 2019.
ГО

Издавач: Ауторски репринт
ИЗ

Место и адреса: 34000 Крагујевац, Србија, Светозара Марковића 69
МС

Физичи опис рада: Дисертација има 108 страна, садржи 7 поглавља, 30 графикона, 12 табела, 18 слика и 142 референце
ФО

Научна област: Медицина

Научна дисциплина: Хирургија/Неурохирургија
ДИ

Предметна одредница/ кључне речи
ПО микродискектомија, стандардна дискектомија, исход лечења, реоперација

УДК

Чува се:

У Библиотеци Факултета медицинских наука у
Крагујевцу, 34000 Крагујевац, Србија, Светозара Марковића 69

ЧУ

Важна напомена:

МН

Извод:

ИД

Стандардна дискектомија (СД) је први пут употребљена у сврху лечења лумбалне дискус херније (ЛДХ) 1932. године, док је микродискектомија (МД) уведена у клиничку праксу крајем 70их година двадесетог века. У поређењу са СД, МД је омогућила бољу визуелизацију односа неуралних структура и патолошког супстрата уз значајно мању јатрогену трауму. Иако се по мишљењу бројних аутора МД сматра за златни стандард хируршког лечења ЛДХ, у свакодневној клиничкој пракси многих центара две хируршке методе имају равноправан статус. Циљ нашег истраживања је био да се упореде клинички ток, учесталост компликација и реоперација, као и крајњи функционални исход лечења након МД и СД. Главна питање нашег истраживања је било да ли је оправдано да два модалитета оперативног лечења у нашој клиничкој пракси буду равноправна. Истраживање је дизајнирано као клиничка опсервациона, нерандомизирана проспективна студија и њом је обухваћено 206 пацијената који су оперативно лечени услед ЛДХ на једном спиналном нивоу, током трогодишњег периода. За процену исхода лечења су коришћени упитници за пацијента који су били састављени из Oswestry Disability Index-а (ODI) и визуелно-аналогних (ВА) скала за бол. Као допуна студији спроведена је и ретроспективна анализа стопе рекурентне дискус херније која је захтевала реоперацију, која је обухватила 545 пацијената током деветогодишњег периода. Наши резултати су показали да је микродискектомија удружена са значајно нижом стопом реоперације, краћом хоспитализацијом и мањом постоперативном употребом аналгетика,

али и дужим временом трајања операције. Такође задовољство пацијената оперативним лечењем, на основу индекса задовољства, је било значајно боље након МД. Ипак функционални исход лечења и редукција болног синдрома (према ODI и ВА скалама) нису били повезани са избором хируршке методе. На позитиван исход операције су утицали и краће трајање преоперативних тегоба и преоперативна физикална терапија. Из добијених резултата се може закључити да треба дати предност МД у односу на СД, али и да је то метода која у складу са развојем рационалнијег здравственог система.

Датум прихватања теме од стране ННВ: 01.03.2017. године

ДП

Датум одбране:

ДО

Чланови комисије:

КО

1. Проф. др Петар Вулековић, редовни професор медицинског факултета Универзитета у Новом Саду, за ужу научну област Хирургија, председник;
2. Доц. др Катарина Илић-Парезановић, доцент Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу, за ужу научну област Физикална медицина и рехабилитација, члан;
3. Доц. др Александар Матић, доцент Факултета медицинских наука Универзитета у Крагујевцу, за ужу научну област Хирургија, члан.

8.2. KEY WORDS DOCUMENTATION

**UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC
FACULTY OF MEDICAL SCIENCES KRAGUJEVAC**

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Documentation type:

Monographic publication

DT

Type of record:

Textual printed material

TR

Contents code:

PhD thesis

CC

Author:

Vojin Kovacevic, MD

AU

Menthor/co-mentor

Prof. Lukas Rasulic, MD, PhD

MN

Title:

Analysis of differences in the clinical course and outcome of operative treatment after standard lumbar discectomy and microdiscectomy

TI

Language of text: Serbian (Cyrillic)

LT

Language of abstract: Serbian/English

Country of publication: Serbia

CP

Locality of publication: Serbia

LP

Publication year: 2019

PY

Publisher: Author reprint

PU

Publication place: 34000 Kragujevac, Serbia, Svetozara Markovica 69

Physical description

PD

Thesis contains 108 pages, 7 chapters, 30 graphs, 12 tables, 18 pictures, and 142 citations

Scientific field: Medicine

SF

Scientific discipline: Surgery/Neurosurgery

SD

Subject/key words: microdiscectomy, standard discectomy, clinical outcome, reoperation

SKW

UDC

Holding data: Library of Faculty of Medical Sciences, Kragujevac, 34000 Kragujevac, Serbia, Svetozara Markovica 69

Note:

N

Abstract:**AB**

Standard discectomy (SD) was first used for the treatment of lumbar disc herniation (LDH) in 1932, while microdiscectomy (MD) was introduced into clinical practice at the end of the 1970's. Compared to SD, MD has enabled better visualization of the relationship between neural structures and pathological substrate with significantly less iatrogenic trauma. Although MD is considered a gold standard for surgical treatment of LDH by many authors, the daily clinical practice of many centers shows that the two surgical methods have equal status. The aim of the study was to compare the clinical course, the frequency of complications and reoperations, and the ultimate functional outcome of treatment after MD and SD. The main issue of the research was is the equality of the two operative treatment modalities in our clinical practice justified. The study was designed as an observational clinical, non-randomized prospective study, encompassing 206 patients who were operatively treated for LDH at a single spinal level over the three-year period. For an outcome assessment, in patient questionnaires both the Oswestry Disability Index (ODI) and the Visual Analogue (VA) scales were used. In addition to the study, a retrospective analysis of the rate of recurrent disc herniation requiring reoperation was carried out. It included 545 patients during the nine-year period. The results have shown that microdiscectomy is associated with a significantly lower rate of reoperation, shorter hospitalization, reduced use of analgesics postoperatively, as well as an increased duration of operation. Also, based on satisfaction index, patient satisfaction with operative treatment was significantly higher after MD. However, the functional outcome of treatment and reduction of pain syndrome (according to ODI and VA scales) were not related to the choice of surgical method. The positive outcome of surgery was also affected by shorter duration of preoperative symptoms and preoperative physical therapy. According to the obtained results it can be concluded that MD should be given priority over SD, but also that it's a method in accordance with the development of a more efficient health care system.

Accepted by the Scientific Board on: 1st March 2017.**ASB****Defended on:**

DE

Thesis defended board

(Degree/name/surname/title/faculty)

DB

1. Full Professor, Petar Vuleković, MD, PhD, Professor of Surgery/Neurosurgery, School of Medicine, University of Novi Sad, president
2. Assistant professor, Katarina Ilic-Parezanovic, MD, PhD, Professor of Physical medicine and rehabilitation, Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac, member
3. Assistant professor, Aleksandar Matic, MD, PhD, Professor of Surgery/Orthopedics, Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac, member

ИЗЈАВА АУТОРА О ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ја, Војин Ковачевић, изјављујем да докторска дисертација под насловом:

Анализа разлика у клиничком току и исходу оперативног лечења
пацијената оболелих услед лумбалне дискус херније након стандардне и
микродискектомије

која је одбрањена на Факултету медицинских наука
Универзитета у Крагујевцу представља *оригинално ауторско дело* настало као резултат *сопственог истраживачког рада*.

Овом Изјавом такође потврђујем:

- да сам *једини аутор* наведене докторске дисертације,
- да у наведеној докторској дисертацији *нисам извршио/ла повреду* ауторског нити другог права интелектуалне својине других лица,
- да умножени примерак докторске дисертације у штампаној и електронској форми у чијем се прилогу налази ова Изјава садржи докторску дисертацију истоветну одбрањеној докторској дисертацији.

У Крагујевцу, 28.2.2019. године,

потпис аутора

ИЗЈАВА АУТОРА О ИСКОРИШЋАВАЊУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ја, Војин Ковачевић _____,

- ДОЗВОЉАВАМ
не дозвољавам
-

Универзитетској библиотеци у Крагујевцу да начини два трајна умножена примерка у електронској форми докторске дисертације под насловом:

Анализа разлика у клиничком току и исходу оперативног лечења

пацијената оболелих услед лумбалне дискус херније након стандардне и

микродискектомије

која је одбрањена на Факултету Медицинских наука

Универзитета у Крагујевцу, и то у целини, као и да по један примерак тако умножене докторске дисертације учини трајно доступним јавности путем дигиталног репозиторијума Универзитета у Крагујевцу и централног репозиторијума надлежног министарства, тако да припадници јавности могу начинити трајне умножене примерке у електронској форми наведене докторске дисертације путем *преузимања*.

Овом Изјавом такође

- ДОЗВОЉАВАМ
- не дозвољавам¹

¹ Уколико аутор изабере да не дозволи припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од *Creative Commons* лиценци, то не искључује право припадника јавности да наведену докторску дисертацију користе у складу са одредбама Закона о ауторском и сродним правима.

припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од следећих *Creative Commons* лиценци:

- 1) Ауторство
- 2) Ауторство - делити под истим условима
- 3) Ауторство - без прерада
- 4) Ауторство - некомерцијално
- 5) Ауторство - некомерцијално - делити под истим условима
- 6) Ауторство - некомерцијално - без прерада²

У Крагујевцу _____, 28.2.2019. године,

потпис аутора

² Молимо ауторе који су изабрали да дозволе припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од *Creative Commons* лиценци да заокруже једну од попуњених лиценци. Детаљан садржај наведених лиценци доступан је на: <http://creativecommons.org.rs/>

РАДОВИ КОЈИ СУ БИЛИ УСЛОВ ЗА ПРИЈАВУ ЗАВРШЕНЕ ДОКТОРСКЕ
ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. **Kovacevic V**, Jovanovic N, Miletic-Kovacevic M, Nikolic R, Peulic M, Rotim K, Sajko T, Rasulic L. Standard discectomy versus microdiscectomy, differences in clinical outcome and disc reherniation rate. *Acta clinica Croatica* 2017; 56(3):391-398. doi: 10.20471/acc.2017.56.03.05.
2. M. Peulic, **V. Kovacevic**, Marina Miletic Kovacevic, D. Grujicic. To wait for a spontaneous recovery of the third cranial nerve palsy occurring after the coiling of a PComA aneurysm or to implement surgical treatment? A case report. *Vojnosanit Pregl* 2017; 74(12):1183–1188. doi: 10.2298/VSP160317235P
3. Rasulić L, Savić A, Lepić M, Puzović V, Karaleić S, Kovačević V, Vitošević F, Samardžić M. Epidemiological characteristics of surgically treated civilian traumatic brachial plexus injuries in Serbia. *Acta Neurochir (Wien)* 2018; 160(9):1837-1845. doi: 10.1007/s00701-018-3640-7.
4. Vladimir Jovanović, Lukas Rasulic, **Vojin Kovačević**, Aleksandar Janićijević, Filip Vitošević, Andrija Savić, Marko Đurović, Goran Tasic. Unruptured distal anterior cerebral artery mirror aneurysms associated with ruptured middle cerebral artery aneurysm: case report. *Vojnosanitetski pregled* 2018; DOI: <https://doi.org/10.2298/VSP171210119J>
5. Marko Petrovic, Marina Miletic Kovacevic, Nemanja Jovanovic, Radivoje Nikolic, Savo Raicevic, **Vojin Kovacevic**. TANYCYTIC EPENDYMOMA OF THE FILUM TERMINALE REGION; A CASE REPORT. *Serb J Exp Clin Res* 2017; 19:277-280.

STANDARD LUMBAR DISCECTOMY *VERSUS* MICRODISCECTOMY – DIFFERENCES IN CLINICAL OUTCOME AND REOPERATION RATE

Vojin Kovačević^{1,2}, Nemanja Jovanović^{1,2}, Marina Miletić-Kovačević¹, Radivoje Nikolić^{1,2},
Miodrag Peulić^{1,2}, Křešimir Rotim^{3,4}, Tomislav Sajko^{3,4} and Lukas Rasulić^{5,6}

¹Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac; ²Center for Neurosurgery, Kragujevac Clinical Center, Kragujevac, Serbia; ³University of Applied Health Sciences, Zagreb, Croatia; ⁴Clinical Department of Neurosurgery, Sestre milosrdnice University Hospital, Zagreb, Croatia; ⁵School of Medicine, University of Belgrade; ⁶Clinical Department of Neurosurgery, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia

SUMMARY – Microdissectomy (MD) is accepted nowadays as the operative method of choice for lumbar disc herniation, but it is not rare for neurosurgeons to opt for standard discectomy (SD), which does not entail the use of operating microscope. In our study, differences in disc herniation recurrence and clinical outcome of surgical treatment of lumbar disc herniation with and without the use of operating microscope were assessed. Our study included 167 patients undergoing lumbar disc surgery during a three-year period (SD, n=111 and MD, n=56). Clinical outcome assessments were recorded by patients *via* questionnaire forms filled out by patients at three time points. Operation duration, length of hospital stay and revision surgeries were also recorded. According to study results, after one-year follow up there was no statistically significant difference between the SD and MD groups in functional outcome. However, we recorded a statistically significant difference in leg pain reduction in favor of the MD group. According to the frequency of reoperations with the mean follow up period of 33.4 months, there was a statistically significant difference in favor of the MD group (SD 6.3% *vs.* MD 3.2%). There appears to be no particular advantage of either technique in terms of functional outcome since both result in good overall outcome. However, we choose MD over SD because it includes significantly lower recurrent disc herniation rate and higher reduction of leg pain.

Key words: *Microdissectomy; Standard discectomy; Clinical outcome; Reoperation*

Introduction

Elective lumbar discectomy is regarded a good treatment option for lumbar disc herniation and one of the most common neurosurgical procedures. Discectomy is considered the gold standard in the treatment of lumbar disc herniation patients if sciatica or neurological deficits occur and still persist after a course of conservative therapy^{1,2}. In 1934, Mixter and Barr were

the first to recognize herniated disc as a common cause of neural compression in the lumbar spinal canal and advocated surgical approach to the problem³. Surgical approach, commonly known as standard discectomy, is still employed today, accompanied by a number of technical modifications implemented over years, and includes partial hemilaminectomy and partial discectomy for herniated disc removal. A new era in the operative management of lumbar disc herniation began in the year 1977 with the use of operating microscope for surgical removal of herniated disc material^{4,5}. Soon after the introduction of the above mentioned innovation, according to the first results, it was pointed out that microdissectomy was just as efficient as standard

Correspondence to: Prof. Lukas Rasulić, MD, PhD, Clinical Department of Neurosurgery, Clinical Center of Serbia, Dr Koste Todorovića 4, 11000 Belgrade, Serbia
E-mail: lukas.rasulic@gmail.com

Received September 1, 2016, accepted June 30, 2017

discectomy, having certain advantages over the latter⁶. Compared with the standard open discectomy, microdiscectomy enabled the use of smaller incisions of the skin and fascia and facilitated a less traumatic surgical procedure, thereby reducing postoperative pain and hospital stay.

Although microdiscectomy is accepted nowadays as the method of choice for the presenting pathology, it is not rare for neurosurgeons to opt for standard discectomy, which does not entail the use of operating microscope. Over the last two decades, several kinds of operative techniques have been generated in the treatment of lumbar disc herniation patients (chemonucleolysis, laser discectomy and endoscopic-assisted techniques), but they have not become widely accepted into clinical practice due to having a limited range of indications and often unsatisfactory clinical results⁷⁻⁹. The newer minimally invasive methods (microendoscopic or tubular discectomy), which appear to be generally accepted nowadays, have been proven to be a satisfactory alternative to microdiscectomy. The major advantages of endoscopic discectomy are reported to include significantly less muscle damage¹⁰ and less peridural scar tissue formation¹¹. However, there were no statistically significant differences in the final clinical treatment outcome¹².

Several retrospective¹³⁻¹⁵ and prospective^{16,17} randomized studies have been published so far, comparing the relative merits of microdiscectomy and standard discectomy, which imposes a general conclusion that there is no clinically relevant difference in the clinical treatment outcome even after continuous long-term monitoring of patients.

It is our belief that a drawback of prospective randomized studies is the fact that they are highly influencing the choice of surgical procedure performed by the individual surgeon because if the surgeon is not familiar with his/her own chosen method, its application can affect the final clinical treatment outcome. In addition, most of the studies are dedicated to the surgical aspects in the treatment of patients, including possible complications, surgery duration and hospital stay. Although pain assessment method is covered in numerous studies, there are quite a few studies that include patient self-rated outcome scale, which turns out to be essential in the clinical outcome assessment. Unlike most other studies, we included the problem of recurrent disc herniation that required reoperation.

Our study presents an attempt to make a multidimensional comparison between the course and outcome of surgical treatment of lumbar disc herniation with and without the use of operating microscope.

Patients and Methods

Our study was designed as a prospective non-randomized study and it included patients undergoing lumbar disc surgery during the three-year period at the Center for Neurosurgery, Kragujevac Clinical Center in Kragujevac, Republic of Serbia. Clinical outcome assessments were recorded by the patients *via* questionnaire forms filled out by the patients preoperatively, three months after surgery and properly conducted physical therapy program, and also one year after surgery. The questionnaires contained the following parameters: Visual Analog Scale (VAS, 0-10) used as a tool in quantifying patient experience of back and leg pain intensity and Oswestry Disability Index (ODI, 0-100% disability) used for assessment of disability and functional recovery in patient daily activities. The ODI is considered the 'gold standard' of low back functional outcome tools¹⁸. Operation duration, length of hospital stay and revision surgeries were also recorded.

The mean follow-up in terms of potential reoperation and other surgical complications in the postoperative period was 33.4 months.

The criteria for inclusion into the study were defined as: single level lumbar disc herniation; monoradicular symptoms with predominant sciatica compared to less severe lower back pain; conservative treatment failure or intolerable sciatica, or rapidly progressive neurological deficits (including motor deficits, bladder dysfunction, partial and complete cauda equina syndrome).

Exclusion criteria were defined as a history of previous lumbar back surgery; signs of spinal instability or other spinal abnormalities; excessive obesity; body mass index above 35¹⁹; and history of psychiatric or addiction and mental disorders.

Procedures were performed under general anesthesia and patients were placed in the genupectoral position. The affected interlaminar space was localized by lateral x-ray fluoroscopy just before and with confirmation during surgery. Microdiscectomy was performed after a horizontal skin incision of approximately 4-5 cm in length above the lumbar spinal seg-

ments and incision of lumbodorsal fascia and subperiosteal preparation to the interlaminar space. Using the operating microscope (Carl Zeiss Co., OPMI Vario/NC33, Oberkochen, Germany), the following aspects of the surgery were performed: partial hemilaminectomy of the superior and inferior lamina and partial flavectomy. After these aspects had been performed, the herniated disc was removed. In addition, all patients were mobilized during the first 24 hours after surgery.

The protocol of the present study was approved by the institutional ethics committee.

Data are presented as mean \pm standard deviation (SD) or median (range). For comparison of the two treatment modalities, the independent samples t-test was used for normally distributed data and the Mann-Whitney test for skewed data. The paired samples *t* test was used to test statistical difference between two time points within each procedure. The χ^2 -test was used to analyze the association between surgical group and reoperation rate. Statistical significance was accepted at the $p \leq 0.05$ level. Statistical data analyses were done using SPSS Statistics 22.

Results

During the study period, 223 patients diagnosed with lumbar disc herniation underwent surgery by

four experienced neurosurgeons. The study admission criteria were satisfied by 167 patients and at the same time they were available when requested to complete the questionnaires. Depending on the surgeon's preference, 111 patients underwent surgery by using the method of standard discectomy, that is, without using operative microscope, whereas 56 patients underwent surgery by the method of microdiscectomy. The standard discectomy group had 57 men and 54 women undergoing surgery, whereas the microdiscectomy group included 34 men and 22 women. The mean age of patients in the standard discectomy group (SD) and microdiscectomy group (MD) was 44.9 (range: 17-75) years and 44.8 (range: 19-67) years, respectively. The most common level of disc herniation was at the level of L5/S1 lumbar vertebrae in both groups (SD, $n=61$ and MD, $n=28$), and then at the level of L4/L5 (SD, $n=33$ and MD, $n=17$).

There were no statistically significant group differences in the operation duration or the length of hospital stay. In both groups, surgery was usually completed during the first hour from the beginning of operation, which was observed in 74.3% of SD cases and 68.7% of MD cases. The mean duration of hospital stay was 5.6 ± 2.8 (range: 3-9) days in the SD group and 6.7 ± 3.1 (range: 4-11) days in the MD group.

The mean preoperative ODI score in the SD group was 58.34 ± 21.32 (range: 23-94) and mean VAS leg

Table 1. Initial parameters and operation details

Variable	Standard discectomy group	Microdiscectomy group	p value
Number of patients	111	56	
Gender			
- male	57	34	
- female	54	22	
Patient age (years)	44.9 (17-75)	44.8 (19-67)	$p=0.95$
Operation duration (h)			
<1 h	74.3%	68.7%	$p=0.43$
>1 h	25.7%	31.3%	
Hospital stay (days)	5.6 ± 2.8	6.7 ± 3.1	$p=0.87$
Preoperative VAS leg pain	7.7 ± 1.9 (range: 2.5-9.2)	8.2 ± 2.1 (range: 2.3-9.6)	$p=0.26$
Preoperative VAS back pain	4.7 ± 2.2 (range: 1.8-6.5)	4.2 ± 1.9 (range: 1.5-6.2)	$p=0.33$
Preoperative ODI (%)	58.34 ± 21.32	55.1 ± 19.13	$p=0.7$

VAS = Visual Analog Scale; ODI = Oswestry Disability Index

Table 2. Clinical outcome 3 months after surgery

Variable	Standard discectomy group	Microdiscectomy group	p value
3-month postoperative VAS leg pain	3.0±2.5 (range: 0.5-7.5)	2.8±2.3 (range: 0-7)	p=0.69
3-month postoperative VAS back pain	2.1±2.2 (range: 1-5.2)	1.9±2.0 (range: 0-6.1)	p=0.89
3-month postoperative ODI (%)	25.67±18.43 (range: 4-63)	22.4±16.14 (range: 0-43)	p=0.7
VAS leg pain reduction after 3 months	4.7	5.4	p=0.08
VAS back pain reduction after 3 months	2.6	2.3	p=0.67
Reduction in ODI after 3 months	32.67	32.7	p=0.93

VAS = Visual Analog Scale; ODI = Oswestry Disability Index

pain level was 7.7±1.9 (range: 2.5-9.2). The mean preoperative ODI score in the MD group was 55.1±19.13 (range: 26-87) and mean VAS leg pain level was 8.2±2.1 (range: 2.3-9.6). Patients in the SD group had a baseline mean low back pain (LBP) score of 4.7±2.2 (range: 1.8-6.5), whereas patients in the MD group had a mean LBP score of 4.2±1.9 (range: 1.5-6.2). There was no statistically significant difference between the two groups according to these initial parameters (Table 1).

While completing the questionnaires for the second time at 3 months postoperatively, significant reduction was noted in the perceived pain score for leg pain and for LBP in both study groups. The mean VAS for leg pain in the SD group was 3.0±2.5 (range: 0.5-7.5), compared to 2.8±2.3 (range: 0-7) in the MD group. The mean VAS for LBP in the SD group was 2.1±2.2 (range: 1-5.2), compared to 1.9±2.0 (0-6.1) in the MD group. Also, a significant decrease in ODI values was observed: 25.67±18.43 (range: 4-63) in the SD group and 22.4±16.14 (range: 0-43) in the MD group. There was no statistically significant difference between the two groups in the monitored parameters after three months of surgery. There was no statistically significant difference in the reduction of ODI and VAS values for leg and back pain at three months either (Table 2).

At 12-month follow-up after operative treatment, the patients were requested to complete the questionnaires once again. Both groups showed a clinically im-

portant trend towards a decrease in the VAS of leg pain and ODI scores, whereas LBP values determined using the VAS scale demonstrated a minimum decrease compared to the previous examination. The SD patients displayed the mean leg pain level of 2.3±2.5 (range: 0-7.5), median back pain of 2±1.9 (range: 0-5.5) and ODI of 19.13±15.69 (range: 0-60). The MD patients had the mean leg pain of 1.9±2.5 (range: 0-7), median back pain of 1.60±2.0 (range: 0-6), and ODI of 14.65±13.2 (range: 0-32). At one-year follow-up, improvement of preoperative leg pain according to VAS was 5.4 (p<0.001) in SD patients and 6.3 (p<0.001) in MD patients.

Significant reduction in LBP intensity was noted as well. The corresponding values for LBP reduction were 2.7 in the SD group and 2.6 in the MD group. The preoperative mean ODI values after one year decreased by 39.21 in the SD group and by 40.45 in the MD group (p<0.001 both), yielding a statistically significant improvement in both groups. At one-year follow-up, there was no statistically significant difference between the SD and MD groups according to the reduction in VAS score for back pain or reduction in ODI values. However, we recorded significant difference in the leg pain reduction by VAS (p=0.038) in favor of the MD group (Table 3).

Of the 167 patients in the database with the mean follow-up of 33.4 months, nine (5.4%) patients underwent reoperation. In the SD group, seven (6.3%) patients underwent reoperation, whereas five (4.5%) pa-

Table 3. Clinical outcome 12 months after surgery and reoperation rate

Variable	Standard discectomy group	Microdiscectomy group	p value
12-month postoperative VAS leg pain	2.3±2.5 (range: 0-7.5)	1.9±2.5 (range: 0-7)	p=0.37
12-month postoperative VAS back pain (median)	2±1.9 (range: 0-5.5)	1.60±2 (range: 0-6)	p=0.23
12-month postoperative ODI (%)	19.13±15.69 (range: 0-60)	14.65±13.2 (range: 0-32)	p=0.19
VAS leg pain reduction after 12 months	5.4	6.3	p=0.038
VAS back pain reduction after 12 months	2.7	2.6	p=0.75
Reduction in ODI after 12 months	39.21 (p<0.001)	40.45 (p<0.001)	p=0.86
Reoperation rate (%)	5.4	3.2	p=0.0001

VAS = Visual Analog Scale; ODI = Oswestry Disability Index

tients underwent reoperation because of recurrent disc herniation. Due to postoperative recurrent radicular pain, two patients received the treatment of fibrous adhesions of spinal nerve roots caused by scar tissue formation. Of the 56 patients in the MD group, two (3.2%) patients underwent reoperation and one (1.78%) patient underwent reoperation because of recurrent disc herniation. According to the frequency of reoperations, there was a statistically significant difference in favor of the MD group ($p=0.0001$). The SD patients underwent reoperation at 6-28 (mean, 16.5) months after their first surgery.

Discussion

The present study sought to investigate differences in the functional outcome after lumbar disc excision with and without the use of microscope, and also to detect whether there were significant differences in terms of the pain syndrome reduction. If each group is assessed separately, both groups displayed significant improvement in terms of leg and low back pain intensity scores, showing good recovery according to the ODI. The only statistically significant difference noted between the two groups was reduction in the leg pain intensity score. Although no significant difference was noted at 3 months post-surgery, there was a statistically significant reduction in leg pain intensity at 12

months in the MD group (pain reduced by 6.3 points) compared to the SD group (pain reduced by 5.4 points). The verified difference could be attributed to the lower preoperative leg pain score in the SD group, which could be caused by better patient selection for operative treatment in the MD group.

Although we had expected better functional outcomes after surgical treatment in the MD group because they had the advantage of less tissue trauma and better visualization, no statistically significant differences were detected between the two groups in outcomes based on the results obtained by the ODI and VAS. Our starting hypothesis was not verified in the works of other authors either, who used various questionnaires for treatment outcome assessment^{14,16,24,25}. Most of the above mentioned studies share the same view related to the significant reduction in leg and low back pain intensity in both groups, completed with excellent functional recovery, but the overall results are not statistically and clinically significant. In addition, some segments of the studies show the authors' preference for one of the treatment modalities. However, their overall results are generally heterogeneous.

The main reason why our study differs from the majority of other studies is the follow-up of lumbar disc reherniation rate and the need for reoperation. The abovementioned studies do not give their views on recurrent lumbar disc herniation. Our study showed

that after microdiscectomy, there was a statistically less chance of reoperative treatment because of recurrent lumbar disc herniation or excessive fibrous traction of the dural sac and spinal roots. We attribute this result to better visualization of the neural structure and pathologic substrate, and their mutual relations. According to a few available studies on recurrent lumbar disc herniation, the reoperation rate is 6%-24% depending on the length of follow-up²⁰⁻²². Studies having similar length of follow-up just like ours are reported to have the reoperation rate of approximately 10%²³, which is a considerably higher rate compared to our study. However, it is not the difference related to the reoperation rate that proves the higher level of efficiency in lumbar disc herniation treatment (demonstrated by our own results), but the reasons for claiming this should be found in setting different indications for reoperation.

In the present study, the use of microscope did not lengthen the duration of the operation, although a higher percentage of the operation cases in the SD group lasted for less than one hour. The operating time varies in other studies depending on the use of microscope. Our results are in agreement with the findings of some earlier studies²⁶, some of which even report a shorter operation time when using the standard discectomy technique^{16,17,24}. However, there are only a few authors who came to the following conclusion and report a shorter operation time when using the microscope¹⁴. The operating time is an important factor to consider, especially the aspect of blood loss and intraoperative risk factors for surgical site infections. According to the findings of some studies, one of the benefits of microdiscectomy is a significantly decreased perioperative blood loss²⁶⁻²⁸. In terms of surgical data, considering the fact that the increased visualization allowed for smaller incisions of the skin and fascia, less tissue trauma and more efficient hemostasis are expected. However, bearing in mind that blood loss reported for standard discectomy does not affect the hemodynamic stability of the patient, the aforementioned surgical data cannot be taken as an essential factor for the choice of one of the surgical methods given. In addition, blood loss is directly proportionate to the length of operation duration, which is frequently dependent on the individual surgeon's skills *per se*, and not so much on the operating method preferred.

Our study concurs with the recently published results^{16,25,26}, which demonstrated that both standard

discectomy and microdiscectomy were appropriate techniques with no difference in outcomes. However, studies concerned with patient earlier return to work/normal activities are reported to choose microdiscectomy over standard discectomy^{24,28}. These results were explained by the correspondingly reduced tissue trauma during microsurgery. However, the results given should not be fully taken into consideration because they are strongly influenced by differences in the worker compensation policies in different countries worldwide.

As regards the length of hospital stay, there was no clinically relevant difference between the two groups in our study. There are some studies favoring microdiscectomy^{16,27,28}, but also there are other studies supporting the results obtained in our study²⁶. However, this variable, too, is often dependent on the factors other than the medical ones, such as healthcare policies and insurance systems in a particular country.

When making comparison between our study and a number of similar studies in this respect, some studies are reported to have the following drawbacks: retrospective character²⁸, and the fact that there is only one surgeon and patients randomized to treatment by using one of the aforementioned methods^{13,16}. If the validity of our study is subject to discussion, it is our belief that its main advantages were related to the fact that the surgeon was enabled to implement a familiar technique and relatively uniform indications for surgery. In addition, in our study, patients were not randomized to treatment by the use of specific modality, but it was the surgeon who made final choice in the way that best served the patients' interests, and the choice itself was related to the adequate treatment modality, depending on the pathology-based substrate. Apart from the patient inclusion criteria for the study, the approximate mean initial VAS and ODI values provide similar indications for surgery. The similarity of frequency of disc herniation level, gender distribution and mean age in both groups additionally demonstrate the level of compatibility between the two patient groups. Finally, although the two group sizes were different, the MD group size (56 patients) was still large enough to give the study sufficient power to reach appropriate conclusions.

We have come to a conclusion that in terms of patient-rated outcomes, there appears to be no particular advantage of either technique for the operative treat-

ment since they both result in good overall outcome. In addition, there was no significant difference in the overall functional outcome after standard discectomy and microdiscectomy procedures. Bearing in mind the results obtained, along with a constant tendency in spine surgery towards developing minimally invasive techniques, an important concern has been raised regarding the justification of financing a plethora of the above mentioned tools for minimally invasive spinal surgery. Good overall long-term functional outcome in both groups imposes a conclusion that the surgeon should make decision to use a specific operative technique relating to whether he/she is adept in his/her own chosen method. However, we choose microdiscectomy over standard discectomy because it includes a significantly lower recurrent disc herniation rate and higher reduction of leg pain, as observed in the present study. In addition, one of the most obvious advantages of microdiscectomy is its superiority in teaching younger colleagues, for it provides a brief overview of insights into the neuroanatomy and pathologic substrate, which is not always possible to achieve when it comes to standard discectomy.

References

- Gibson JN, Waddell AG. Surgical interventions for lumbar disc prolapse: updated Cochrane Review. *Spine*. 2007;32-16:1735-47. <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0b013e3180bc2431>
- Peul WC, van Houwelingen HC, van den Hout WB, Brand R, Eekhof JA, Tans JT, Thomeer RT, Koes BW. Surgery *versus* prolonged conservative treatment for sciatica. *N Engl J Med*. 2007;356:2245-56. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa064039>
- Mixter WJ, Barr JS. Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *N Engl J Med*. 1934;211:210-25. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM193408022110506>
- Caspar W. A new surgical procedure for lumbar disc herniation causing less tissue damage through a microsurgical approach. *Adv Neurosurg*. 1977;4:74-80. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-66578-3_15
- Yasargil MG. Microsurgical operation for herniated disc. *Adv Neurosurg*. 1977;4:81. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-66578-3_16
- Williams RW. Microlumbar discectomy: a conservative surgical approach to the virgin herniated lumbar disc. *Spine*. 1978;3-2:175-82.
- Day AL, Savage DF, Friedman WA, Sybert GW. Chemonucleolysis *versus* open discectomy: the case against chymopapain. *Clin Neurosurg*. 1986;33:385-96.
- Schenk B, Brouwer PA, Peul WC, van Buchem MA. Percutaneous laser disk decompression: a review of the literature. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006;27:232-5.
- Schreiber A, Suezawa Y. Transdiscoscopic percutaneous nucleotomy in disk herniation. *Orthop Rev*. 1986;15:35-8.
- Shin DA, Kim KN, Shin HC, Yoon DH. The efficacy of microendoscopic discectomy in reducing iatrogenic muscle injury. *J Neurosurg Spine*. 2008;8-1:39-43. <http://dx.doi.org/10.3171/SPI-08/01/039>
- Gempt J, Jonek M, Ringel F, Preuß A, Wolf P, Ryang Y. Long-term follow-up of standard microdiscectomy *versus* minimal access surgery for lumbar disc herniations. *Acta Neurochir*. 2013;155:2333-8. <http://dx.doi.org/10.1007/s00701-013-1901-z>
- Arts MP, Brand R, van den Akker ME, Koes BW, Bartels RH, Tan WF, Peul WC. Tubular discectomy *versus* conventional microdiscectomy for the treatment of lumbar disc herniation: two-year results of a double-blind randomised controlled trial. *Neurosurgery*. 2011;69:135-44. <http://dx.doi.org/10.1227/NEU.0b013e318214a98c>
- Andrew DW, Lavyne MH. Retrospective analysis of microsurgical and standard lumbar discectomy. *Spine*. 1990;15:329-35.
- Barrios C, Ahmed M, Arroategui J, Bjornsson A, Gillstrom P. Microsurgery *versus* standard removal of the herniated lumbar disc. A3-year comparison in 150 cases. *Acta Orthop Scand*. 1990;61:399-403.
- Sachdev VP. Lumbar discectomy under the operating microscope. *Mt Sinai J Med*. 1991;58:147-9.
- Katayama Y, Matsuyama Y, Yoshihara H, Sakai Y, Nakamura H, Nakashima S, Ito Z, Ishiguro N. Comparison of surgical outcomes between macrodiscectomy and microdiscectomy for lumbar disc herniation: a prospective randomized study with surgery performed by the same spine surgeon. *J Spinal Disord Tech*. 2006;19:344-7. <http://dx.doi.org/10.1097/01.bsd.0000211201.93125.1c>
- Henriksen L, Schmidt K, Eskesen V, Jantzen E. A controlled study of microsurgical *versus* standard lumbar discectomy. *Br J Neurosurg*. 1996;10:289-93.
- Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine*. 2000;25-22:2940-52.
- Meredith DS, Huang RC, Nguyen J, Lyman S. Obesity increases the risk of recurrent herniated nucleus pulposus after lumbar microdiscectomy. *Spine J*. 2010;10-7:575-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2010.02.021>
- Kim Min Seok, Park Kun-Woo, Hwang Changju, Lee Young-Kyun, Koo Ki Hyoung, Chang Bong-Soon, Lee Choon-Ki, Lee Dong-Ho. Recurrence rate of lumbar disc herniation after open discectomy in active young men. *Spine*. 2009;34-1:24-9. <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0b013e31818f9116>
- Thomé C, Barth M, Scharf J, Schmiedek P. Outcome after lumbar sequestrectomy compared with microdiscectomy: a prospective randomized study. *J Neurosurg Spine*. 2005;2-3:271-8. <http://dx.doi.org/10.3171/spi.2005.2.3.0271>

22. Vukas D, Ledić D, Grahovac G, Kolić Z, Rotim K, Vilendečić M. Clinical outcomes in patients after lumbar disk surgery with annular reinforcement device: two-year follow up. *Acta Clin Croat.* 2013;52-1:87-91.
23. Kim, Chi Heon; Chung, Chun Kee; Park, ChoonSeon; Choi, Boram; Kim, Min Jung; Park, ByungJoo. Reoperation rate after surgery for lumbar herniated intervertebral disc disease: Nationwide Cohort Study. *Spine.* 2013;38-7:581-90. <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0b013e318274f9a7>
24. Tureyen K. One-level one-sided lumbar disc surgery with and without microscopic assistance: 1-year outcome in 114 consecutive patients. *J Neurosurg.* 2003;99:247-50.
25. Veresciagina K, Spakauskas B, Vytautas Ambrozaitis K. Clinical outcomes of patients with lumbar disc herniation, selected for one-level open-discectomy and microdiscectomy. *Eur Spine J.* 2010;19-9:1450-8. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-010-1431-9>
26. Porchet F, Bartanusz V, Kleinstueck FS, Lattig F, Jeszenszky D, Grob D, Mannion AF. Microdiscectomy compared with standard discectomy: an old problem revisited with new outcome measures within the framework of a spine surgical registry. *Eur Spine J.* 2009;18(Suppl3):S360-6. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-009-0917-9>
27. Kahanovitz N, Viola K, Muculloch J. Limited surgical discectomy and microdiscectomy: a clinical comparison. *Spine.* 1989;14-1:79-81.
28. Wolfhard C, Campbell B, Barbier D, Kretschmmer R, Yechiel G. The Caspar microsurgical discectomy and comparison with a conventional standard lumbar disc procedure. *Neurosurgery.* 1991;28-1:78-86.

Sažetak

STANDARDNA LUMBALNA DISKEKTOMIJA NASUPROT MIKRODISKEKTOMIJI
– RAZLIKE U ISHODU LIJEČENJA I STOPI REOPERACIJE

V. Kovačević, N. Jovanović, M. Miletić-Kovačević, R. Nikolić, M. Peulić, K. Rotim, T. Sajko i L. Rasulić

Mikrodiskektomija (MD) je danas prihvaćena kao operativna metoda izbora u liječenju lumbalne diskus hernije, ali se neurokirurzi nerijetko odlučuju za standardnu diskektomiju (SD) koja ne podrazumijeva upotrebu operativnog mikroskopa. U našoj studiji smo nastojali uočiti razlike vezano za rekurentnu diskus herniju i funkcionalni ishod kirurškog liječenja lumbalne diskus hernije uz uporabu operativnog mikroskopa i bez nje. Naša studija je uključila 167 bolesnika koji su podvrgnuti operaciji lumbalne diskus hernije tijekom trogodišnjeg razdoblja (SD, n=111 i MD, n=56). Ishod liječenja procjenjivao se pomoću upitnika koji su bolesnici ispunjavali u tri vremenske točke. Vrijeme trajanja operacije, dužina hospitalizacije i reoperacije su također bilježeni. Nakon godinu dana praćenja prema našim rezultatima nije bilo statistički značajne razlike između skupina SD i MD u funkcionalnom ishodu liječenja, ali je zabilježena statistički značajna razlika u smanjenju boli u nozi u korist skupine MD. Prema učestalosti reoperacija s prosječnim razdobljem praćenja od 33,4 mjeseca, utvrđena je statistički značajna razlika u korist skupine MD (SD, 6,3% i MD, 3,2%). Nijednoj operativnoj tehnici ne može se dati prednost u smislu funkcionalnog ishoda liječenja, jer obje daju odlične rezultate. Ipak, naš izbor je mikrodiskektomija zbog niže stope rekurentne diskus hernije i višeg stupnja smanjenja boli u nozi.

Ključne riječi: *Mikrodiskektomija; Standardna diskektomija; Ishod liječenja; Reoperacija*



To wait for a spontaneous recovery of the third cranial nerve palsy occurring after the coiling of a PComA aneurysm or to implement surgical treatment? – A case report.

Da li treba čekati spontani oporavak slabosti trećeg kranijalnog nerva nastale nakon koilinga PComA aneurizme ili sprovesti operativno lečenje?

¹Miodrag Peulić*[†], ¹Vojin Kovačević*[†], Marina Miletić Kovačević^{†‡},
Danica Grujičić^{§||}

Clinical Center Kragujevac, *Center for Neurosurgery, Kragujevac, Serbia; University of Kragujevac, Faculty of Medical Sciences, [†]Department of Surgery, [‡]Department of Histology and Embriology, Kragujevac, Serbia; Clinical Center of Serbia, [§]Clinic for Neurosurgery, Belgrade, Serbia; University of Belgrade, ^{||}Faculty of Medicine, Belgrade, Serbia

Abstract

Introduction. In the last two decades a method of endovascular embolization has been imposed as a method of choice in the treatment of unruptured intracranial aneurysms. Therefore, the problem of treating posterior communicating artery (PComA) aneurysms presenting with the third cranial nerve (TCN) palsy has become even more complex. The case of a patient reported in the paper itself has presented a dilemma of whether to wait for spontaneous resolution of ophthalmoplegia developed after the coiling of a PComA aneurysm or whether to implement an early surgical treatment. **Case report.** An unruptured saccular aneurysm, directed inferolaterally in the right internal carotid artery (ICA) segment in the position of the PcomA origin, was diagnosed in a 58-year-old male patient. The aneurysm was measuring 9 mm in diameter while the neck was measuring 5 mm. The day before the planned embolization, the patient developed ipsilateral ophthalmoparesis, whereas the first day after the endovascular procedure was completed, the patient developed right-sided complete ophthalmoplegia. Ten weeks after the endovascular embolization our team decided to perform a microsurgical treatment including aneurysm clipping and coil extraction. Eighteen

months after the surgery, the patient made a full recovery of the functions of *musculus (m) levator palpebrae*, *m. rectus medialis* and pupillary function, with a partial recovery of the functions of *m. obliquus inferior*, *m. rectus inferior* and *m. rectus superior*. **Conclusion.** According to medical research and literature, the partial recovery of the TCN palsy is expected to happen in the first few weeks after embolization. Despite the completion of endovascular treatment progression of ophthalmoparesis to ophthalmoplegia without any symptoms of clinical improvement after 10 weeks is considered to be an indicator of long-standing TCN compression, which can lead to irreversible nerve damage. Despite the increase in the use of an endovascular embolization method in the treatment of PComA aneurysms preceded by the TCN palsy, neurosurgical treatment is believed to have been necessary. Still, there is one question left to be answered - did we react too late in this particular case?

Key words: intracranial aneurysm; oculomotor nerve; embolization, therapeutic; neurosurgical procedures; ophthalmoplegia; recovery of function.

Apstrakt

Uvod. U poslednje dve decenije metoda endovaskularne embolizacije nametnula se kao metoda izbora u lečenju nerupturiranih intrakranijalnih aneurizmi. Stoga je problem lečenja aneurizmi u regiji zadnje komunikativne arterije (PComA), udružene sa slabošću trećeg kranijalnog nerva (TKN), postao još kompleksniji. Slučaj bolesnika prikazanog u ovom radu stvorio je dilemu da li treba čekati spontani oporavak oftalmoplegije koja je nastala nakon embolizacije aneurizme na PComA ili je potrebno

sprovesti rano operativno lečenje? **Prikaz bolesnika.** Kod bolesnika muškog pola životne dobi od 58 godina dijagnostikovana je nerupturirana inferolateralno orijentisana bilobarna aneurizma na desnoj unutrašnjoj karotidnoj arteriji – *arteria carotis interna* (ACI) u regiji ishodišta PComA, dijametra 9 mm i širine vrata 6 mm. Dan pre planirane embolizacije kod bolesnika se javila ipsilateralna oftalmopareza, a prvog dana nakon endovaskularne procedure došlo je do razvoja kompletne desnostrane oftalmoplegije. Nakon 10 nedelja perzistentne oftalmoplegije doneli smo odluku da se sprovede operativno lečenje u vidu

Correspondence to: Vojin Kovačević, Clinical Center Kragujevac, Center for Neurosurgery, Zmaj Jovina 30, 34 000 Kragujevac, Serbia.
E-mail: vojink@gmail.com

¹ Equal first authors

klipsovanja aneurizme i ekstrakcije koilova. Nakon 18 meseci od operacije došlo je do potpunog oporavka funkcije *musculus* (*m. levator palpebrae*, *m. rectus medialis* i pupilarne funkcije, sa parcijalnim oporavkom funkcije *m. obliquus inferior*, *m. rectus inferior* i *m. rectus superior*. **Zaključak.** Prema literaturi, očekivano vreme, barem delimičnog oporavka TKN nakon embolizacije je tokom prvih nekoliko nedelja. Progresija oftalmopareze u oftalmoplegiju uprkos sprovedenom endovaskularnom lečenju, a bez kliničkog poboljšanja nakon 10 nedelja od sprovođenja istog, shvaćena je kao indikator izražene kompresije TKN koja bi mogla dovesti do irev-

erezibilnog oštećenja nerva. Uprkos sve većoj učestalosti metode endovaskularne embolizacije u lečenju aneurizmi u regiji PComA koje su praćene preoperativnom slabošću TKN, smatramo da je operativno lečenje bilo neophodno. Ostaje pitanje da li je naša reakcija u ovom slučaju zakasnila?

Ključne reči:

aneurizma, intrakranijalna; n. oculomotorius, embolizacija, terapijska; neurohirurške procedure; oftalmoplegija; funkcija, povratak.

Introduction

The question of an effective treatment alternative of unruptured intracranial aneurysms poses a particular problem encountered by neurosurgeons, especially nowadays when the detection rate of aneurysms during routine neurodiagnostic examinations has been increased¹. Particular neurosurgical approaches have always been required for the treatment of posterior communicating artery (PComA) aneurysms. These aneurysms reported to occur in 13–30% of all cases cause the third cranial nerve (TCN) palsy². Therefore, even before the era of 'high definition' neuroimaging, aneurysms was detected prior to the occurrence of spontaneous subarachnoid hemorrhage due to aneurysmal rupture. The clinical presentation of unruptured PComA aneurysms includes symptoms associated not only with the TCN palsy, but also with retrobulbar pain³. Considering the wide use of endovascular coil embolization to treat unruptured intracranial aneurysms⁴, particularly in the last decade, the problem regarding optimum management of unruptured PComA aneurysm became even more complex.

Possible mechanisms for the occurrence of the TCN palsy caused by a PComA aneurysm are the following: aneurysm induced mass effect and consequent compression of neighboring nerve, pulsatile effects of aneurysm and the combination of the latter two mechanisms. Coiling of PComA aneurysms was considered to affect the compression effect on the TCN, and aneurysms in this region were believed to require surgical treatment. However, in the past few years there was an increasing number of reports speaking in favour of complete symptomatic recovery or partial relief of the TCN after coil embolization⁵⁻⁷.

Also, they referred to the fact that no significant differences were recognized in the clinical outcome observed while following treatment compared with surgical clipping aneurysms⁸⁻¹⁰.

The patient's case presented in our paper has initiated a dilemma of whether to wait for a spontaneous recovery of the TCN palsy which progression is observed immediately after endovascular coiling of an unruptured PComA aneurysm. Once more, the reported case put an emphasis upon the complexity of pathology manifested within the case itself along with the emergence of taking a patient-centred approach which should be tailored to each individual. Other possible complications relating to the management of a PComA aneurysm have also been discussed within the paper itself.

Case report

A 58-year-old male patient was admitted to the outpatient clinic of the Department of Neurology because of repeated episodes of right-sided headaches followed by ipsilateral retrobulbar pain. The computed tomography (CT) scan of endocranium revealed no evidence of intracranial hemorrhage or any other pathological lesions. During the further course of examination, magnetic resonance (MR) angiography was performed, complete with the digital subtraction angiography (DSA) study. With 3D DSA of the cerebral vessels, an unruptured aneurysm was recognized (Figure 1A). It revealed a bilobed saccular aneurysm of the right internal carotid artery (ICA) proximal to the PComA origin, directed inferolaterally. A diameter of the aneurysm sac was 9 mm, with a proximal neck diameter of 6 mm and

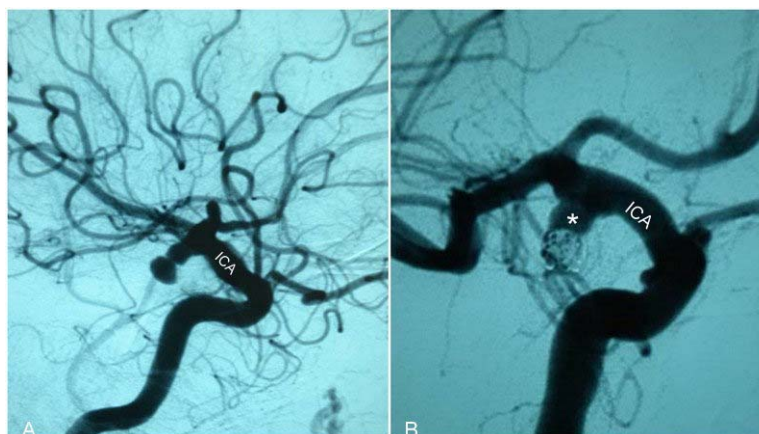


Fig. 1 – Preoperative cerebral digital subtraction angiography (DSA) shows: A) bilobed saccular aneurysm of posterolateral wall of the internal carotid artery (ICA), communicating segment, aneurysmal sac was measuring 9 mm in diameter while the neck was measuring 6 mm in diameter, with a fundus which was directed inferolaterally; B) DSA immediately after coil endovascular embolization shows that approximately 75% of the total aneurysm sac volume was filled (arrow), with a neck residue (asterisk).

a dome-to-neck ratio of 1.5. Endovascular coil embolization was recommended as an initial treatment. It was also planned along additional placement of a stent for the finally recovery of aneurysm.

The day before the scheduled endovascular embolization the patient developed a TCN palsy causing ptosis which was accompanied by lateral deviation in the right eyeball. Although it was followed by ophthalmoparesis, the procedure of endovascular embolization (EE) was administered in order to relieve compression of TCN by relieving pulsating effect of the aneurysm.

The EE was performed and after treating the intracranial wide-necked aneurysm, approximately 75% of the total aneurysm sac volume was filled, which was revealed by the immediate postprocedural DSA images (Figure 1B). However, in the immediate postprocedural course the patient developed right-sided ophthalmoplegia, including drooping of the upper eyelid (ptosis), pupillary dilation (mydriasis) and paralysis of the bulbomotor muscles innervated by TCN.

Eight weeks after procedure there was no regression of neurological deficit. Taking into consideration that it was not possible to completely fill the aneurysm and that in the postprocedural course the patient exhibited the progression to complete ophthalmoplegia, our clinical team decided to perform neurosurgical operative treatment 10 weeks after the endovascular embolization.

After the right-sided pterional craniotomy, due to the level of magnification increased by an operating microscope it was enabled to present the right *nervus (n) opticus* and right ICA in the first place. In a microdissection procedure a wide-necked aneurysm was first identified on the posterolateral wall of the ICA proximal to the PComA origin, with a fundus which was directed inferolaterally, causing compression of the TCN (Figure 2A). *N. oculomotorius* presented a flatter surface, while the fundus caused its slightly elevated prominence and convex outer surface. The two clips were placed across the neck of the aneurysm – a slightly curved clip, measuring 9 mm and the straight one, measuring 8.3 mm (Figure 2B). Then, microdissection of the aneurysm fundus was carried out. Using the microscissors, the fundus was cut sharply and the placed

coils were gradually removed (Figure 2C and 2D). The TCN compression was relieved completely, but nerve was bent and arch-shaped and it was made thinner.

In the early postoperative period after surgery the patient awoke with right ophthalmoplegia. Immediate postoperative angiography showed the absence of aneurysm rest (Figure 3).



Fig. 3 – Immediate postoperative cerebral digital subtraction angiography shows complete obliteration of the aneurysm.

The postoperative course was uneventful. Examination performed two months after surgery revealed regression rate of neurological deficit. The patient had a full recovery, with resolution of the eyelid ptosis first, which was followed by the recovery of external ocular movement and then improvement in pupillary function. Follow-up data concerning the patient's neurological state were collected during a six-month period. Eighteen months after the surgery the patient had a full

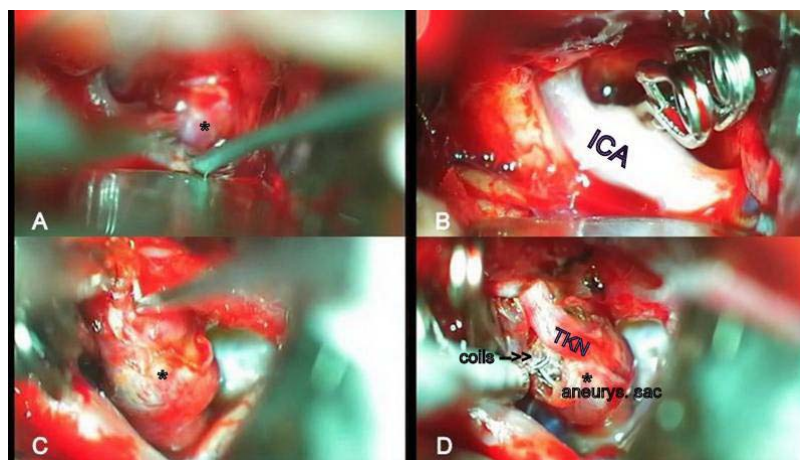


Fig. 2 – Intraoperative images under magnification ($\times 8$) of an operating microscope show: A) microdissection of an aneurysmal sac (asterisk); B) by placing two clips at aneurysmal neck which is at posterolateral wall of internal carotid artery (ICA) followed by the (C) aneurysmal sac opening and (D) removing of coils from aneurysmal sac with third cranial nerve (TKN) decompression.

recovery of the functions of *m. levator palpebrae*, *m. rectus medialis* and pupil function. It also demonstrated that the patient had a partial recovery of the functions of *m. obliquus inferior*, *m. rectus inferior* and *m. rectus superior*.

Discussion

Although it can be stated that the adequate management of unruptured intracranial aneurysms is still one of the most controversial topics¹¹, unruptured PComA aneurysms, presenting with TCN palsy, require urgent treatment to maximize the potential of functional recovery and prevent subarachnoid hemorrhage¹². A surgical procedure of aneurysm clipping used to be a method applied in a standard treatment of TCN palsy caused by an expanding PComA aneurysm¹³. Also, the mechanism of recovery by surgical clipping was known to be effective by relieving the mass effect. As the method of endovascular embolization has been more widely used over time, more cases have been reported along with a minor case series of patients who have made a functional recovery of TCN after coiling of an PComA aneurysm⁵⁻⁷. Recovery mechanism of TCN following coil embolization is related to loss or decrease of aneurysmal pulsation, despite the fact that the mass effect was not completely relieved. There is also evidence indicating that after embolization the aneurysm volume decreases by 30% within the period lasting from 2 to 12 months¹⁴.

Although some studies suggested that surgical clipping was associated with a higher incidence of recovery of TCN and higher recovery level in comparison with endovascular treatment¹⁵, meta-analysis of all similar available studies showed that there were no statistically significant differences in clinical outcome and rate of complete recovery between the two groups of patients following coil embolization and surgical clipping^{9,10}. The findings suggested that oculomotor nerve palsy may result not only from mechanical compression by coils but also from inflammation induced by perpendicular thrombosis occurring immediately after endosaccular embolization¹¹.

The prognosis of the TCN palsy mainly depends on the degree of preoperative deficit. Gender, age and size of the aneurysm had no influence on the functional recovery of the nerve^{6,7,10,16,17}. The importance of interval between the onset of palsy and the time of operation/embolisation seems to be contradictory when compared to the recovery of the nerve according to the results obtained by various authors^{7,12}. Patients usually experienced complete functional recovery of TCN within 3 months of surgery/embolization. However, full recovery may also take two years.^{6,7,17}

Ptosis is generally the first symptom, and it frequently shows the earliest recovery of all other disturbed oculomotor functions after surgery. The restitution of the single ocular muscle functions shows a fairly constant course: the *musculus (m) levator palpebrae* and the *m. rectus medialis* show rapid recovery. The parasympathetic fibres follow next, but normal function of elevation and depression of the ocular bulb (*m. rectus sup.*, *m. obliquus inf.* and *m. rectus inferior*) is often delayed. The above mentioned clinical course of the

TCN recovery in patients after clipping completely correlates with the clinical data of the patient reported here, regarding his/her functional recovery¹³.

Endovascular embolization of PComA aneurysms imposes a problem of anatomical specificity of the location of an aneurysm, based on which the following types of aneurysms can be identified: „true PComA aneurysms”, aneurysms which arise on the posterolateral wall of the ICA located proximal to the origin of the PComA and ICA communicating segment aneurysms distal to the origin of the PComA¹⁸. In the first aneurysmal type neck of the aneurysm originate of the PCom artery itself and is often associated with large or fetal PComA arteries. In the most common second type the neck of the aneurysm can partially incorporate the PComA artery⁹, which was not present in our reported patient, although the aneurysm neck was closely related to the PComA origin. Although it is a seemingly irrelevant classification of a small segment of blood vessels at the base of the brain, its significance is highlighted in the era of endovascular embolization. As for recommendations given for the first two aforementioned subgroups of aneurysms, microsurgical treatment performed by placing adequately modified clips is being recommended. Endovascular embolization of the mentioned aneurysms is often incomplete due to the efforts invested in order to save the PComA origin. This is followed by aneurysm recurrence, while stent placement may compromise perforant branches. The location of the branches cannot be determined without performing neurosurgical microdissection. ICA communicating segment aneurysms distal to the origin of the PComA can be adequately treated by microsurgical treatment and endovascular embolization¹⁸.

An increasing number of aneurysms demanding operative treatment immediately after the performed procedure of endovascular embolization, has been reported in the past few years. In our viewpoint, it is a result of inadequate diagnostic indications for aneurysm coiling procedures. Based on the literature, the most common indications for an operative treatment of previously coiled aneurysms were the following: incomplete aneurysm occlusion, aneurysmal regrowth and coil herniation¹⁹. A few case series of patients demonstrated that microsurgical treatment of the given aneurysms was associated with a low incidence of serious complications and favourable clinical outcome in most cases. When reviewing the mass effect of an aneurysm, numerous authors consider utilizing a aneurysmal sac evacuation technique to be their first choice regardless of the aneurysm location and nerve deficits it causes²⁰. Taking into consideration all the available literature, we have not been able to identify a case of microsurgical treatment of a PComA aneurysm where ophthalmoparesis progressed to acute TCN palsy immediately following the coiling procedure.

Due to all mentioned above, we are facing the following clinical dilemma: to wait for a spontaneous recovery of developed ophthalmoplegia after the coiling of a PcomA aneurysm, or not, and how long we should wait. In addition, is it necessary for patients to undergo operative treatment as soon as possible? Or, to rephrase our question: can our patient's state be led to the point of the irreversible TCN

damage by taking an expectation approach? The literature published so far has not given clear guidelines related to a reasonable time frame to expect the recovery of the nerve after endovascular embolization. Although it has been noticed that the recovery of the TCN palsy can take even a whole year after the embolization was performed, it is all about cases where initial regression of weakness symptoms has appeared in the first few weeks after the intervention^{6,7}. Taking into consideration all the findings revealed up to this point, we believed that concerning our patient's case we had run out of time and that microsurgical intervention was necessary. The progression of ophthalmoparesis to ophthalmoplegia that did not improve within ten weeks, was considered in our opinion to be an indicator of long-standing compression of the TCN. In the following postembolization course, it could lead to the irreversible TCN damage. Having completed further analyses of the clinical course and intraoperative findings, we concluded that the right decision, related to the further patient's treatment was made at the given moment. The decision was made for the purpose of prevention of permanent nerve deficit. Still, one question remains to be answered - did we react in a timely manner? Additionally, is the progression of ophthalmoparesis to ophthalmoplegia after coiling considered to be an early predictor of unfavourable outcome of the recovery of TCN which demands operative treatment in the first few days? All the additional questions that may arise concerning the given topic remain unanswered for the state being due to the lack of reported ca-

ses of patients with the clinical course similar to the one presented in our case report.

Conclusion

Despite the increasing frequency of use of endovascular embolization in the treatment of unruptured PComA aneurysms presenting with the TCN palsy, it is our viewpoint that concerning the cases with weakness showing marked progression towards complete ophthalmoplegia after EE is performed – the patients are required to undergo surgery. The surgery is to be performed by placing a clip over the neck of an aneurysm and by the use of the technique of coil extraction in order to decompress the oculomotor nerve. Simultaneously, it is necessary to take into account the time factor, because the acute complete ophthalmoplegia occurring after the coiling of a PComA aneurysm should be taken as an indicator of a predominantly expressed compression of the TCN. The compression may lead to irreversible nerve damage, resulting in permanent nerve deficit. In the case of the aforementioned clinical course microsurgical procedure is advised, by means of which the aneurysm mass effect could be relieved. Unfortunately, based on our own experience and the given literature, we have to state that nothing can be said about the period of time recommended for the patient to undergo surgery which is considered to be more invasive treatment modality. However, in this case, according to the authors of the paper itself – the utilized modus of treatment was highly necessary.

R E F E R E N C E S

- Morris Z, Whiteley WN, Longstreth WT Jr, Weber F, Lee YC, Tsubhima Y, et al. Incidental findings on brain magnetic resonance imaging: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2009; 339: b3016.
- Good EF. Ptosis as the sole manifestation of compression of the oculomotor nerve by an aneurysm of the posterior communicating artery. *J Clin Neuroophthalmol* 1990; 10(1): 59–61.
- Lanzino G, Andreoli A, Tognetti F, Limoni P, Calbucci F, Bortolami R, et al. Orbital pain and unruptured carotid-posterior communicating artery aneurysms: the role of sensory fibers of the third cranial nerve. *Acta Neurochir (Wien)* 1993; 120(1–2): 7–11.
- Im SH, Han MH, Kwon OK, Kwon BJ, Kim SH, Kim JE, et al. Endovascular coil embolization of 435 small asymptomatic unruptured intracranial aneurysms: procedural morbidity and patient outcome. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009; 30(1): 79–84.
- Gu DQ, Luo B, Zhang X, Long XA, Duan CZ. Recovery of posterior communicating artery aneurysm-induced oculomotor nerve paresis after endovascular treatment. *Clin Neurol Neurosurg* 2012; 114(9): 1238–42.
- Chalouhi N, Theofanis T, Jabbour P, Dumont AS, Gonzalez LF, Starke RM, et al. Endovascular treatment of posterior communicating artery aneurysms with oculomotor nerve palsy: clinical outcomes and predictors of nerve recovery. *AJNR Am J Neuroradiol* 2013; 34(4): 828–32.
- Hanse MC, Gerrits MC, van Rooij WJ, Houben MP, Nijssen PC, Sluzewski M. Recovery of posterior communicating artery aneurysm-induced oculomotor palsy after coiling. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008; 29(5): 988–90.
- Nam KH, Choi CH, Lee JI, Ko JG, Lee TH, Lee SW. Unruptured Intracranial Aneurysms with Oculomotor Nerve Palsy : Clinical Outcome between Surgical Clipping and Coil Embolization. *J Korean Neurosurg Soc* 2010; 48(2): 109–14.
- Golshani K, Ferrell A, Zomorodi A, Smith TP, Britz GW. A review of the management of posterior communicating artery aneurysms in the modern era. *Surg Neurol Int* 2010; 1: 88.
- Khan SA, Agrawal A, Hailey CE, Smith TP, Gokhale S, Alexander MJ, et al. Effect of surgical clipping versus endovascular coiling on recovery from oculomotor nerve palsy in patients with posterior communicating artery aneurysms: A retrospective comparative study and meta-analysis. *Asian J Neurosurg* 2013; 8(3): 117–24.
- van Rooij WJ, Sluzewski M. Procedural morbidity and mortality of elective coil treatment of unruptured intracranial aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006; 27(8): 1678–80.
- Okawara SH. Warning signs prior to rupture of an intracranial aneurysm. *J Neurosurg.* 1973; 38(5): 575–80.
- Leivo S, Hernesniemi J, Luukkainen M, Vapalahti M. Early surgery improves the cure of aneurysm-induced oculomotor palsy. *Surg Neurol* 1996; 45(5): 430–4.
- de Oliveira JG, Borba LA, Rassi-Neto A, de Moura SM, Sanchez-Junior SL, Rassi MS, et al. Intracranial aneurysms presenting with mass effect over the anterior optic pathways: neurosurgical management and outcomes. *Neurosurg Focus* 2009; 26(5): E3.
- Chen PR, Amin-Hanjani S, Albuquerque FC, McDougall C, Zabramski JM, Spetzler RF. Outcome of oculomotor nerve palsy from posterior communicating artery aneurysms: comparison of clipping and coiling. *Neurosurgery* 2006; 58(6): 1040–6; discussion 1040–6.
- Nishino K, Ito Y, Hasegawa H, Shimbo J, Kikuchi B, Fujii Y. Development of cranial nerve palsy shortly after endosaccular

- embolization for asymptomatic cerebral aneurysm: report of two cases and literature review. *Acta Neurochir (Wien)* 2009; 151(4): 379–83.
17. *Hamer J*. Prognosis of oculomotor palsy in patients with aneurysms of the posterior communicating artery. *Acta Neurochir (Wien)* 1982; 66(3–4): 173–85.
18. *He W, Gandhi CD, Quinn J, Karimi R, Prestigiacomo CJ*. True aneurysms of the posterior communicating artery: a systematic review and meta-analysis of individual patient data. *World Neurosurg* 2011; 75(1): 64–72; discussion 49.
19. *Romani R, Lehto H, Laakso A, Horcajadas A, Kivisaari R, von und zu Fraunberg M*, et al. Microsurgery for previously coiled aneurysms: experience with 81 patients. *Neurosurgery* 2011; 68(1): 140–53; discussion 153–4.
20. *Waldron JS, Halbach VV, Lawton MT*. Microsurgical management of ncompletely coiled and recurrent aneurysms: trends, techniques, and observations on coil extrusion. *Neurosurgery* 2009; 64(5 Suppl 2): 301–15; discussion 315–7.

Received on March 17, 2016.

Revised on May 30, 2016.

Accepted on June 3, 2016.

Online First September, 2016.

Epidemiological characteristics of surgically treated civilian traumatic brachial plexus injuries in Serbia

L. Rasulić, A. Savić, M. Lepić, V. Puzović, S. Karaleić, V. Kovačević, F. Vitošević & M. Samardžić

Acta Neurochirurgica
The European Journal of Neurosurgery

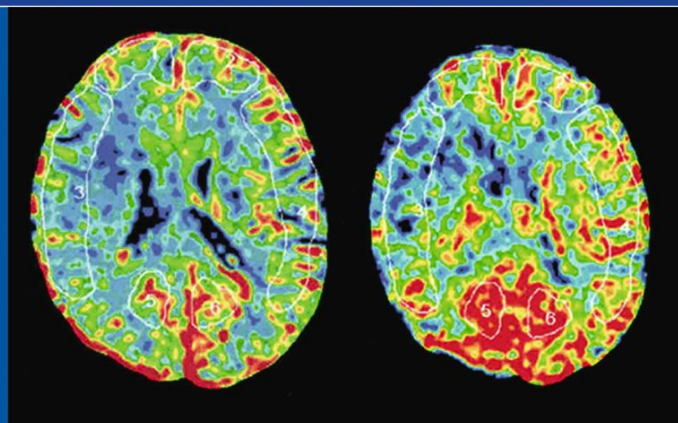
ISSN 0001-6268

Acta Neurochir
DOI 10.1007/s00701-018-3640-7



Acta
Neurochirurgica

The European Journal
of Neurosurgery



The Official Organ
of the European Association
of Neurosurgical Societies



Springer

 Springer

Your article is protected by copyright and all rights are held exclusively by Springer-Verlag GmbH Austria, part of Springer Nature. This e-offprint is for personal use only and shall not be self-archived in electronic repositories. If you wish to self-archive your article, please use the accepted manuscript version for posting on your own website. You may further deposit the accepted manuscript version in any repository, provided it is only made publicly available 12 months after official publication or later and provided acknowledgement is given to the original source of publication and a link is inserted to the published article on Springer's website. The link must be accompanied by the following text: "The final publication is available at link.springer.com".



Epidemiological characteristics of surgically treated civilian traumatic brachial plexus injuries in Serbia

L. Rasulić^{1,2} · A. Savić^{1,2} · M. Lepić^{1,3} · V. Puzović⁴ · S. Karaleić⁵ · V. Kovačević^{6,7} · F. Vitošević^{1,8} · M. Samardžić^{1,2}

Received: 16 March 2018 / Accepted: 20 July 2018
© Springer-Verlag GmbH Austria, part of Springer Nature 2018

Abstract

Background Traumatic brachial plexus injuries are generally severe, and in many cases associated with surrounding tissue injuries, which makes them hard to diagnose at the right time. This paper presents etiological and epidemiological characteristics of surgically treated civilian traumatic brachial plexus injuries.

Methods This retrospective study included 68 patients, operated due to the traumatic brachial plexus injuries at Clinic for Neurosurgery, Clinical Center of Serbia, during the 11-year period.

Results The vast majority of injured patients were men in full working maturity. In our study, there were seven different etiological factors. The road traffic accidents were the most common—41 (60.3%), while the motorcycle accidents were the most dominant subtype (53.7%) of all road traffic accidents, and also representing 32.4% of all causes of trauma. Supraclavicular elements of the brachial plexus were injured in more than 80% of patients. A total of 49 (72.1%) patients from our study had one or more associated injuries. The most common associated injuries were bone fractures, brain contusions, and vascular injuries.

Conclusion Although rare, non-war-related severe brachial plexus injuries represent a group of patients carrying high risk of insufficient functional recovery regardless of treatment modality, or surgical technique. Epidemiological and etiological data are therefore very important to identify the groups in risk and to induce preventive actions aimed at these patients.

Keywords Brachial plexus · Traumatic brachial plexus injury · Epidemiology · Peripheral nerves · Peripheral nerve injury

This article is part of the Topical Collection on *Peripheral Nerves*

✉ L. Rasulić
lukas.rasulic@gmail.com

A. Savić
as1_1@hotmail.com

M. Lepić
milanlepic@gmail.com

V. Puzović
puzovic.vladimir@gmail.com

S. Karaleić
drsladjank@gmail.com

V. Kovačević
vojinkg@gmail.com

F. Vitošević
filipvitosevic@gmail.com

M. Samardžić
dmiroslavsamardzic@gmail.com

¹ School of Medicine, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

² Clinic for Neurosurgery, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia

³ Clinic for Neurosurgery, Military Medical Academy, Belgrade, Serbia

⁴ College of Higher Vocational Studies “Sports Academy”, Belgrade, Serbia

⁵ Faculty of Sports and Physical Education, University of Pristina, Kosovska Mitrovica, Serbia

⁶ Clinic for Neurosurgery, Clinical Center Kragujevac, Kragujevac, Serbia

⁷ Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia

⁸ Neuroradiology Department, Center for Radiology and MRI, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia

Introduction

Injuries of the brachial plexus, although rare, present a significant medical challenge, which in many cases leads to lifelong disability. In neuroscience, it is already well-known that there are certain factors influencing functional outcome, both motor and sensory, as described in a number of previous studies [26, 33, 38, 40]. Spontaneous recovery after a mild injury takes from a few minutes to a few weeks. However, as we go toward the more severe injuries, the potential of spontaneous recovery is decreased, to the extent that it may become completely impossible without, or even after, surgical treatment [7, 37, 42]. With regard to the localization of injury, proximal lesions generally lead to poorer outcome than the distal ones [1, 16, 47]. Nerve injuries closer to the cell bodies lead to higher chances of neural death [27]. In addition, proximal nerve injuries lead to consequent denervation of a larger number of muscles and wider skin area, which, except in the case of complete recovery, lead to more extensive disability [13]. Younger patients generally have better potential for recovery after the peripheral nerve injury (PNI) in comparison to the older ones [6]. Lundborg [25] also reports that, although cortical connections and cortical maps can be continuously remodeled, it seems that younger individuals have a greater capacity for normalization of the cortical hand map as compared to adults. Further studies show that muscle disuse due to the loss of mechanical loading and neural influence, which occurs in cases of limb immobilization and casting, bed rest, microgravity, spinal cord, or peripheral nerve injury, thus leads to the slow-to-fast shift in fiber type and MyHC isoform profile, often accompanied by atrophy of type 1 slow fibers [6]. On the other hand, faster atrophy and degradation of two muscle fibers in older patients may present an additional cause of worse hand and arm strength recovery in this population [6, 14]. Ciciliota and coauthors [6] also describe age-affected changes at the level of motor units, neuromuscular control, and neuromuscular junctions, which additionally contribute to worse strength recovery in older patients.

Studies on traumatic brachial plexus injuries (BPI) generally agree, with certain variations in percentages, that males are significantly more frequently injured in comparison to females, and the majority of patients are between 15 and 40 years of age [9, 11, 19, 23, 24, 39]. Regarding the etiological factors, a number of studies reveal a high incidence of road traffic accidents (RTA) as the cause of traumatic BP [9, 11, 24]. Etiological factors, and the related features, vary depending on the inclusion and exclusion criteria of a certain study. Studies conducted on subjects with traumatic BPI during war times distinguish gunshot injuries as the most common cause of traumatic BP [5, 8, 12], and similar results are revealed in the study conducted in developing countries [2]. Results may also be influenced by culture, laws, and high occupational risk. In some countries, women are not

accustomed to motorcycle driving, hence the chance of being injured as a motorcycle driver, which is by far the leading cause of traumatic BPI within the RTA, is significantly decreased [39]. Results of a study can also be affected by the area taken into account [11].

As referenced above, due to their nature, location, and consequences, traumatic BPIs are the most devastating injuries of the peripheral nerve system. Traumatic BPIs are generally severe, and in many cases associated with other injuries, which makes them hard to diagnose at the right time. The authors of this paper believe that it is extremely important to supplement existing knowledge in this field with the etiological and epidemiological factors of brachial plexus injuries of patients treated in a single center.

Materials and methods

This retrospective study included 68 patients, operated due to traumatic brachial plexus injury at the Clinic for Neurosurgery, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia, during a period of 11 years, from January 1, 2000 to December 31, 2010. The Department for Peripheral Nerve Surgery, Functional Neurosurgery and Pain Management Surgery, Clinic for Neurosurgery at the Clinical Center of Serbia is a referral center for peripheral nerve injuries (PNI) and diseases, serving the approximate population of 7.057 million people of Serbia, where every patient with severe BPI is ultimately referred [55].

The study included only patients with traumatic brachial plexus injuries operated in the above-mentioned period, while the patients with iatrogenic-caused brachial plexus injuries, different systemic diseases or viruses causing peripheral nerve problems were excluded from the study. In the light of the fact that previously published papers show significant variations in epidemiological data of patients with traumatic BPI acquired in peacetime compared to those injured in war, there is a need to point out that our study was based exclusively on patients injured in peacetime, although some of them have been injured by a firearm. A further delimitation is the inclusion of patients with severe traumatic BPI only. Namely, traumatic BPI as well as the degree of PNI can vary significantly, from light injuries in which partial or even complete recovery is possible to severe injuries in which surgery as the only hope for potential recovery is absolutely indicated. Therefore, we limited our study to those patients in whom careful clinical examination, radiological (MRI), and neurological (EMNG) evaluation gave an absolute indication for surgery, without any chances for a spontaneous recovery. Patients that did not undergo surgical procedure for traumatized brachial plexus (for whichever reason) were excluded from the study.

All the data were collected from patients' medical history recordings and they included demographic data,

etiology of injury, anatomical location of the lesion, and associated injuries.

Summarized inclusion and exclusion criteria:

Inclusion criteria

1. Patients with traumatic BPI and EMG confirmed BP lesion
2. Patients operated due to BPI in the period from January 1, 2000 to December 31, 2010

Exclusion criteria

1. Patients with spontaneous recovery
2. Patients with BPI of non-traumatic origin (iatrogenic, radiation etc...)
3. War-related traumatic BPI
4. Systemic or infectious disease affecting peripheral nervous system

Statistical analysis was performed in PASW 18 Statistical Package. For the description of the parameters of interest, the following methods of descriptive statistics were used: measures of central tendency (mean value), range, percentages, and tabulation; the results are presented in the form of tables and graphs.

The study was approved by the Ethic Committee of the Clinical Center of Serbia, number 14/3, 16 January 2014. It was conducted by the regulations of Helsinki declaration (last valid version), and it is a part of a doctoral thesis research.

Results

Out of 68 patients with traumatic BPI who received surgical treatment at our hospital in the period from January 1, 2000 to December 31, 2010, 60 (88.2%) were male, while 8 (11.8%) were female patients, with an age distribution from 3 to 59 years (31.66 ± 13.536 , mean \pm SD) at the time of injury.

Concerning the injured side, 40 (58.8%) patients had injury of the right brachial plexus and 28 (41.2%) had injury of the left brachial plexus; in our study sample we did not have patients with bilateral traumatic BPI. Based on our data, we have calculated an approximate incidence of roughly one severe BPI per 1,000,000 citizens, although this number should be taken with caution.

Figure 1 shows the distribution of traumatic BPI for both genders among the patients of different age groups. The largest number of injured patients, as many as 86.8% of them, is between 11 and 50 years of age. Except for 17 patients who were younger than 18 years at the time of injury, all other patients were in the working ages, with the highest occurrence of traumatic BPI in patients in the third decade of life.

In our study, there were seven different etiological factors causing the injury of the brachial plexus. The most common etiological factor was the road traffic accidents (RTA), in which 41 (60.3%) of our patients were injured. Since RTAs may differ significantly in terms of the cause of injury, along with which the mechanisms of injury and associated injuries may be different, we subclassified RTAs into four different categories: motorbike accidents, car accidents, bicycle accidents, and pedestrians injured in traffic. Among those four subcategories of RTA, the most dominant were motorcycle accidents, in which 22 patients were injured, which is 53.7% of all RTAs and 32.4% of all the injured patients. On the other hand, the least common etiological factor in our study was the injury caused by an electrically powered saw, with one patient injured in that way. Detailed distribution of etiological factors causing BPI among genders is presented in Table 1.

Due to multiple injuries of different brachial plexus elements in many cases, together with big variation of injured elements, we classified the traumatic BPI location as supraclavicular, infraclavicular, and both supra and infraclavicular. Table 2 shows that 56 (more than 80%) of patients had injuries of brachial plexus elements located superiorly from the clavicle. Most of those patients, 43 (63.2%) of them, had injuries of only

Fig. 1 Distribution of traumatic BPI among different age groups

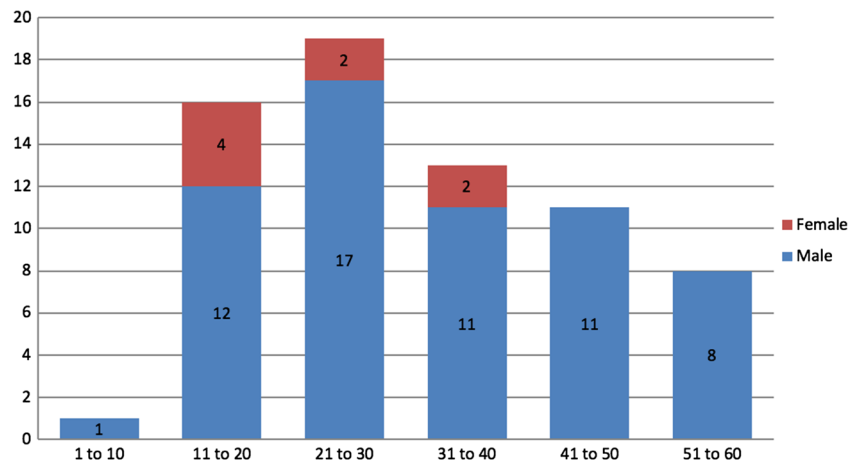


Table 1 Etiological factors of brachial plexus injury among genders

Etiology of injury: <i>n</i> (% of total number of patients)	Male	Female	Total
Road traffic accident	35 (51.5)	6 (8.8)	41 (60.3)
Motorcycle accident	19 (27.9)	3 (4.4)	22 (32.4)
Car accident	10 (14.7)	1 (1.5)	11 (16.2)
Bicycle traffic accident	3 (4.4)	0	3 (4.4)
Pedestrian injured in traffic	3 (4.4)	2 (2.9)	5 (7.4)
Injury by circular saw, motor saw or grinder	1 (1.5)	0	1 (1.5)
Cutting by knife, ax, glass or ceramic	4 (5.9)	1 (1.5)	5 (7.4)
Gunshot injury	7 (10.3)	1 (1.5)	8 (11.8)
Pulled by machine or human	7 (10.3)	0	7 (10.3)
Hit by falling object	2 (2.9)	0	2 (2.9)
Falls	4 (5.9)	0	4 (5.9)
Total	60 (88.2)	8 (11.8)	68 (100)

supraclavicular elements, while the other 13 (19.1%) patients had injuries of both supra and infraclavicular brachial plexus elements. On the other hand, 12 patients had infraclavicular injuries, which is almost one fifth of all the patients; together with 13 patients with injuries of both supra and infraclavicular brachial elements, in total every third patient had injuries of infraclavicular brachial plexus elements. Table 2 shows a detailed distribution of the location of injured elements according to the etiology of injury.

Without a detailed analysis of surgical procedures and outcomes, we would like to emphasize that there were three types of surgical reconstruction techniques performed in these patients, including nerve transfer, nerve grafting, and neurolysis (external and internal). There were no patients in whom the direct nerve suture was possible.

Figure 2 shows the distribution of etiological factors of brachial plexus injuries among the same age groups shown in Fig. 1. The highest incidence of RTA occurs during the second and third life decades, making it two thirds of RTA

from all age groups together. After the third life decade, decrease in RTA incidence is noticeable. A similar trend through life decades is noticeable in the incidence of gunshot injuries, although the number of occurrences is significantly smaller and therefore unsuitable for generalization. Contrary to that, injuries caused by cutting by sharp objects or pulling by industrial machine or human mostly occur in the fourth and fifth decades of life, respectively.

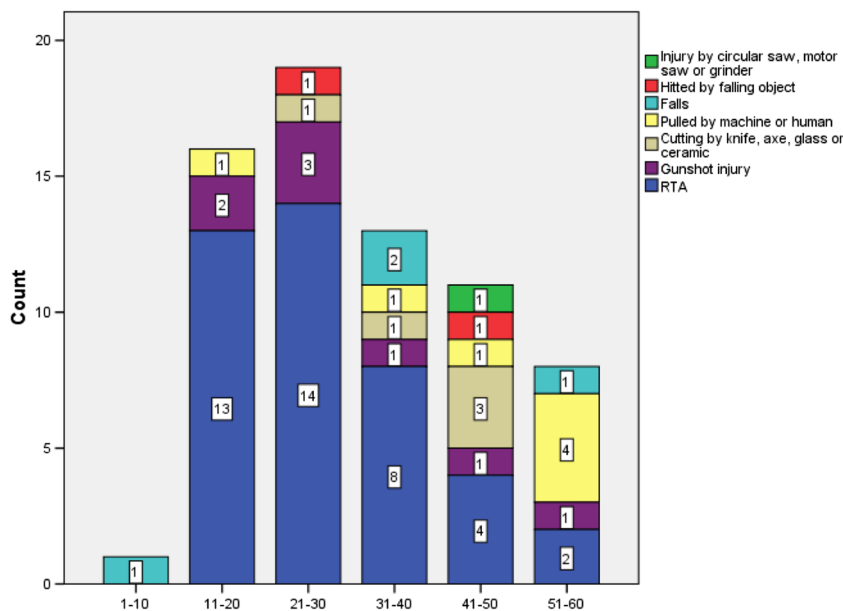
Detailed results of RTA occurrence among different age groups show that two different subcategories, motorcycle accidents and car accidents, have a similar trend as a total RTA incidence, with the highest number of injuries within the second and third decades of life. On the other hand, all three patients injured in RTA as bicycle drivers were 20 years or younger, while all patients injured as pedestrians were older than 20 years (Fig. 3).

A total of 49 (72.1%) patients from our study had one or more associated injuries. The most common associated injuries were bone fractures, particularly fractures of the upper

Table 2 Etiology of the injury and the location of injured brachial plexus elements

Etiology of injury	Supraclavicular	Infraclavicular	Supra and infraclavicular	Total
Road traffic accident	30	3	8	41
Motorcycle accident	16	2	4	22
Car accident	9	0	2	11
Bicycle traffic accident	2	1	0	3
Pedestrian injured in traffic	3	0	2	5
Injury by circular saw, motor saw or grinder	1	0	0	1
Cutting by knife, ax, glass or ceramic	1	3	1	5
Gunshot injury	1	4	3	8
Pulled by machine or human	5	1	1	7
Hit by falling object	1	1	0	2
Fall	4	0	0	4
Total	43	12	13	68

Fig. 2 Etiological factors according to the age group of patients



extremity long bones and bones of the shoulder girdle, both in 18 (26.47%) patients. Along with bone fractures, brain contusions also had a noticeable high frequency, occurring in 16 (23.53%) of our patients. Such a high frequency is due to the etiological factors such as RTA, hitting by a heavy falling object, and falls from height, which are all characterized by high impact forces acting on the whole body. After the bone fractures as a group, vascular injuries occurred most often, with the highest incidence of brachial artery trauma, which occurred in seven (10.29%) patients (Table 3). Our results also show that the majority of etiological factors involve a high incidence of associated injuries. Table 4 shows that seven

out of ten etiological factors cause associated injuries in at least three of every four patients.

Discussion

Traumatic injuries of brachial plexus are a significant cause of long lasting disabilities. These patients, besides their significant arm and hand senso-motor disability, often go through challenging mental, physical, and emotional processes, including pain, scarring, and the inability to perform routine tasks. One of our previously published studies shows that

Fig. 3 Incidence of four RTA categories in different age groups

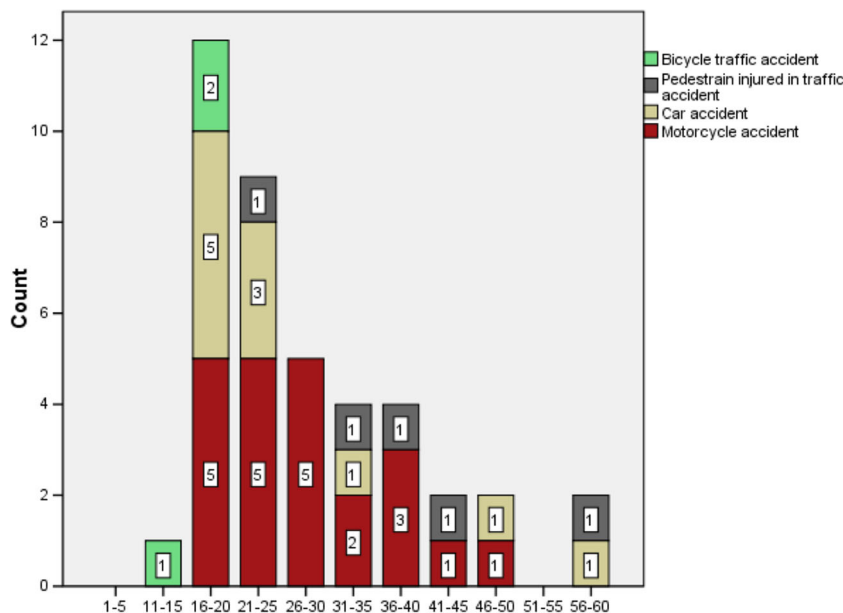


Table 3 Number of patients with specific associated injury

Bone fractures and joint dislocations	<i>n</i> (%)	Vascular injuries	<i>n</i> (%)	Other injuries	<i>n</i> (%)
UE long bones	18 (26.47)	Brachial artery	7 (10.29)	Brain contusion	16 (23.53)
Clavic&scapul	18 (26.47)	Brachial vein	4 (5.88)	Lung contusion	4 (5.88)
Hand bones	3 (4.41)	Subclavian artery	4 (5.88)	Hemothorax	8 (11.76)
Ribs	8 (11.76)	Subclavian vein	3 (4.41)	Liver injury	1 (1.47)
Skull and jaw	7 (10.29)	Axillary artery	2 (2.94)		
Cervical spine	2 (2.94)	Axillary vein	1 (1.47)		
Joint luxation	4 (5.88)	Carotid artery	1 (1.47)		
LE long bones	4 (5.88)				

the operative outcome of patients with BPI is complex and that the functional outcome and quality of life often go “shoulder to shoulder” [36]. Accordingly, gaining the epidemiological and etiological data of severe traumatic BPIs acquired in peace time is important in determining the risk groups with the aim of prevention and treatment improvement.

With the average age of approximately 32, and age range from 3 to 59 years, the age of our patients is comparable with the age of patients in previously published studies of incidence of traumatic BPIs [11]. Similar results of the average age of patients are also reported in the studies which included nerves of the arm and forearm together with the brachial plexus [24], as well as in the studies which did not take into account the injuries of the brachial plexus [28, 32, 35, 39].

Males are under significantly higher risk of brachial plexus injury than females. Most of the previously published papers reported 70% or more of the injured cases being males, while Taylor et al. [51], reported equal distribution of PNI among the genders [11, 24, 51]. Our results are in line with the majority

of the studies, showing that almost 90% of the injured were male, as presented in Fig. 1. Males were dominant in all age categories. The highest number of injured females was in the second decade of life (Fig. 1) [9, 11, 24].

In our study, we found seven etiological factors causing brachial plexus injury, the most frequent one being the RTA with 60.3% of all injured patients. RTAs are sub-classified into 4 different categories: motorcycle accidents, car accidents, bicycle accidents, and injured pedestrians. Table 1 shows the distribution of different etiological factors between genders. In Serbia, the country of our study sample, men are much more likely to be motor vehicle drivers than women, which makes them significantly more vulnerable to accidents. A similar finding is given by Saadat and coauthors [39], in their study, where they note that women in Iran are not accustomed to driving motorbikes, and therefore, less frequently suffer injuries due to motorbike accidents. The gender distribution is similar when it comes to using electrically powered saws and fire arms, which are more likely to be used by men, and in industrial injuries, caused by heavy machines, where men are generally more likely to be involved [18, 41].

RTAs are the most frequent in men in the second and third decades of life, after which they slowly decline, and the most dominant among RTAs are motorbike accidents (Table 1, Fig. 2, Fig. 3). Although we do not have data about alcohol consumption and potential alcohol intoxication of our patients at the time of an accident, previously published studies have revealed that a high percentage of tested motorbike drivers were positive for the presence of alcohol—42% in the study of Peek-Asa and Kraus [30], and that drinking drivers were more likely to drive faster and less likely to wear a helmet. As shown in Fig. 3, the highest incidence of three from four RTA subcategories in our study was in the age group between 16 and 20. In regard to this, Hingson and coauthors [17] discuss alcohol intake of younger drivers. Their study shows that raising the minimal legal drinking age (MLDA) to the age of 21 significantly reduced the incidence of RTA among the youngsters under 21. They reported that National Highway Traffic Safety Administration estimated that a MLDA of 21 prevented around 700–1000 deaths, of people

Table 4 Number of patients with associated injuries by every etiological group, and percentage of patients with associated injuries among the etiological groups

Etiology of injury	Associated injuries	%
Road traffic accident	31	75.6
Motorcycle accident	17	77.3
Car accident	7	63.6
Bicycle traffic accident	3	100
Pedestrian injured in traffic	4	80
Injury by circular saw, motor saw or grinder	1	100
Cutting by knife, ax, glass or ceramic	4	80
Gunshot injury	6	75
Pulled by machine or human	4	57.1
Hit by falling object	2	100
Falls	1	25

younger than 21, every year. Hingson et al. [17] also state that even in the 1980s states that adopted MLDA had 10–15% decline in alcohol-related RTA deaths among drivers in the targeted ages compared with states that did not adopt such laws. Besides this, it is well-known that young people tend to drive faster, which puts them in the higher risk of RTA [10, 22]. Shinar and colleagues [45], in their study about safe driving behavior, report that the percentage of male drivers was higher among those under 25 years of age, and lower among the oldest drivers. In their study they also report that women manifest higher observance rates of three safe driving behaviors, including belt use, observing speed limits, and abstaining from drinking and driving; this can also explain the significant difference in incidence among gender of patients with RTA-related nerve injuries.

In addition to RTA, gunshot injuries, industrial injuries, and injuries caused by electrical powered saw, which we already discussed above, in our study we also had five patients injured by cutting by a sharp object, which was either a knife, an ax, or any object of glass and ceramic. In our previously published study, dealing with the median and ulnar nerve injuries of the forearm including the elbow region, we saw that the highly dominant etiological factor, even 61.2%, was cutting by a sharp object like knife, glass, or ceramic [32]. The superficial location of those two nerves in the forearm, which are in some points covered almost just with the skin, makes them extremely vulnerable in everyday handling with knives or broken objects [21, 29, 31, 32, 35, 52, 54]. On the other hand, brachial plexus elements are much better protected by the muscles and bones, and further with the clothes, thus requiring a significantly higher force for any sharp object to penetrate and injure brachial elements together with vascular elements, which happened in four of five cases in our study (Table 4). This leads us to speculate, due to the lack of data, that these injuries occurred in fights and were caused by stabbing with a sharp object by another person [4, 15, 19].

In our study the most common associated injuries were fractures of the upper extremity long bones in 18 (26.47%) patients together with shoulder girdle bone fractures which occurred also in 18 (26.47%) patients. Besides that, we had fractures of the ribs in 8 (11.76%) patients, fractures of different skull bones, and jaw fractures in seven (10.29%), and even fractures of cervical vertebrae transverse processes in two (2.94%) patients. Detailed results of bone fractures in our patients can be seen in Table 3. In view of such a large number of patients with bone fractures as associated injuries, and, as presented in Table 4, more than 70% of patients having some of the associated injuries, we agree with the statement of Taylor that a significant external force and considerable trauma is needed for the nerve, or—in our study—brachial plexus, to be injured [51].

The second most common associated injuries were traumas of vascular elements. In our recently published paper, examining the functional outcome of patients with associated nerve

injuries and vascular trauma, we described in detail the types of vascular traumas occurring together with nerve injuries, surgical procedures, and their potential influence on the functional outcome [34]. Associated traumas of vascular elements in brachial plexus injuries occur due to the close anatomical proximity of vascular and nerve elements, especially if the brachial plexus injuries were caused by an exceptionally high force, as it happened in most patients in our study (Table 4). Associated vascular traumas may occur as a consequence of blunt trauma—often in RTA, in hitting by a falling object or falls from height; as a consequence of shock wave—in gunshot injuries; and as a consequence of sharp object injury or penetrating injury—injury by a circular saw, motor saw, or grinder and injuries caused by cutting by knife, ax, glass, or ceramic. The same is also reported in previously published literature [3, 12, 20, 34, 44, 48, 49, 53]. In our study the most common traumas were those of brachial artery in seven (10.29%) patients, with all other vascular traumas occurring in less than 6% of patients (Table 3).

Since the traumas of main vascular elements may be lethal or may lead to extremity amputation, early diagnosis and urgent surgical intervention are crucial [9, 34, 50]. Diagnostic procedures may, as we reported in our previous study, vary from simple X-ray to angiography or computerized tomography (CT) and to the surgical intervention, if it is indicated [34]. It is maintained that the number of subjects with joined vascular and nerve injuries is much higher during wartime, when severe upper extremity injuries are common and mostly caused by different types of missiles and explosions [8, 46]. Unfortunately many of the injured from battlefield never reach medical help, which also influences the scientific data of joined vascular traumas and nerve injuries. The literature regarding the influence of vascular traumas on long-term functional recovery after nerve injuries is scarce and ambiguous, with some papers reporting adverse effect [24, 46], and other papers reporting that vascular traumas do not affect long-term functional outcome [19, 34, 43].

Since the etiological factors are mainly characterized with high impact forces affecting not just an arm and shoulder region but the whole body together with the head, in our study we had higher incidence of brain contusion in comparison to other papers [11]—16 (23.5%) patients (Table 3). As it is visible from the results of our study, the majority of our patients are polytrauma patients (Table 3, Table 4). In such patients, especially if they are ischemic or unconscious, it is extremely difficult to properly diagnose the brachial plexus injury. Accordingly, the choice of an adequate surgical method is based on the complete evaluation of every patient, which consists of clinical evaluation (patient history, clinical and neurological examination), electrophysiological evaluation (EMNG, SSEP), radiological evaluation (X-ray, CT, MRI, and angiography) and, in selected cases, surgical treatment [34].

Conclusion

A published literature shows that, despite all the benefits of contemporary neurosurgical procedures, the functional outcome together and the quality of life in patients with PNIs is still unsatisfactory. Bearing in mind that patients with severe traumatic BPIs constitute a separate group of patients with the significant risk for insufficient functional recovery regardless of the choice of surgical treatment, epidemiological and etiological data that can assist in the identification of risk groups and the increase in preventive measures are of exceptional importance.

Our study shows that severe traumatic BPIs acquired in peace time are rare injuries, with an incidence which is almost impossible to be determined [11]. They are mainly caused by high force events acting on the shoulder region, as is the case in motorbike accidents. Men in full working maturity are the most affected, making this not only a personal health problem, but also a socio-economic problem of the entire family and community, as it leaves a family head with permanent disability and high impact on the quality of life.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest All authors certify that they have no affiliations with or involvement in any organization or entity with any financial interest (such as honoraria; educational grants; participation in speakers' bureaus; membership, employment, consultancies, stock ownership, or other equity interest; and expert testimony or patent-licensing arrangements), or non-financial interest (such as personal or professional relationships, affiliations, knowledge or beliefs) in the subject matter or materials discussed in this manuscript.

Ethical approval All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

Informed consent Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

References

- Akuthota V, Herring SA (eds) (2009) Nerve and vascular injuries in sports medicine. Springer, London
- Babar SM (1993) Peripheral nerve injuries in a third world country. *Cent Afr J Med* 39(6):120–125
- Barmparas G, Inaba K, Talving P, David J-S, Lam L, Plurad D et al (2010) Pediatric vs adult vascular trauma: a National Trauma Databank review. *J Pediatr Surg* 45(7):1404–1412
- Bollini CA, Wikinski JA (2006) Anatomical review of the brachial plexus. *Tech Reg Anesth Pain Manag* 10(3):69–78
- Champion HR, Bellamy RF, Roberts CP, Leppaniemi A (2003) A profile of combat injury. *J Trauma Acute Care Surg* 54(5):S13–S19
- Ciciliota S, Rossia A, Dyara KA, Blaauwa B, Schiaffino S (2013) Muscle type and fiber type specificity in muscle wasting. *Int J Biochem Cell Biol* 45(10):2191–2199
- Dagum AB (1998) Peripheral nerve regeneration, repair, and grafting. *J Hand Ther* 11(2):111–117
- Dougherty AL, Mohrle CR, Galarnau MR, Woodruff SI, Dye JL, Quinn KH (2009) Battlefield extremity injuries in operation Iraqi freedom. *Injury* 40(7):772–777
- Eser F, Aktekin LA, Bodur H, Atan C (2009) Etiological factors of traumatic peripheral nerve injuries. *Neurol India* 57(4):434–437
- Evans L, Wasielewski P (1983) Risky driving related to driver and vehicle characteristics. *Accid Anal Prev* 15(2):121–136
- Faglioni W, Siqueira MG, Martins RS, Heise CO, Foroni L (2014) The epidemiology of adult traumatic brachial plexus lesions in a large metropolis. *Acta Neurochir* 156:1025–1028
- Fox CJ, Gillespie DL, O'Donnell SD, Rasmussen TE, Goff JM, Johnson CA et al (2005) Contemporary management of wartime vascular trauma. *J Vasc Surg* 41(4):638–644
- Franco CD, Clark L (2008) Applied anatomy of the upper extremity. *Tech Reg Anesth Pain Manag* 12(3):134–139
- Frontera WR, Ochala J (2015) Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcif Tissue Int* 96(3):183–195
- Gregory J, Cowey A, Jones M, Pickard S, Ford D (2009) The anatomy, investigations and management of adult brachial plexus injuries. *Orthop Trauma* 23(6):420–432
- Grinsell D, Keating CP (2014) Peripheral nerve reconstruction after injury: a review of clinical and experimental therapies. *BioMed Res Int* 2014:13, Article ID 698256. <https://doi.org/10.1155/2014/698256>
- Hingson R, Levenson TH, Jamanka A, Voas R (2002) Age of drinking onset, driving after drinking, and involvement in alcohol related motor-vehicle crashes. *Accid Anal Prev* 34(1):85–92
- Islam SS, Velilla AM, Doyle EJ, Ducatman AM (2001) Gender differences in work-related injury/illness: analysis of workers compensation claims. *Am J Ind Med* 39(1):84–91
- Jain DKA, Bhardwaj P, Venkataramani H, Sabapathy SR (2012) An epidemiological study of traumatic brachial plexus injury patients treated at an Indian centre. *Indian J Plast Surg* 45(3):498–503
- Johnson SF, Johnson SB, Strodel WE, Barker DE, Kearney PA (1991) Brachial plexus injury: association with subclavian and axillary vascular trauma. *J Trauma Acute Care Surg* 31(11):1546–1550
- Jung HS, Lee YB, Lee JS (2016) The anatomical relationship between the dorsal cutaneous branch of the ulnar nerve and the ulnar Styloid process with variations in forearm position. *J Hand Surg Asian Pac Vol* 21(01):64–67
- Keskinen E, Ota H, Katila A (1998) Older drivers fail in intersections: speed discrepancies between older and younger male drivers. *Accid Anal Prev* 30(3):323–330
- Kim DH, Murovic JA, Tiel RL, Kline DG (2004) Mechanisms of injury in operative brachial plexus lesions. *Neurosurg Focus* 16(5):1–8
- Kouyoumdjian JA (2006) Peripheral nerve injuries: a retrospective survey of 456 cases. *Muscle Nerve* 34(6):785–788
- Lundborg G (2003) Nerve injury and repair—a challenge to the plastic brain. *J Peripher Nerv Syst* 8(4):209–226
- Millesi H (2006) Factors affecting the outcome of peripheral nerve surgery. *Microsurgery* 26(4):295–302
- Navarro X, Vivó M, Valero-Cabré A (2007) Neural plasticity after peripheral nerve injury and regeneration. *Prog Neurobiol* 82(4):163–201
- Noble J, Munro CA, Prasad VSSV, Midha R (1998) Analysis of upper and lower extremity peripheral nerve injuries in a population of patients with multiple injuries. *J Trauma Acute Care Surg* 45(1):116–122
- Payne R, Nasrallah Z, Sieg E, Rizk EB, Glantz M, Harbaugh K (2017) The angular course of the median nerve in the distal forearm and its anatomical importance in preventing nerve injury in a modern era of carpal tunnel release. *J Neurosurg* 126(3):979–984

30. Peek-Asa C, Kraus JF (1996) Alcohol use, driver, and crash characteristics among injured motorcycle drivers. *J Trauma Acute Care Surg* 41(6):989–993
31. Pierre-Jerome C, Smitson RD, Shah RK, Moncayo V, Abdelnoor M, Terk MR (2010) MRI of the median nerve and median artery in the carpal tunnel: prevalence of their anatomical variations and clinical significance. *Surg Radiol Anat* 32(3):315–322
32. Puzovic V, Samardzic M, Jovanovic M, Zivkovic B, Savic A, Rasulic L (2015) Etiology and mechanisms of ulnar and median forearm nerve injuries. *Vojnosanit Pregl* 72(11):961–967
33. Puzovic V, Samardzic M, Savic A, Zivkovic B, Rasulic L (2016) Motor abilities of people with median forearm nerve injuries. 21st Annual Congress of the European College of Sport Science, Vienna, Austria
34. Rasulic L, Cinara I, Samardzic M, Savic A, Zivkovic B, Vitosevic F et al (2017) Nerve injuries of the upper extremity associated with vascular trauma — surgical treatment and outcome. *Neurosurg Rev* 40(2):241–249
35. Rasulic L, Puzovic V, Rotim K, Jovanovic M, Samardzic M, Zivkovic B et al (2015) The epidemiology of forearm nerve injuries—a retrospective study. *Acta Clin Croat* 54(1):19–24
36. Rasulić L, Savić A, Živković B, Vitošević F, Mićović M, Baščarević V et al (2017) Outcome after brachial plexus injury surgery and impact on quality of life. *Acta Neurochir* 159(7):1257–1264
37. Rasulic L (2017) Current concept in adult peripheral nerve and brachial plexus surgery. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj* 12(01):e7–e14
38. Ruijs ACJ, Jaquet J-B, Kalmijn S, Giele H, Hovius SER (2005) Median and ulnar nerve injuries: a meta-analysis of predictors of motor and sensory recovery after modern microsurgical nerve repair. *Plast Reconstr Surg* 116(2):484–494
39. Saadat S, Eslami V, Rahimi-Movaghar V (2011) The incidence of peripheral nerve injury in trauma patients in Iran. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 17(6):539–544
40. Sakellarides H (1962) A follow-up study of 172 peripheral nerve injuries in the upper extremity in civilians. *J Bone Joint Surg Am* 44(1):140–148
41. Salehi SH, Fatemi MJ, Ašadi K, Shoar S, Der Ghazarian A, Samimi R (2014) Electrical injury in construction workers: a special focus on injury with electrical power. *Burns* 40(2):300–304
42. Samardžić M, Antunović V, Grujičić D (eds) (1998) Injuries and diseases of the peripheral nerves. *Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Belgrade*
43. Secer HI, Daneyemez M, Gonul E, Izci Y (2007) Surgical repair of ulnar nerve lesions caused by gunshot and shrapnel: results in 407 lesions. *J Neurosurg* 107(4):776–783
44. Shaw A, Milne A, Christie J, Jenkins A, Murie J, Ruckley C (1995) Vascular trauma of the upper limb and associated nerve injuries. *Injury* 26(8):515–518
45. Shinar D, Schechtman E, Compton R (2001) Self-reports of safe driving behaviors in relationship to sex, age, education and income in the US adult driving population. *Accid Anal Prev* 33(1):111–116
46. Siqueira MG, Martins RS (2011) Surgical treatment of adult traumatic brachial plexus injuries: an overview. *Arq Neuropsiquiatr* 69(3):528–535
47. Slutsky DJ, Hentz VR (eds) (2006) *Peripheral nerve surgery - practical applications in the upper extremity*. Churchill Livingstone Elsevier, Philadelphia
48. Stanec S, Tonković I, Stanec Z, Tonković D, Džepina I (1997) Treatment of upper limb nerve war injuries associated with vascular trauma. *Injury* 28(7):463–468
49. Stenning M, Drew S, Birch R (2005) Low-energy arterial injury at the shoulder with progressive or delayed nerve palsy. *J Bone Joint Surg Br* Vol 87(8):1102–1106
50. Tan T-W, Joglar FL, Hamburg NM, Eberhardt RT, Shaw PM, Rybin D et al (2011) Limb outcome and mortality in lower and upper extremity arterial injury a comparison using the National Trauma Data Bank. *Vasc Endovasc Surg* 45(7):592–597
51. Taylor CA, Braza D, Rice JB, Dillingham T (2008) The incidence of peripheral nerve injury in extremity trauma. *Am J Phys Med Rehabil* 87(5):381–385
52. Tomsick SD, Petersen BD (eds) (2010) Normal anatomy and anatomical variants of the elbow. *Semin Musculoskelet Radiol* 14(4):379–393
53. Vlsser PA, Hermreck AS, Pierce GE, Thomas JH, Hardin CA (1980) Prognosis of nerve injuries incurred during acute trauma to peripheral arteries. *Am J Surg* 140(5):596–599
54. Voin V, Iwanaga J, Sardi JP, Fisahn C, Loukas M, Oskouian RJ et al (2017) Relationship of the median and radial nerves at the elbow: application to avoiding injury during venipuncture or other invasive procedures of the cubital fossa. *Cureus* 9(3):e1094
55. Vukmirovic D (2012) 2011 census of population, households and dwellings in the republic of Serbia. Statistical Office of the Republic of Serbia, Belgrade

Comments

This is a retrospective review of a center's experience with 68 patients who underwent surgery between January of 2000 and December of 2010. The manuscript is clearly written. The authors have already reported the surgical and clinical results of this group of patients. This is an epidemiologic survey that helps put this disorder in context relative to other types of traumatic injury

Michel Kliot
CA, USA



VOJNOSANITETSKI PREGLED

VOJNOMEDICINSKA AKADEMIJA

Crnotravska 17, 11 000 **Beograd, Srbija**

Tel/faks: +381 11 2669689

vsp@vma.mod.gov.rs

ACCEPTED MANUSCRIPT

Accepted manuscripts are the articles in press that have been peer reviewed and accepted for publication by the Editorial Board of the *Vojnosanitetski Pregled*. They have not yet been copy edited and/or formatted in the publication house style, and the text could still be changed before final publication.

Although accepted manuscripts do not yet have all bibliographic details available, they can already be cited using the year of online publication and the DOI, as follows: article title, the author(s), publication (year), the DOI.

Please cite this article: **UNRUPTURED DISTAL ANTERIOR CEREBRAL ARTERY MIRROR ANEURYSMS ASSOCIATED WITH RUPTURED MIDDLE CEREBRAL ARTERY ANEURYSM: CASE REPORT**

NERUPTURIRANE DISTALNE IDENTIČNE BILATERALNE ANEURIZME PREDNJIH MOŽDANIH ARTERIJA UDRUŽENE SA RUPTURIRANOM ANEURIZMOM SREDNJE MOŽDANE ARTERIJE: PRIKAZ SLUČAJA

Authors **Vladimir Jovanović***, †, **Lukas Rasulić***, †, **Vojin Kovačević‡**, **Aleksandar Janićijević†**, **Filip Vitošević||**, **Andrija Savić†**, **Marko Đurović†**, **Goran Tasić***, †
Vojnosanitetski pregled (2018); Online First July, 2018.

UDC:

DOI: <https://doi.org/10.2298/VSP171210119J>

When the final article is assigned to volumes/issues of the Journal, the Article in Press version will be removed and the final version appear in the associated published volumes/issues of the Journal. The date the article was made available online first will be carried over.

UNRUPTURED DISTAL ANTERIOR CEREBRAL ARTERY MIRROR ANEURYSMS ASSOCIATED WITH RUPTURED MIDDLE CEREBRAL ARTERY ANEURYSM: CASE REPORT

Short title: Anterior cerebral artery mirror aneurysms

NERUPTURIRANE DISTALNE IDENTIČNE BILATERALNE ANEURIZME PREDNJIH MOŽDANIH ARTERIJA UDRUŽENE SA RUPTURIRANOM ANEURIZMOM SREDNJE MOŽDANE ARTERIJE: PRIKAZ SLUČAJA

Vladimir Jovanović*, †, Lukas Rasulić*, †, Vojin Kovačević‡, Aleksandar Janićijević†, Filip Vitošević||, Andrija Savić†, Marko Đurović†, Goran Tasić*, †

* School of Medicine, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

† Clinic for Neurosurgery, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia

‡ Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac, Center for Neurosurgery, Clinical Center of Kragujevac, Kragujevac, Serbia

||Neuroradiology Department, Center for Radiology and MRI, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia

Correspondence to: Prof. drLukas Rasulić, MD, PhD, Clinic forNeurosurgery, Clinical Center of Serbia, Belgrade, DrKosteTodorovića 4, 11000 Belgrade, Serbia

E-mail: lukas.rasulic@gmail.com

Tel: +381 63 205591

Abbreviations:

DSA – digital subtraction angiography

MDCT – multiple detector computed tomography

ACA – anterior cerebral artery

MCA – middle cerebral artery

Abstract

Introduction. Distal anterior cerebral artery (DACA) aneurysms, also known as pericallosal aneurysms are rare, while aneurysms in mirror position are extremely rare.

These aneurysms have high tendency for rupture (PHASES score is always >4). In more than a half of the patients with the DACA aneurysm rupture, imaging reveals intracerebral hematoma (ICH), which is a predictor of poor outcome. **Case report.** 49-year-old female patient was treated endovascularly in other institution, due to middle cerebral artery aneurysm (ACM) rupture, when the two small bilateral aneurysms at the distal segments of ACA were revealed, left one measuring 4,5mm and the right one measuring 6mm in size, with the aneurysmal neck width of 3mm and 4mm, respectively. The decision was made by the interventional neuroradiologist only to treat the bleeding ACM aneurysm immediately. The patient was referred to our department six months later, and it was decided to perform microsurgical occlusion of the remaining DACA aneurysms. Unilateral interhemispheric approach was chosen to reach the distal ACAs. and aneurysms at pericallosal-callosomarginal junction were clipped and excluded from the circulation completely.

Conclusion: Management of DACA aneurysms is a surgical challenge, even for experienced neurosurgeons. It is controversial whether these should be surgically clipped or coiled endovascularly, especially in the cases like this one, when a same-stage, endovascular coiling might look like a perfect approach. Surgical treatment should be prompt due to their tendency to early rupture. Careful evaluation for multiplicity is mandatory.

Keywords: aneurysm, anterior cerebral artery, mirror positions, endovascular, microsurgery.

Apstrakt

Uvod. Aneurizme distalnog segmenta prednje moždane arterije (ACA), takođe poznate kao perikalozne arterije su retke, dok su bilateralne aneurizme u identičnoj poziciji ekstremno retke. Ove aneurizme imaju veliku tendenciju ka rupturi (PHASES skor je uvek >4). U više od polovine pacijenata sa rupturom distalne ACA aneurizme formira se intracerebralni hematom (ICH), koji je prediktor lošeg ishoda lečenja. **Prikaz bolesnika.** pacijentkinja stara 49 godina je prethodno u drugoj ustanovi lečena endovaskularnom procedurom, zbog rupture aneurizme na srednjemoždanoj arteriji (ACM), kada su dijagnostikovane i dve male simetrične aneurizme na distalnim ACA obostrano, leva dimenzija 4,5mm, a desna 6mm, dok su širine vrata bile 3mm i 4mm. Tada je interventni radiolog doneo odluku da tretira samo krvareću aneurizmu na ACM. Pacijentkinja je upućena u našu ustanovu 6 meseci kasnije, i doneta je odluka da se sprovede mikrohirurško lečenje aneurizmi na distalnim ACA. Uz pomoć unilateralnog interhemisferičnog pristupa i mikrohirurške tehnike su obe simetrične aneurizme na kalozo-kalozomarginalnom spoju isključene iz cirkulacije.

Zaključak. Lečenje distalnih ACA aneurizmi je hirurški izazov, čak i za iskusne neurohirurge. I dalje postoji kontradikcija u vezi izbora modaliteta lečenja, mikrohirurgija ili endovaskularna procedura, pogotovu u slučajevima kada se koiling u istom aktu sa udruženim aneurizmama čini kao odličan izbor. Mikrohirurško lečenje se ne treba odlagati

zbog tendencije ka ranoj rupturi ovih aneurizmi. Obavezno je i proveriti postojanje udruženih aneurizmi.

Ključne reči: bilateralne aneurizme, prednja moždana aretrija, endovaskularna procedura, mikrohrurgija.

Introduction

Distal anterior cerebral artery (DACA) aneurysms, also known as pericallosal aneurysms are rare, and account for approximately 2-9% of all ruptured intracranial aneurysms [1-4]. Studies have previously associated these aneurysms with multiple intracranial aneurysms disease, with multiple aneurysms presence in 55% of cases [4-6]. Several smaller series of DACA aneurysms indicated the frequency of bilateral aneurysms in 10-20% of cases [1, 7], while mirror positioned DACA aneurysms are extremely rare [8-10]. DACA aneurysms are frequently associated with congenital anomalies and anatomic variations of the DACA [8], although, there are reports of patients with DACA mirror aneurysms without any other vascular variation [9].

Typically, DACA aneurysms are small in size, with a wide neck, and with branches originating from the neck or fundus of the aneurysm [11]. The pericallosal-callosomarginal bifurcation is the most common location of DACA aneurysms [12, 13]. These aneurysms have high tendency for rupture (PHASES score is always >4) [6, 14, 15]. In the most of the cases (67-90%) of the ruptures, DACA aneurysms were less than 7 mm in diameter [6, 16]. In more than a half of the patients with the DACA aneurysm rupture, imaging reveals intracerebral hematoma (ICH), which is much more frequent then in other ruptured aneurysms (53-73% versus 26%) [16, 17]. Treatment options available include endovascular coiling, surgical clipping or by-pass surgery, which is the treatment of choice only in complex cases [4, 17-20].

We present a case of surgically treated unruptured mirror aneurysms of the DACAs, accidentally seen during previous endovascular treatment after ACM aneurysm rupture.

Case report

Six months before admission to our department, 49-year-old female patient was treated endovascularly, in other institution, due to anterior cerebral artery aneurysm (ACM) rupture manifested with subarachnoid hemorrhage (SAH). Digital subtraction angiography (DSA), performed in the course, confirmed the existence of bilobular right ACM aneurysm, and also revealed two small bilateral aneurysms at the distal segments of ACA, left one measuring 4,5mm and the right one measuring 6mm in size, with the aneurysmal neck width of 3mm and 4mm, respectively, without other vascular malformations revealed. (*Figure 1*).

The decision was made by the interventional neuroradiologist only to treat the bleeding ACM aneurysm immediately, while both ACA aneurysms were deemed unsuitable for endovascular treatment at the given moment. The post-procedural period passed without any complications. Follow-up MSCT angiography confirmed the existence of bilateral

aneurysms on DACA segments one more time, as well as complete occlusion of the right MCA aneurysm (*Figure 2*).

The patient was referred to our department six months later, and it was decided to perform microsurgical occlusion of the remaining ACA aneurysms. Unilateral interhemispheric approach was chosen to reach the distal ACAs. Retraction brain injury was prevented by evacuation of about 15ml of cerebrospinal fluid by lumbar puncture preoperatively. Proximal pericallosal ACA segments were identified and then bilateral aneurysms at pericallosal-callosomarginal junction. Both aneurysms were clipped and excluded from the circulation completely, also major draining veins are preserved.

Postoperative course went well and the patient was discharged from our department on the seventh postoperative day without any neurological deficit. Two months after the surgery, follow-up MSCT angiography revealed that all three aneurysms were completely excluded from circulation.

Discussion

Management of DACA aneurysms is a surgical challenge, therefore it is controversial whether these should be surgically clipped or coiled endovascularly, especially in the cases when these are incidentally seen during the endovascular procedure for other aneurysm embolization, when a same-stage, endovascular coiling might look like a perfect approach to occlude mirror DACA aneurysms.

Although endovascular coiling is less invasive, and considered less harmful for the patient, it is associated with significantly higher periprocedural rupture [18] and procedure related morbidity [21] than other circle of Willis aneurysms. Surgical clipping results, on the other hand, are same or slightly better than for aneurysms at other locations [16].

DACA aneurysms are still treated with microsurgical clipping more often than endovascular coiling due to their distal location and morphologic features, nevertheless surgical clipping remains demanding. Moreover, because of their rare occurrence, neurosurgeons often have the lack of experience in surgical treatment of these aneurysms [5, 7, 11, 16].

Non-experienced surgeons are avoiding to operate due to location of the DACA aneurysms in the narrow interhemispheric space [22], difficulties in establishing proximal control, and the high frequency of wide-necked and sclerotic aneurysms in this location, in particular those involving the origin of the branching arteries [4, 21].

Regarding the aneurysm size, only a few cases of a large and giant DACA aneurysms have been reported [5, 6, 14]. Average diameter at the moment of the rupture according to Gherasim et al. was 5.5mm, versus 9mm compared with all other intracranial aneurysms which can be explained due to the lack of resistant arachnoid membranes at the level of the pericallosal cisterns [19]. In our case aneurysms at the distal segments of ACA, were measuring 4,5mm on the left, and the right one measuring 6mm in size, therefore demanding prompt surgical treatment.

According to meta-analysis of Ondra et al. aneurysm recurrence occurred in 3% after surgery and in 19.1% after endovascular treatment, although, in this series, there were no significant differences in procedure-related morbidity and mortality [23]. The most important factor affecting the mortality and morbidity is the presence of associated aneurysms [5]. One stage surgery with unilateral craniotomy is suggested for bilateral DACA and mirror aneurysms, which is relatively straightforward due to their proximity [4], but also in cases when DACA aneurysms were associated with aneurysms at different location to reduce the morbidity and mortality [24, 25].

Initial haemorrhagic event related to DACA aneurysm rupture in more than a half of patients is ICH, which is considered to increase the risk of poor (lethal) outcome [26, 27]. The high incidence of ICHs, higher than for aneurysms elsewhere, is obviously related to the narrow pericallosal cistern and the dense attachments to the adjacent brain surface [26, 28]. IVH is a little less frequent, appearing in 25–30% of the patients [28]. This fact is also supporting our decision to proceed with surgical clipping, due to the possibility of immediate management of the intraoperative/intraprocedural rupture. Also, the risk of ischemic event is better handled, due to better intraoperative overview and handling of the small branches originating from the aneurysm dome.

Bearing in mind the tendency for rupture regardless of small aneurysm size, high incidence of intracerebral hemorrhage, and a relatively high risk of aneurysm recurrence after endovascular treatment at this location [11, 16, 23, 26], we believe that both interventional radiologists and our decision for subsequent early microsurgical treatment was justified.

Conclusion

Successful surgical management of DACA aneurysms mostly depends on understanding of their unique microsurgical anatomy and the surgeon's experience, as well as careful preparation and examination of the patient.

- All patients with DACA aneurysms should be carefully evaluated with DSA or MSCT angiography for the presence of additional aneurysms due to the tendency for multiplicity [5, 26]
- Even the DACA aneurysms revealed during the endovascular procedure, should be referred to surgical treatment as soon as possible [21, 26] (not treated in the same procedure).
- They should be aggressively treated even if they are very small because of their tendency to early rupture [15]

Sufficient brain relaxation, accurate localization of the aneurysm, early identification of the proximal ACA segment, and preservation of the major draining veins, remain necessary for a safe surgery.

Acknowledgement

The authors acknowledge valuable comments and suggestions made by Dr. Milan Lepić, which have contributed to the quality of this paper.

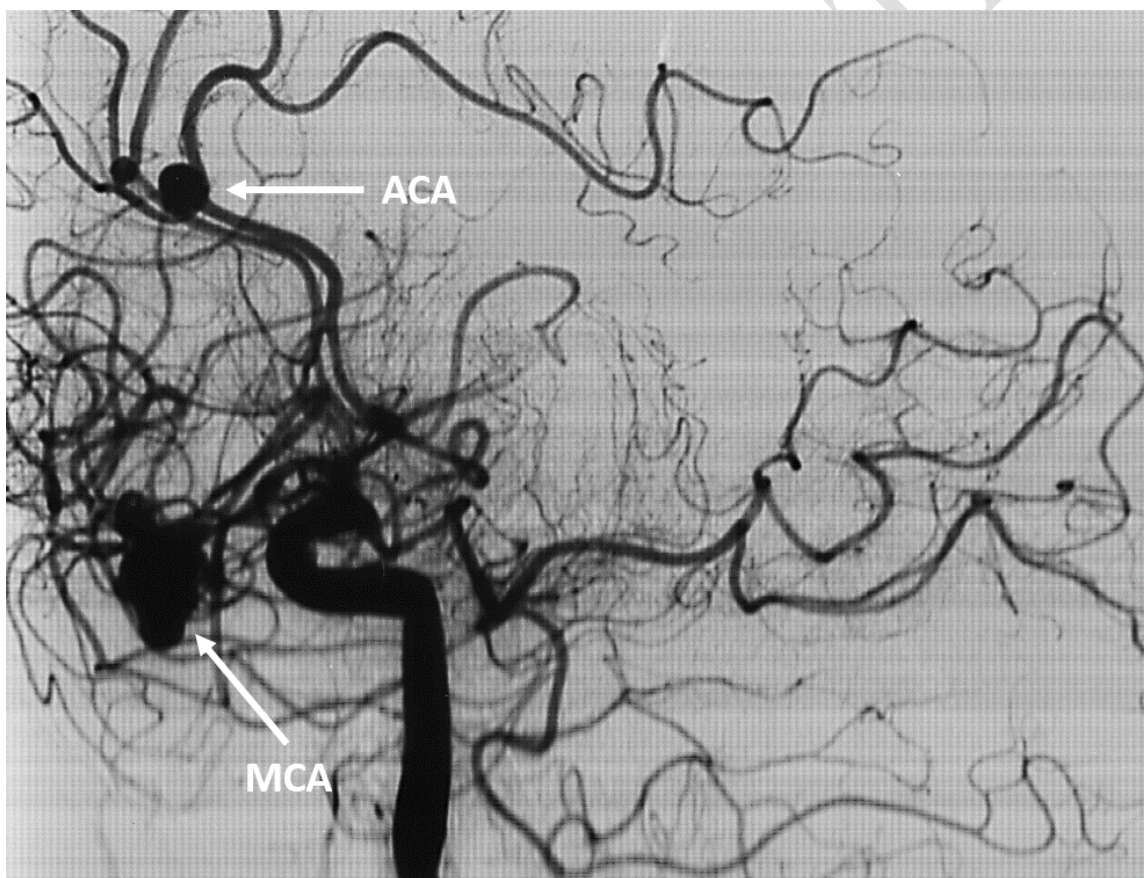


Fig. 1 – DSA examination revealed MCA bilobar aneurysm associated with two small bilateral aneurysms on the DACA segments

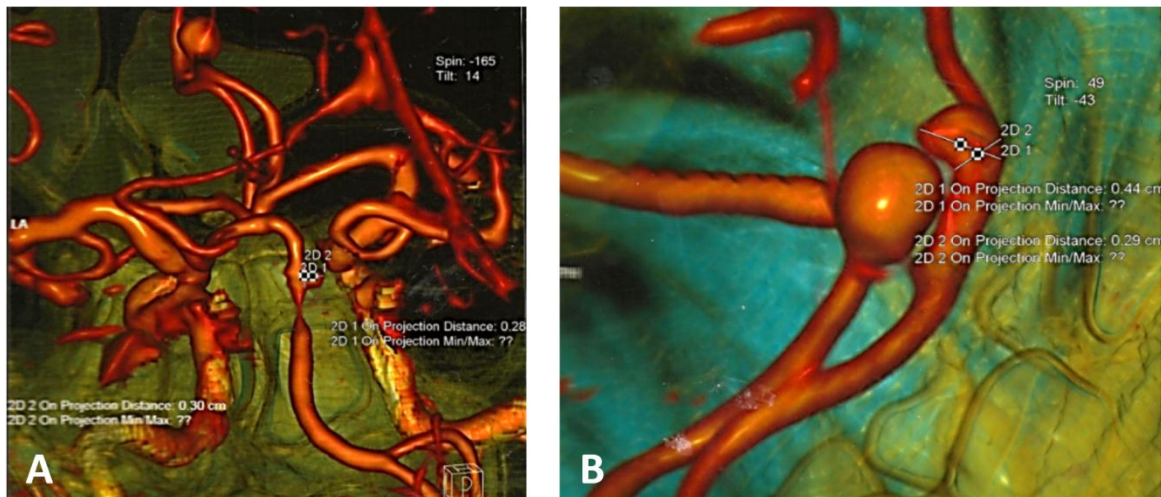


Fig. 2 – MSCT angiography before the surgical procedure showed mirror ACAs aneurysms. A. Anterior view. B. Lateral magnified view with the smaller aneurysm measurement.

References

1. *Laitinen L S A*. Aneurysms of the pericallosal artery: a study of 14 cases verified angiographically and treated mainly by direct surgical attack. *J Neurosurg* 1960; **17**: p. 447–58.
2. *Snyckers F D, Drake C G*. Aneurysms of the distal anterior cerebral artery. A report on 24 verified cases. *S Afr Med J* 1973; **47**(39): p. 1787-91.
3. *Sugar O T M*. Aneurysms of the terminal portion of the anterior cerebral artery. *Arch Neurol Psychiatry* 1948; **60**: p. 81–5.
4. *Yasargil M*, Surgery of the Intracranial Aneurysms and Results. *Microneurosurgery, Clinical Considerations*. Vol. II. 1984, Stuttgart: George Thieme. 224–31.
5. *de Sousa A A, Dantas F L, de Cardoso G T, Costa B S*. Distal anterior cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 1999; **52**(2): p. 128-35; discussion 35-6.
6. *Ohno K, Monma S, Suzuki R, Masaoka H, Matsushima Y, Hirakawa K*. Saccular aneurysms of the distal anterior cerebral artery. *Neurosurgery* 1990; **27**(6): p. 907-12; discussion 12-3.
7. *Wishoff JH F E*. Aneurysms of the distal anterior cerebral artery and associated vascular anomalies. *Neurosurgery* 1987; **20**: p. 735–41.
8. *Nijima K, Yonekawa Y, Kawano T*. [Bilateral pericallosal artery aneurysms in a mirror position]. *No Shinkei Geka* 1989; **17**(8): p. 779-81.
9. *Sousa J, Iyer V, Roberts G*. 'Mirror image' distal anterior cerebral artery aneurysms. A case report of two patients with review of literature. *Acta Neurochir (Wien)* 2002; **144**(9): p. 933-5; discussion 5.
10. *Mori T, Fujimoto M, Shimada K, Shin H, Sakakibara T, Yamaki T*. Kissing aneurysms of distal anterior cerebral arteries demonstrated by magnetic resonance angiography. *Surg Neurol* 1995; **43**(5): p. 497-9.
11. *Lehecka M, Porras M, Dashti R, Niemela M, Hernesniemi J A*. Anatomic features of distal anterior cerebral artery aneurysms: a detailed angiographic analysis of 101 patients. *Neurosurgery* 2008; **63**(2): p. 219-28; discussion 28-9.

12. *Sekerci Z, Sanli M, Ergun R, Oral N.* Aneurysms of the distal anterior cerebral artery: a clinical series. *Neurol Neurochir Pol* 2011; **45**(2): p. 115-20.
13. *Ju-Sung Seo J-H C, Jae-Taeck Huh.* Clinical Features of Distal Anterior Cerebral Artery Aneurysm and Treatment Outcomes. *Kor J Cerebrovascular Surgery* 2011; **13**(2): p. 93-101.
14. *Sindou M, Pelissou-Guyotat I, Mertens P, Keravel Y, Athayde A A.* Pericallosal aneurysms. *Surg Neurol* 1988; **30**(6): p. 434-40.
15. *Greving J P, Wermer M J H, Brown R D, Morita A, Juvela S, Yonekura M, et al.* Development of the PHASES score for prediction of risk of rupture of intracranial aneurysms: a pooled analysis of six prospective cohort studies. *The Lancet Neurology* 2014; **13**(1): p. 59-66.
16. *Lehecka M, Lehto H, Niemela M, Juvela S, Dashti R, Koivisto T, et al.* Distal anterior cerebral artery aneurysms: treatment and outcome analysis of 501 patients. *Neurosurgery* 2008; **62**(3): p. 590-601; discussion 590-601.
17. *Orz Y.* Surgical Strategies and outcomes for distal anterior cerebral arteries aneurysms. *Asian J Neurosurg* 2011; **6**(1): p. 13-7.
18. *Thanh N, Nguyen J R, Daniel Roy, Miguel Chagnon, Alain Weill, Daniela Iancu-Gontard and Francois Guilbert,.* Endovascular treatment of pericallosal aneurysms. *Journal of Neurosurgery* 2007; **107**(5): p. 973-6.
19. *Dorin Nicolae Gherasim G G, Adrian Balasa.* Single center experience and technical nuances in the treatment of distal anterior cerebral artery aneurysms. *Romanian Neurosurgery* 2017; **31**(1): p. 17-24.
20. *Alejandro Monroy-Sosa E N, Albert L. Rhoton Jr. .* Operative Management of Distal Anterior Cerebral Artery Aneurysms Through a Mini Anterior Interhemispheric Approach. *World Neurosurgery* 2017; **108**: p. 519-28.
21. *C.L. Sturiale W B, M.H. Murad, H.J. Cloft, D.F. Kallmes and G. Lanzino.* Endovascular Treatment of Distal Anterior Cerebral Artery Aneurysms: Single-Center Experience and a Systematic Review. *American Journal of Neuroradiology* 2013; **34**(12): p. 2317-20.
22. *Lee J W, Lee K C, Kim Y B, Huh S K.* Surgery for distal anterior cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 2008; **70**(2): p. 153-9; discussion 9.
23. *Petr O, Coufalova L, Bradac O, Rehwald R, Glodny B, Benes V.* Safety and Efficacy of Surgical and Endovascular Treatment for Distal Anterior Cerebral Artery Aneurysms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurg* 2017; **100**: p. 557-66.
24. *Andrade-Barazarte H, Kivelev J, Goehre F, Jahromi B R, Noda K, Ibrahim T F, et al.* Contralateral Approach to Bilateral Middle Cerebral Artery Aneurysms: Comparative Study, Angiographic Analysis, and Surgical Results. *Neurosurgery* 2015; **77**(6): p. 916-26; discussion 26.
25. *Inci S, Akbay A, Ozgen T.* Bilateral middle cerebral artery aneurysms: a comparative study of unilateral and bilateral approaches. *Neurosurg Rev* 2012; **35**(4): p. 505-17; discussion 17-8.
26. *Lehecka M, Dashti R, Lehto H, Kivisaari R, Niemela M, Hernesniemi J.* Distal anterior cerebral artery aneurysms. *Acta Neurochir Suppl* 2010; **107**(15-26): p. 15-26.
27. *Kwon T H, Chung H S, Lim D J, Park J Y, Park Y K, Lee H K, et al.* Distal anterior cerebral artery aneurysms: clinical features and surgical outcome. *J Korean Med Sci* 2001; **16**(2): p. 204-8.
28. *Dashti R, Hernesniemi J, Lehto H, Niemela M, Lehecka M, Rinne J, et al.* Microneurosurgical management of proximal anterior cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 2007; **68**(4): p. 366-77.

Received on December 10, 2017.

Revised on June 21, 2018.

Accepted on June 25, 2018.

Online First July 2018.

PAPER ACCEPTED

TANycytic EPENDYMOma OF THE FILUM TERMINALE REGION; A CASE REPORT

Marko Petrović^{1,2}, Marina Miletić-Kovacević², Nemanja Jovanović^{1,2}, Radivoje Nikolić^{1,2}, Savo Raičević³, Vojin Kovacević^{1,2}

¹ Center for neurosurgery, Clinical Center Kragujevac, Kragujevac, Serbia

² Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia

³ Department of pathology, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia

TANICITIČNI EPENDIMOM FILUM TERMINALE REGIONA; PRIKAZ SLUČAJA

Marko Petrović^{1,2}, Marina Miletić-Kovačević², Nemanja Jovanović^{1,2}, Radivoje Nikolić^{1,2}, Savo Raičević³, Vojin Kovačević^{1,2}

¹ Centar za neurohirurgiju, Klinički Centar Kragujevac, Kragujevac, Srbija

² Fakultet medicinskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac, Srbija

³ Služba za patologiju, Klinički Centar Srbije, Beograd, Srbija

Received / Priljen: 30. 01. 2017.

Accepted / Prihvaćen: 06. 03. 2017.

ABSTRACT

Tanycytic ependymoma is a very rare spindle-cell variant of ependymoma derived from tanocytes, which are part of the primitive nervous system. This paper is presenting 48-year old woman who presented with low back and right-sided leg pain of moderate intensity. MRI showed spinal intradural tumor at the level of the L1 vertebral body. Right-sided L1 hemilaminectomy and en bloc tumor resection were performed. Neuroradiological and intraoperative diagnosis of schwannoma was revised to tanycytic ependymoma after careful immunohistochemical analysis. Six months postoperatively, MRI did not show tumor recurrence. Tanycytic ependymoma at the region of filum terminale is extremely uncommon and only three cases have been described in the literature. The low incidence of this tumor and atypical histological image, which is distinct from the typical features of commonly encountered ependymomas, can present a challenge in terms of making an accurate diagnosis. Awareness of this transitional form of ependymoma among neurosurgeons and pathologists may avoid incorrect surgical approaches and postoperative treatment course.

Key words: tanocytes, ependymoma, filum terminale

SAŽETAK

Tanicitični ependimom je vrlo retka forma ependimoma koja vodi poreklo od tanicita, ćelija koje su deo primitivnog nervnog sistema. Ovde je prikazan klinički slučaj pacijentkinje stare 48 godina, kod koje je bolest počela umerenim bolovima u donjem delu leđa i desnoj nozi. MR pregled je ukazao na spinalni intraduralni tumor u nivou L1 pršljenškog tela. Nakon hemilaminektomije na L1 nivou sa desne strane, tumor je uklonjen u celosti. Nakon pažljive analize imunohistohemijskih preparata, neuroradiološka i intraoperativna dijagnoza švanoma je revidirana u tanicitični ependimom. MR pregled nakon 6 meseci od operacije nije ukazao na sigurne znake recidiva tumora. Tanicitični ependimom u filum terminale regionu je izuzetno redak i do sada je u literaturi opisano 3 slučaja. Niska inidenca ovog tumora i atipična histološka slika, koja se razlikuje od drugih čestih ependimoma u ovoj regiji, može biti veliki izazov pri pokušaju donošenja precizne dijagnoze. Podizanjem svesti o postojanju ove forme ependimoma među neurohirurzima i patolozima mogu se izbeći pogrešni hirurški pristupi, kao postoperativna evaluacija i tok lečenja.

Ključne reči: taniciti, ependimom, terminalni filum

ABBREVIATIONS

MRI - magnetic resonance imaging

L - lumbar

HE - hematoxylin-eosin



INTRODUCTION

Ependymomas are tumors of neuroectodermal origin which usually arise from the ependymal cells in the central canal of the spinal cord, the filum terminale region, choroid plexus or white matter adjacent to the ventricular surface of the brain (1). The annual incidence rate of all ependymomas in Europe is around 2 cases per million, occurring more often in men than women (2), and approximately 15% of all patients are children younger than 5 years (3). Spinal cord and filum terminale lesions are typically associated with back pain of long duration, and motor or sensory deficits of lower and upper extremities. Tanycytic ependymoma is an even more rare spindle-cell variant of ependymoma derived from tanycytes, which are part of the primitive nervous system. By reviewing the scientific papers that have been published so far, it is possible to find three similarly described cases of tanycytic ependymoma occurring at the region of filum terminale (4-6).

In the present paper we report a rare case of a tumor of the cauda equina region in a 48-year-old woman in whom the intraoperative diagnosis of schwannoma was revised to tanycytic ependymoma after the application of immunohistochemical stains and careful interpretation. The identification of ependymoma is of a particular significance not only in this case but in the similar cases as well because of the postoperative treatment course of patients and further evaluation.

CASE REPORT

In this paper, we present the case of a 48-year-old female patient, who was admitted to the Centre for Neurosurgery, Clinical Centre "Kragujevac", Kragujevac, because of the spinal intradural tumor at the level of the L1 vertebral body, that is the region of filum terminale, diagnosed by means of a lumbosacral spine MRI. The lesion showed isointensity on the T1-weighted image and slightly higher signal intensity than the spinal cord on the T2-weighted image with minimal enhancement after gadolinium administration.

The patient's discomfort in terms of low back pain of moderate intensity had lasted for a couple of years before she felt the pain in her right leg five months prior to the hospitalization. There was no presence of a neurological deficit in the patient verified on hospital admission and there was no bowel or bladder dysfunction either.

After preoperative preparation the patient underwent surgery on the sixth day of hospitalization. We performed L1 right-sided hemilaminectomy, after which the strictly restricted intradural tumor was removed. The tumor was friable, its colour was gray-white and it was adherent to the filum terminale and spinal nerve. The entire tumor was removed under operative magnification with surgical microscope, the spinal nerves remained undamaged and the resection of the filum terminale was not performed.

The early postoperative course was uneventful. The patient had neither motor nor sensory deficits nor sphincter disturbances. Sutures were removed on the eighth postoperative day, after which liquorrhea occurred in the cranial part of the postoperative wound. The liquorrhea was managed by means of one secondary suture and the restriction of fluid intake.

Pathohistological analysis (HE staining and immunohistochemistry) indicated the presence of the moderate cellular tumor tissue of glial origin and solid and fascicular structure. Spindle-shaped cells formed perivascular rosettes and they were characterized by round to oval, moderately pleomorphic nuclei and grainy chromatin. In the pathohistological sample the cells showed diffuse immunoreactivity of glial fibrillary acidic protein (GFAP) and individual expression of S100 protein. The lesion was characterized by the pathologists as a grade II tanycytic ependymoma according to the classification of World Health Organization (WHO) (7).

In the further course of treatment the patient was referred to physical therapy. No adjuvant radiotherapy was offered to the patient. In order to exclude the possibility that the removed ependymoma had occurred due to the liquor dissemination – MRI of the endocranium was performed during a postoperative period, showing no sure signs of expansive lesions.

Three months after the surgery, at the first control examination the patient did not claim to feel any level of pain and discomfort. Six months after the surgery a control MRI of the lumbosacral spine was performed, showing no signs of the recurrence of tumor which had previously been operated on. A control MRI is planned to be performed again in a one-year period.

DISCUSSION

Tanycytes are specialized ependymal cells which line the floor of the third ventricle and provide structural and functional links between cerebrospinal fluid and the perivascular and neural space. They can also be found in the spinal cord and represent the common progenitor cells of both ependymal cells and astrocytes (8).

Tanycytic ependymoma is a form of ependymoma that was initially described by Friede and Pollak in 1978, who represented it as neoplasm of low-to-moderate cellularity characterized by a flow of elongated cells with moderate nuclear pleomorphism and usually absent mitotic figures (9). In these lesions, the classic ependymal rosettes and perivascular pseudorosettes are replaced by more fibrillar cells (10). Neoplastic cells usually do not exhibit anaplastic cytological features, and although it has been assigned for grade II lesions in the current WHO classification (7), it is generally a slow-growing and noninvasive tumor (11).

Just like in the case presented here, the clinical presentation correlates with the anatomic location of the neoplasm. Contrast-enhanced MR imaging remains the

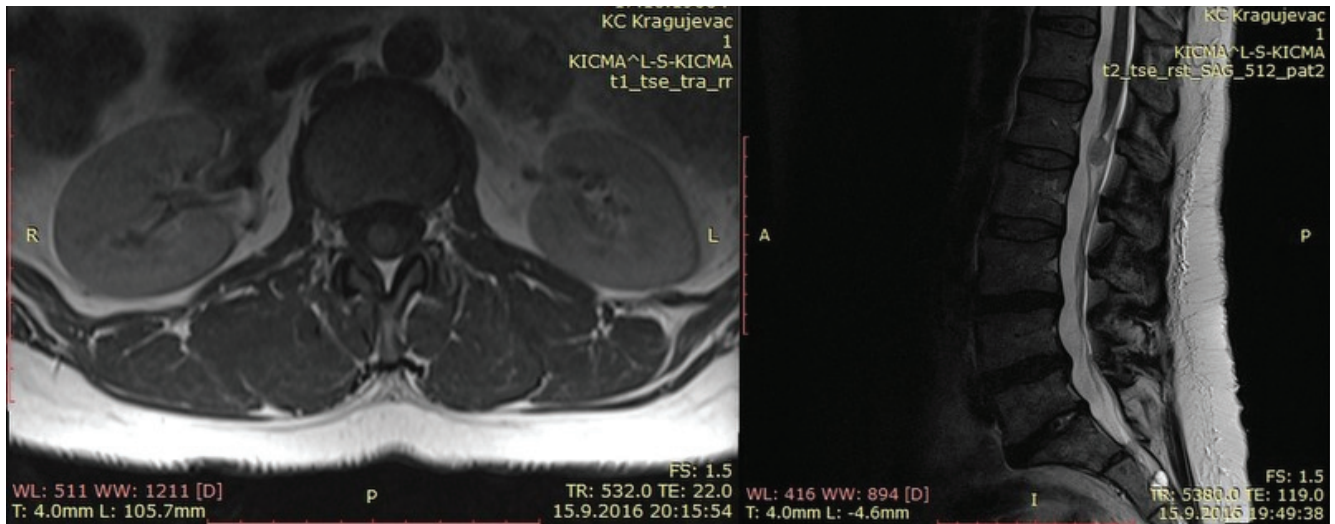


Figure 1. Lesion showed isointensity on the MRI T1-weighted image (1a, transversal plane) and slightly higher signal intensity than the spinal cord on the T2-weighted image (1b, sagittal plane) with minimal enhancement after gadolinium administration.

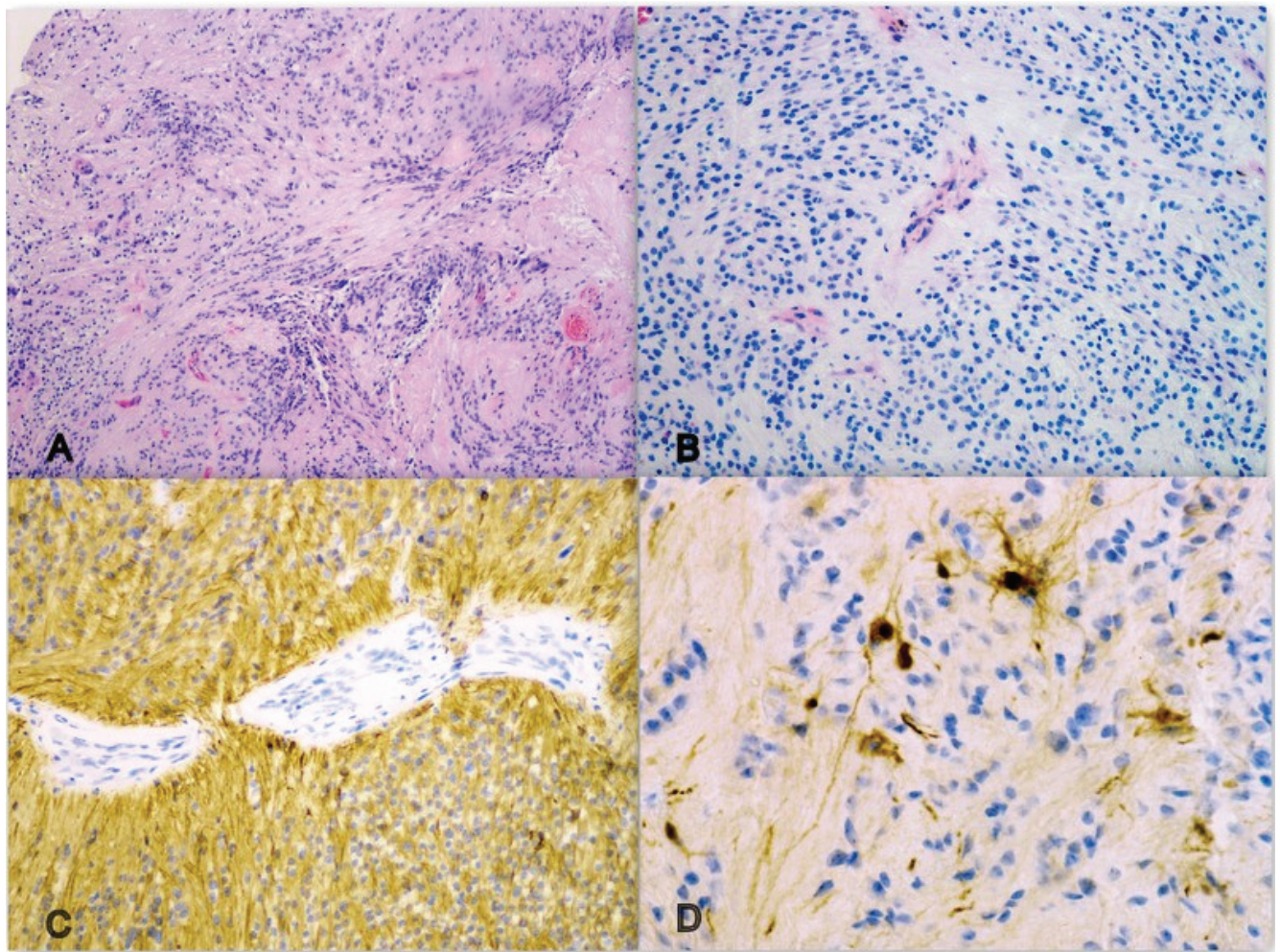


Figure 2.
 A. HE x100 1 - The moderate cellular tumor tissue of glial origin and solid and fascicular structure.
 B. HE x200 1 - The tumor cells contain round to oval nuclei with the grainy chromatin and form rare structures such as perivascular pseudorosettes.
 C. GFAP x200 3 -The tumor cells show diffuse immunorexpression of glial fibrillary acidic protein (GFAP).
 D. S100 x400 3 - The tumor cells show individual expression of S100 protein.



radiological investigation of choice. Due to the similar radiological picture as in myxopapillary ependymomas and cystic schwannomas, the final decision in resolving the diagnostic suspense rests with the pathologist.

Intraoperatively, the tumors have a clear cleavage in regard to neural structures but require a microneurosurgical technique for their removal. Tumors usually have minimal vascularity with cystic component, which contain dark-colored fluid. Among cases reported so far (4, 5), no increase in neurological deficits has been noted. Additionally, no tumor recurrence has been detected in the patients, which indicate favorable outcomes, without adjuvant therapy.

The low incidence of these tumors and atypical histological image, which is distinct from the typical features of commonly encountered ependymomas, can present a challenge in terms of making an accurate diagnosis. However, the presence of spindle cells, eosinophil cytoplasm, oval isomorphic nuclei and the absence of Rosenthal fibers indicate the ependymoma rather than other similar tumors (pilocytic astrocytoma, schwannoma, fibroblastic meningioma) (11). Careful immunohistochemical and ultrastructural analyses are necessary to establish the diagnosis of tanyctic ependymoma. Considering the fact that among other ependymomas in the cauda equine region the most frequent type is myxopapillary ependymoma, the diagnosis of the afore mentioned ependymoma can be excluded in this particular case due to the absence of papillary architecture and myxoid degeneration.

CONCLUSION

Tanyctic ependymoma at the region of filum terminale is extremely uncommon and only three cases have been described in the literature. The treatment of tanyctic ependymomas should be conducted in the same way as ordinary ependymomas, since there is no current evidence suggesting that these morphologically distinct tumors differ in terms of biological behavior. A careful histological inspection with utilization of immunohistochemical stains and ultrastructural microscopy may be necessary to distinguish tanyctic ependymoma from other neoplasms such as schwannoma and pilocytic ependymoma. Awareness of

this transitional form of ependymoma among neurosurgeons and pathologists may avoid incorrect surgical approaches and postoperative course.

REFERENCES

1. Oppenheim JS et al. Ependymomas of the third ventricle. *Neurosurgery*. 1994; 34:350–2.
2. ENCR. European Network of Cancer Registries. Eurocim version 4.0. European incidence database V2.2 (1999). Lyon; 2001.
3. Parkin DM, Kramarova E, Draper JG, et al. International incidence of childhood cancer, vol. II. Lyon: IARC Scientific Pub. No. 144; 1998.
4. Mohindra S, Bal A, Singla N. Pediatric tanyctic ependymoma of the cauda equina. Case report and review of the literature. *J Child Neurol*. 2008; 23:451–454.
5. M. Shintaku, T. Sakamoto. Tanyctic ependymoma of the filum terminale with pleomorphic giant cells. *Brain Tumor Pathol*. 2009; 26:79–82.
6. Neelima Radhakrishnana, N. Suresh Nair b, Divyata Rajendra Hingwalac, T.R. Kapilamoorthyc, V.V. Radhakrishnana, Tanyctic ependymoma of filum terminale: A case report. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2012; 114:169–171.
7. McLendon RE, Wiestler OD, Kros JM, Korshunov A, Ng HK. Ependymoma and anaplastic ependymoma. In: Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, Cavenee WK (eds) WHO classification of tumors of the central nervous system, 4th edn. IARC Press, Lyon, 2007. pp 74–80
8. Boccardo M, Telera S, Vitali A. Tanyctic ependymoma of the spinal cord: case report and review of the literature. *Neurochirurgie*. 2003; 49:605–10.
9. Kobata H et al. Tanyctic ependymoma in association with neurofibromatosis type 2. *Clin Neuropathol*. 2001; 20:93–100.
10. Khaled M. Krisht and Meic H. Schmidt, Tanyctic Ependymoma: A Challenging Histological Diagnosis. *Case Reports in Neurological Medicine*. 2013, Article ID 170791, 5 pages. doi.org/10.1155/2013/170791
11. Kawano N et al. Spinal tanyctic ependymomas. *Acta Neuropathol*. 2001; 101:43–48.