



МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ  
„ПРОФ. Д-Р ПАРАСКЕВ СТОЯНОВ“ - ВАРНА  
КАТЕДРА „НЕВРОХИРУРГИЯ И УНГ БОЛЕСТИ“

Д-р Тони Димитров Кондев

**ИНТРАОПЕРАТИВНА УЛТРАЗВУК АСИСТИРАНА ОЦЕНКА  
НА СТЕПЕНТА НА ДЕКОМПРЕСИЯ ПРИ ЛУМБАЛНА  
СПИНАЛНА СТЕНОЗА**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна  
степен „Доктор“

**Научна специалност: неврохирургия**

**Научен ръководител: Доц. д-р Тони Аврамов, дм**

**Научно жури:**

Проф. д-р Явор Енчев, дмн

Проф. Д-р Христо Цеков дм

Доц. д-р Тони Аврамов, дм

Доц. Д-р Владимир Наков дм

Доц. Д-р Кирил Георгиев дм

**Варна, 2020г.**

Дисертационният труд се състои от 146 страници и е онагледен с 28 таблици и 41 фигури. Използваната библиография включва 287 източника.

Дисертационният труд е обсъден, гласуван и насочен за защита от Катедрен съвет на Катедра по Неврохирургия и УНГ болести на МУ-Варна на 15.05.2020г.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на .....2020г., от .....часа  
В.....  
.....

## СЪДЪРЖАНИЕ

1	УВОД .....	7
2	ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР .....	9
2.1	ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА .....	9
2.2	ЕПИДЕМИОЛОГИЯ .....	9
2.3	ПАТОАНАТОМИЯ И ПАТОФИЗИОЛОГИЯ НА ЛУМБАЛНАТА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	9
2.4	КЛАСИФИКАЦИЯ НА ЛУМБАЛНАТА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	9
2.4.1	Вродена и придобита лумбална спинална стеноза.....	10
2.4.2	Централна и латерална лумбална спинална стеноза.....	10
2.5	ОБРАЗНА ДИАГНОСТИКА.....	11
2.5.1	Количествени радиологични критерии при диагностика на лумбална спинална стеноза.....	11
2.5.2	Конвенционалната спондилография при диагностиката на лумбална спинална стеноза.....	12
2.5.3	Компютърната томография при диагностиката на лумбална спинална стеноза.....	12
2.5.4	Миелографията при диагностиката на лумбална спинална стеноза.....	12
2.5.5	Магнитния резонанс при диагностиката на лумбална спинална стеноза.....	13
2.6	ХИРУРГИЧНО ЛЕЧЕНИЕ ПРИ ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	13
2.7	ОПЕРАТИВНИ ТЕХНИКИ ПРИ ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	14
2.8	ИНТРАОПЕРАТИВНА ОЦЕНКА ПРИ ХИРУРГИЧНО ЛЕЧЕНИЕ НА ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА .....	14
2.8.1	Интраоперативна оценка чрез ултразвук.....	15
3	ЦЕЛ И ЗАДАЧИ .....	16
3.1	ЦЕЛ .....	16
3.2	ЗАДАЧИ: .....	16
4	МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ .....	17
4.1	КЛИНИЧНА ПОПУЛАЦИЯ .....	17
4.2	МЕТОДИ .....	20
4.2.1	Ултразвукова апаратура .....	20
4.2.2	Обща оперативна техника .....	21

4.3	МЕТОДОЛОГИЯ ЗА СЪЗДАВАНЕ НА ПРОТОКОЛ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИНТРАОПЕРАТИВЕН УЛТРАЗВУК ПРИ ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА .....	22
4.4	МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ОБУЧЕНИЕ И ТРЕНИНГ ЗА ПРИЛАГАНЕТО НА ИНТРАОПЕРАТИВЕН УЛТРАЗВУК ПРИ ЛУМБАЛНА СТЕНОЗА .....	24
4.5	МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ВЪВЕЖДАНЕ НА УПОТРЕБАТА НА ИНТРАОПЕРАТИВЕН УЛТРАЗВУК ПРИ ПАЦИЕНТИ С ЛУМБАЛНА СТЕНОЗА ....	24
5	РЕЗУЛТАТИ .....	27
5.1	РАЗРАБОТКА НА ПРОТОКОЛ ЗА УЛТРАЗВУК АСИСТИРАНА ОЦЕНКА НА СТЕПЕНТА НА ДЕКОМПРЕСИЯ ПРИ ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	27
5.1.1	Протокол за ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза: .....	27
5.2	ОБУЧИТЕЛНА ПОДГОТОВКА И ТРЕНИНГ НА ЕКИПА ЗА УПОТРЕБА НА ИНТРАОПЕРАТИВЕН УЛТРАЗВУК ПРИ ПАЦИЕНТИ С ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	30
5.3	ИНДИКАЦИИ ЗА УПОТРЕБА НА УЛТРАЗВУК АСИСТИРАНА ОЦЕНКА НА СТЕПЕНТА НА ДЕКОМПРЕСИЯ ПРИ ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	30
5.4	КОНТРАИНДИКАЦИИ ЗА УПОТРЕБА НА УЛТРАЗВУК АСИСТИРАНА ОЦЕНКА НА СТЕПЕНТА НА ДЕКОМПРЕСИЯ ПРИ ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	31
5.5	ДЕТАЙЛНО РАЗГРАНИЧАВАНЕ НА КОСТНИТЕ И МЕКОТЪКАННИ СТРУКТУРИ В ОПЕРАТИВНОТО ПОЛЕ ЧРЕЗ ИНТРАОПЕРАТИВЕН УЛТРАЗВУК.	31
5.6	ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СТЕПЕНТА НА КОМПРЕСИЯ ПРИ ПАЦИЕНТИ С ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА ЧРЕЗ ИНТРАОПЕРАТИВЕН УЛТРАЗВУК ПРИ БОЛНИ С ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	31
5.7	ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СТЕПЕНТА НА ХИРУРГИЧНА ДЕКОМПРЕСИЯ НА ДУРАЛНИЯ САК И НЕРВНИТЕ КОРЕНЧЕТА ЧРЕЗ ИНТРАОПЕРАТИВЕН УЛТРАЗВУК.....	31
5.8	РУТИННО ИЗПОЛЗВАНЕ В НЕВРОХИРУРГИЧНАТА ПРАКТИКА НА ИНТРАОПЕРАТИВЕН УЛТРАЗВУК ПРИ ОПЕРАТИВНО ЛЕЧЕНИЕ НА ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА В КЛИНИКАТА ПО НЕВРОХИРУРГИЯ НА УМБАЛ „Св. МАРИНА“, ГР. ВАРНА .....	32
5.9	РЕЗУЛТАТИ ПО ОТНОШЕНИЕ СТЕПЕНТА НА ДЕКОМПРЕСИЯ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ИНТРАОПЕРАТИВЕН УЛТРАЗВУК ПРИ СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	32
5.10	СТАТИСТИЧЕСКА ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ ДАННИ ПРИ ИНТРАОПЕРАТИВНА УЛТРАЗВУК АСИСТИРАНА ОЦЕНКА НА СТЕПЕНТА НА ДЕКОМПРЕСИЯ ПРИ ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	32

6	ДИСКУСИЯ .....	42
6.1	ЕПИДЕМИОЛОГИЯ НА ЛУМБАЛНАТА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	42
6.1.1	Епидемиология на лумбалната спинална стеноза по възраст.....	42
6.1.2	Нива с патологични промени при лумбална спинална стеноза .....	43
6.2	КЛИНИЧНИ СИМПТОМИ ПРИ ЛУМБАЛНАТА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	43
6.3	ОБРАЗНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА ДИАГНОСТИКА НА ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА.....	44
6.3.1	Количествени критерии в образната диагностика за лумбална спинална стеноза.....	44
6.3.2	Качествени критерии в образната диагностика за лумбална спинална стеноза.....	45
6.4	УЛТРАСОНОГРАФСКА АНАТОМИЯ НА ЛУМБАЛЕН ОТДЕЛ.....	47
6.5	ОПЕРАТИВНИ ТЕХНИКИ ПРИ ХИРУРГИЧНО ЛЕЧЕНИЕ НА ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА .....	48
6.6	ИНТРАОПЕРАТИВНИ МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА СТЕПЕНТА НА ДЕКОМПРЕСИЯ ПРИ ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА .....	48
6.6.1	Рентгенографията при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза.....	49
6.6.2	Интраоперативна миелография при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза .....	49
6.6.3	О-рамо при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза.....	50
6.6.4	Интраоперативен МР при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза .....	51
6.6.5	Ендоскопията при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза.....	51
6.7	УЛТРАСОНОГРАФИЯТА ЗА ИНТРАОПЕРАТИВНА ОЦЕНКА .....	52
6.8	ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ИНТРАОПЕРАТИВНИЯ УЛТРАЗВУК .....	53
6.9	ИНТРАОПЕРАТИВНИЯ УЛТРАЗВУК В СПИНАЛНАТА ХИРУРГИЯ .....	54
6.10	ИНТРАОПЕРАТИВЕН УЛТРАЗВУК ПРИ ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА .....	55
6.10.1	Ултрасонографски изглед на нормални и абнормни структури в лумбалния спинален канал. ....	56
6.10.2	Количествени измервания чрез ултрасонограф при лумбална спинална стеноза.....	57

6.11	КОЛИЧЕСТВЕНИ КРИТЕРИИ ЗА СТЕПЕНТА НА ДЕКОМПРЕСИЯ ПРИ ЛУМБАЛНА СПИНАЛНА СТЕНОЗА .....	58
6.12	ПОДОБРЕНИЯ В УЛТРАСОНОГРАФИЯТА.....	59
6.13	ПРЕДИМСТВА НА ИНТРАОПЕРАТИВНИЯТ УЛТРАЗВУК.....	60
7	ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ИЗВОДИ.....	62
7.1	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	62
7.2	ИЗВОДИ .....	63
8	САМООЦЕНКА НА ПРИНОСИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД .....	65
9	СПИСЪК НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ И СЪОБЩЕНИЯ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД .....	66
9.1	ПУБЛИКАЦИИ В ПЪЛЕН ОБЕМ.....	66
9.2	ДОКЛАДИ .....	66

### **Използвани съкращения**

LF- ligamentum flavum

MP- магнитен резонанс

КТ- компютърен томограф

УЗ- ултразвук

## 1 УВОД

Лумбалната спинална стеноза се дефинира като патологично стеснение на вертебралния канал и/ или интервертебралните форамени, което води до компресия на дуралния сак и/ или нервните коренчета. Нарастващото стеснение на спиналния канал се причинява от дегенеративни промени като фасетна артропатия, дискова дегенерация, спондилолистеза, деформация/ удебеляване на жълтата връзка, които оказват компресия на дуралния сак и нервните коренчета.

Основните клинични прояви при лумбална спинална стеноза са неврогенно клаудикацио и лумбалгия, като често се установява и наличие на радикулерна симптоматика преминаваща по долните крайници. Тези оплаквания създават предпоставка за инвалидизация на пациентите, невъзможност за извършването на голяма част от всекидневните им действия и влошено качество на живот.

През последните години хирургичното лечение е утвърдено като тенденция при лечението на лумбална спинална стеноза. Спиналната стеноза е най-честата индикация за оперативно лечение в лумбален отдел, като също така достигна и висок процент сред хирургичните интервенции осъществени при възрастни пациенти (< 65г.). Това прави спиналната стеноза социално значимо заболяване и честа причина за консултация за оперативно лечение.

Индикациите за провеждане на оперативна интервенция към този момент не са стандартизирани и се определят въз основа на клиничната картина и данните от образните изследвания, чрез които се оценява степента на компресия и таргетните нива. Основната цел на оперативното лечение е осъществяване на декомпресията на засегнатите нервни структури. До голяма степен усещането на оператора е водещо при поставяне на интраоперативна оценка за декомпресия. Това е предпоставка за въвеждането на различни интраоперативни методи, чрез които да се възпроизведат обективни и доказателствени данни за степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза. Съществуват редица интраоперативни техники свързани с употребата на С- или О-рамо, ендоскоп, интраоперативен МР, чрез които може да получи търсената информация. За съжаление употребата им е свързана с висока крива на обучение и изисква специално оборудване, което могат да си позволят само високо специализирани центрове.

Диагностичната сонография или ултрасонография е образна техника базирана на употребата на ултразвук. Интраоперативният ултразвук е устройство, което се използва често в неврохирургията. Сонографията може

да бъде надежден метод за интраоперативна оценка, тъй като позволява детайлно разграничаване на отделните анатомични структури в гръбначномозъчния канал. Поради това е уместно да се установи дали чрез въвеждането на интраоперативен ултразвук е възможно достигането на точна, бърза и моментна оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза.



## **2 ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР**

### **2.1 Лумбална спинална стеноза**

Лумбалната стеноза представлява стеснение на спиналния канал от заобикалящата го кост и меки тъкани, които оказват компресия на разположените в него нервни структури (Machado et al. 2015). Основната причина за лумбална спинална стеноза е прогресивната сегментна дегенерация на анатомичните структури изграждащи спиналния канал в лумбален отдел.

### **2.2 Епидемиология**

В световен мащаб 266 милиона човека годишно (3.63% от световното население) са диагностицирани с дегенеративно заболяване в лумбален отдел, като 1,41 % са с лумбална спинална стеноза. Най-висока е честотата в Европа (5.7%; 5668 на 100 000) и най-ниска в Африка (2.4%). Високият процент случаи в Европа е резултат от високото ниво на здравеопазване и богатата база статистически данни. По същия начин, ниското разпространение в Африка може да се обясни отчасти поради ниското качество и трудният достъп до диагностични и лечебни заведения (Ravindra et al. 2018).

### **2.3 Патоанатомия и патофизиология на лумбалната спинална стеноза**

От патофизиологична и патоанатомична гледна точка се предполага, че дисковата дегенерация е водеща при загубата на сегментната височина и заедно с дисковата потрузия водят до стесняване на спиналния канал. Интервертебралният диск стабилизира гръбначния стълб като свързва съседните прешлени и в същия момент позволява движения между тях, осигурявайки подвижността му. Благодарение на диска също така се абсорбира и разпределя натоваарването върху гръбначния стълб (Kalichman et al. 2009). С напредване на годините междупрешленните дискове подлежат на постоянни промени в техния обем, форма, структура и композиция, което намалява движенията и променя механичните качества на гръбнака.

### **2.4 Класификация на лумбалната спинална стеноза**

Лумбалната спинална стеноза често се класифицира на фона на дескриптивни елементи, като етиология (дегенеративна или вродена), локализация (централна, латерална, фораминална, екстремно латерална) и в зависимост от степента на стеснение на спиналния канал (лека, средна, тежка).

### **2.4.1 Вродена и придобита лумбална спинална стеноза**

През 1976, Arnoldi et al. (Arnoldi et al.) предлага първата модерна класификация за лумбална стеноза, разделяйки я първоначално на вродена и придобита (дегенеративна) стеноза. Вродената стеноза се дефинира като костна дисплазия, водеща до стесняване на спиналния канал, като допълнително се подразделя на идиопатична и ахондропластична вродена стеноза.

### **2.4.2 Централна и латерална лумбална спинална стеноза**

Спиналната стеноза може да се раздели на централна и латерална (фораминална) форма, според анатомичните области, които засяга. Централната спинална стеноза обхваща областта между ставните фасетки, която е изпълнена от твърдата мозъчна обвивка и нейното съдържимо. Най-чест симптом при централна спинална стеноза е неврогенното интерминентно клаудикацио.

#### **2.4.2.1 Централна лумбална спинална стеноза**

Централната стеноза се развива на интервертебрално ниво и е причинена от нагъване или хипертрофия на LF, дискова потрузия, хипертрофия на зигапофизеалните стави, и дегенеративна спондилолистеза. Епидуралната мазнина обикновено се редуцира значително освен малко количество по задната повърхност, основно по средна линия. Наличието на централна стеноза на образните изследвания е доста отличително, като обикновено се засягат множество нива. Образни изследвания като миелография и МР могат да очертаят тези промени. 40 % от централната стеноза е вторична в резултат от промени по меките тъкани в централния канал (Fukuяama et al. 1995).

#### **2.4.2.2 Латерална лумбална спинална стеноза**

Латералната спинална стеноза е честа причина за лумбална радикулерна болка . Латералната лумбална спинална колона включва латералните рецесуси и интервертебралните форамени. Тези две зони образуват канал, през който нервните коренчета излизат. Lee et al. (С. К. Lee, Rauschning, and Glenn 1988) разделят коренчевия канал в три зони за да изяснят анатомично и за да опишат патологичните структури, отговорни за коренчевата компресия в тези три зони: латерално рецесуална, фораминална и екстрафораминална (Фигура 1). Латералният рецесус (Lee's entrance zone) е субартикуларната зона и се разполага медиално на педикула. Като синоним се използва също така и термина зона на

латералния рецесус (Ciric et al. 1980). “Entrance” зоната е разположена анатомично под горния артикуларен израстък на зигапофизеалната става и медиално на педикула. Зоната започва от началото на латералния рецесус в областта на латералния аспект на дуралния сак и продължава косо надолу и латерално към интервертебралния форамен (Haig et al. 2002; McAfee and Yuan 1982). Анатомично, латералния рецесус граничи латерално с педикула, назад с горния артикуларен израстък, и напред от задната латерална повърхност на прешленното тяло и интервертебралния диск (Johnson et al. 1989). Медиалната граница на латералния рецесус е образуван от дуралния сак.

## **2.5 Образна диагностика**

Както клиничните, така и радиологичните находки за лумбална спинална стеноза са от особено значение. Основните радиологични промени за спинална стеноза са костното стесняване, намаляване на количеството на мастна тъкан в спиналния канал и деформацията на гръбначния стълб в сагитална и коронарна проекция.

### **2.5.1 Количествени радиологични критерии при диагностика на лумбална спинална стеноза**

Steurer et al. (Steurer et al. 2011) осъществяват литературен обзор на количествените радиологични критерии при лумбална спинална стеноза. При проучването се установяват следните характеристики:

*Предно- заден диаметър на дуралния сак*- разстоянието между средата на тялото на прешлена и средата от основата на processus spinosus като граница на дуралния сак (Фигура 2). Крайните стойности варират според различните нива на измерване (<10 до <15 mm) (Hughes, Makirov, and Osadchiy 2015; Steurer et al. 2011).

*Напречно сечение на дуралния сак*- представлява обемно представяне на напречното сечение на дуралния сак (Фигура 4). Крайните стойности са <75 до <130 mm<sup>2</sup> (Laurencin et al. 1999; Mariconda et al. 2002).

Измерването на определена зона на дуралния сак в напречно сечение е приета като по-ефективна при диагностиката на централна стеноза, отколкото измерването на костния спинален канал (Richard W. Porter 1996).

### **2.5.2 Конвенционалната спондилография при диагностиката на лумбална спинална стеноза**

Конвенционалната спондилография като изследване се използва при идентифициране на фрактури от травма и е полезна при оценка относно загуба на дискова височина и наличие на остеофити. Рентгенографските изследвания могат да бъдат насочващи за произхода на лумбалгия и да демонстрират дегенеративни промени. Те позволяват да се открият дефекти в интерартикуларните цепки при коса проекция и нестабилност чрез динамични проекции. Според Schonstrom et al. (SCHONSTROM, BOLENDER, and SPENGLER 1985) някои основни белези на извършената конвенционална рентгенография може да насочат към диагностицирането на лумбална спинална стеноза. Например наличието на къси педикули е фактор за наличие на вродена спинална стеноза.

### **2.5.3 Компютърната томография при диагностиката на лумбална спинална стеноза**

Компютърната томография (КТ) предоставя по-добра резолюция при костните измервания на каналите и разграничаването на задните елементи. Дегенеративните, ерозивните и деструктивните промени на ставите, капсуларната калцификация и костните дефекти се наблюдават най- отчетливо при КТ. Докато МРТ е по-чувствителен при изобразяване на дискови промени, КТ е метод на избор за отдиференциране на твърдите от меките тъкани (Tom Amundsen et al. 1995).

КТ също позволи да се въведат критични размери на дуралния сак и да се сравнят с експериментални стойности, което обуслови измерването в трансверзална проекция на дуралния сак да придобие статута на основен критерий при диагностиката на централна спинална стеноза (Wildermuth et al. 1998). Тези стойности варират в големи граници при различните индивиди, но когато стеснението на канала е видимо, коренчетата на cauda equina се помещават в недостатъчно пространство. Това прави възможно употребата на напречното сечение на дуралния сак като критерии за централна стеноза. (Ozawa et al. 2012).

### **2.5.4 Миелографията при диагностиката на лумбална спинална стеноза**

Bischoff et al. (Bischoff et al. 1993) установяват, че след проведени КТ миелографии, МР и конвенционални миелографии за диагностициране на спинална стеноза, че КТ-миелографията и МРТ са най-точни (85,3%) и най-чувствителни (87,2%), докато миелографията е по-специфична (88,9%) (Ishimoto

et al. 2013). Те установяват, че КТ-миелографията е най-чувствителна и точна за диагностициране на спинална стеноза. Проучването има няколко методични ограничения. След осъществяването на МРТ за поставяне на диагнозата, се извършвала КТ-миелография. След което тези пациенти били подлагани на оперативно лечение, обосновано на КТ-миелографията, което практически намалява точността на МРТ и повишава това на контрастните изследвания (Fortin and Wheeler 2004).

### **2.5.5 Магнитния резонанс при диагностиката на лумбална спинална стеноза**

Изборът на терапевтично поведение при лумбална спинална стеноза е предизвикателство и изисква точен анализ на анамнестичните данни, клиничната картина и образната диагностика. Магнитно-резонансовият образ е най-често използваната образна модалност за диагностика на лумбална спинална стеноза (Steurer et al. 2011). През последните години МР се превърна в „златен стандарт“ при диагностицирането на лумбална спинална стеноза, поради способността си да визуализира рентген-негативните меки тъкани (Szpalski and Gunzburg 2003). Той е също така и стандартна процедура за разкриване на стеноза и компресия на cauda equina. Според сведения в проучвания неговата чувствителност е от 87% до 96%, а неговата специфичност от 68% до 75% (Koc et al. 2009). Като правило, T1 и T2 образите е необходимо да се разглеждат както в сагитална, така в трансверзална и коронарна проекция.

### **2.6 Хирургично лечение при лумбална спинална стеноза**

Броят на хирургичните процедури извършени за лумбална спинална стеноза се повишава постоянно през последните години (например честотата на сложните хирургични процедури с фузия се е увеличила 15-кратно между 2002 и 2007г.). Лумбалната спинална стеноза е най-честата индикация за хирургия в лумбален отдел и се наблюдава приблизително по 5 случая на 100,000 индивида годишно (Mobbs et al. 2014).

Atlas et al. (Atlas et al. 2005) са проследили пациенти от 8 до 10 години и установяват по-добри резултати при тези от първите четири години, които са се подложили на оперативно лечение. В края на периода, двете групи не са се различавали по отношение на болките в кръста и цялостно задоволство, докато всички пациенти са отбелязали намаляване на болките в крайниците. Необходимо е да се отбележи, че 37% от пациентите, които първоначално са лекувани консервативно, в последствие са се подложили на оперативно лечение.

Радикулерните симптоми са с подобрене при 67 % от пациентите, които са претърпели хирургична интервенция и при 41% от тези лекувани консервативно. Chang et al. (Chang et al. 2005) доказват, че хирургичното лечение е свързано с по-добри резултати в сравнение с консервативното при 10-годишно проследяване.

## **2.7 Оперативни техники при лумбална спинална стеноза**

Повечето от съвременните автори препоръчват хирургични техники, които запазват задните елементи на прешлена (Celik et al. 2010; Postacchini et al. 1993). Разширената мускулна дисекция от средна линия може да предизвика слабост и мускулна деинервация (Hopp and Tsou 1988; Mayer et al. 1989). В допълнение премахването на структурите по средна линия (processus spinosus, интерспинозни и супраспинални лигаменти) може да предизвикат нестабилност след оперативната интервенция (Chang et al. 2005; Katz et al. 1991). Ламинотомията е най-честата описана декомпресивна процедура. Други техники като ендоскопска ламинотомия и остеотомия на processus spinosus също са създадени с цел превенция на задните елементи. Доказано е, че степента на декомпресия при тези техники е приблизително еднакво спрямо ламинектомията (Overvest et al. 2015b; Thomé et al. 2005). За съжаление тези техники са технически изисквателни поради ограниченото поле за декомпресия и могат да увеличат броя на усложнения (Friedly et al. 2014). Освен това, важноста от запазването на задните елементи е все още не изцяло изяснена. В по-голямата си част спиналната стабилност зависи от зигапофизеалните стави и интервертебралния диск (Spetzger et al. 1997), тъй като задържането, което се образува от задните лигаменти по време на флексия е малко в сравнение със силата на лумбалната мускулатура (Oertel et al. 2006). Поради това спиналната стабилност е минимално засегната при извършване на запазваща ставите ламинектомия.

## **2.8 Интраоперативна оценка при хирургично лечение на лумбална спинална стеноза**

Оперативният подход при лумбална спинална стеноза е строго индивидуален в зависимост от образните изследвания и находката по време на операция. До момента не съществува надежден метод за оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза. Съществуват разнообразни видове техники и методи за добавяне на информация, насочващи и подпомагащи решението на хирурга.

### **2.8.1 Интраоперативна оценка чрез ултразвук**

Ултразвука е моментно изследване. Възможността да се изобразяват в реално време анатомичните особености, по време на оперативна процедура, превръщат сонографията в ценно хирургично допълнение, което може да въздейства върху поведението на специалиста (Dohrmann and Rubin 1982; Kane 2005). Интраоперативният ултразвук е бърз и ефективен метод, чрез който може да се характеризират заболяванията на гръбначния стълб, гръбначния мозък или дуралния сак, да се локализира точното им местоположение, намалявайки риска от увреда на гръбначния мозък и нервните коренчета (Montalvo and Quencer 1986).

### **3 ЦЕЛ И ЗАДАЧИ**

#### **3.1 Цел**

Целта на настоящото проучване е да се изследва ефективността на интраоперативната ултрасонография за обективна оценка на степента на декомпресия при оперативно неврохирургично лечение на лумбална спинална стеноза. Въз основа на получените резултати да се оцени стойността на метода, да се изработи протокол за приложение на ултрасонографията като интраоперативно приложение при тази патология и той да се въведе като рутинен метод в операционните зали за оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза.

#### **3.2 Задачи:**

1. Да се дефинират прецизни индикации и контраиндикации за приложение на интраоперативната ултрасонография за оценка степента на оперативна декомпресия при лумбална спинална стеноза, на базата на обстоен литературен обзор.

2. Да се разработи протокол за употреба на интраоперативна ултрасонография при неврохирургично лечение на спинална стеноза.

3. Да се проведе обучение и тренинг на екипа за употреба на интраоперативен ултразвук при пациенти с лумбална спинална стеноза

4. Да се приложи интраоперативната ултрасонография за оценка на степента на хирургична декомпресия на дуралния сак и нервните коренчета при група болни с лумбална стеноза.

5. Да се оцени ефективността на интраоперативната ултрасонография за оценка на степента на декомпресия при проучване на група болни с лумбална спинална стеноза.

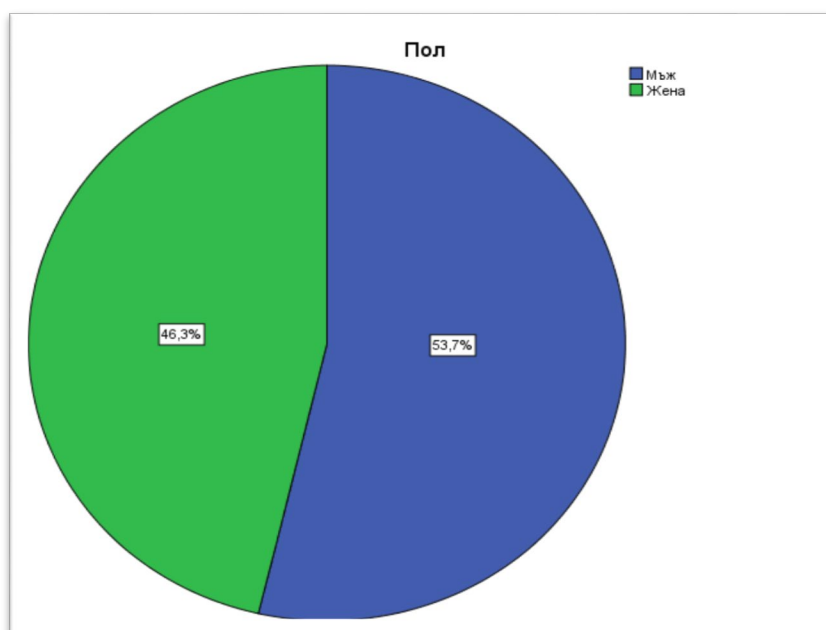
6. На базата на статистическа обработка и анализ на данните да се формулират препоръки за приложението на интраоперативната ултрасонография при неврохирургично лечение на болни с лумбална стеноза.



## 4 МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

### 4.1 Клинична популация

Интраоперативна ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза бе извършена от февруари 2015 до ноември 2018г. в Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“- гр. Варна. За този период интраоперативна оценка бе осъществена при 149 пациента. При всички пациенти предоперативните образни изследвания показват високостепенна лумбална стеноза на гръбначномозъчния канал с компресия на дурата и коренчетата за съответното ниво. От изследваните 149 пациента, 80 с относителен дял 53.7% са мъже, а 69 (46,3%) са жени (Фигура 1).



**Фигура 1.** Разпределение на случаите в серията по пол.

Пациентите в серията са на възраст от 35 до 83 г. Средната възраст на всички болни е 63,89 г. при стандартно отклонение 8,837 г. За мъжете тя е 64,21 г. при стандартно отклонение 8,407 г., а за жените е 63,51 г. със стандартно отклонение 9,358 г. Най-често срещаната възраст за всички болни е 65 г., като за мъжете тя е 64 г., а за жените 69 г.

Разпределението по възрастови групи и по пол показва, че от всичките 149 болни 69 (46,3%) са на възраст 61-70 г. От тях 37 са мъже, а 32 – жени.

На второ място се нарежда групата болни на възраст 51-60 г., която включва 35 болни (23,5%). От тях 19 са мъже и 16 – жени.

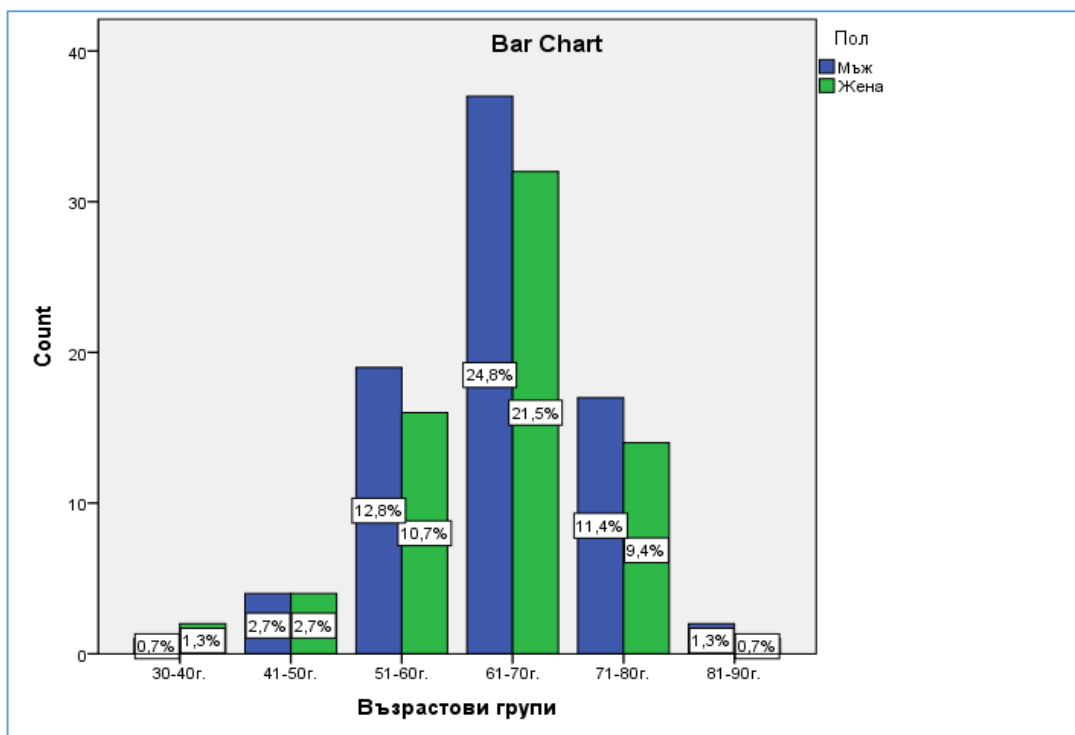
На трето място по численост е 5-та група, състояща се от 31 болни (20,8%) на възраст 71-80 г. От тях 17 са мъже и 14 – жени. (Таблица 1).

Възрастови групи * Пол					
			Пол		Общо
			Мъж	Жена	
Възрастови групи	30-40г.	Брой	1	2	3
		% от Възрастови групи	33,3%	66,7%	100,0%
		% от Пол	1,2%	2,9%	2,0%
		% of Общ брой	0,7%	1,3%	2,0%
	41-50г.	Брой	4	4	8
		% от Възрастови групи	50,0%	50,0%	100,0%
		% от Пол	5,0%	5,8%	5,4%
		% от Общ брой	2,7%	2,7%	5,4%
	51-60г.	Брой	19	16	35
		% от Възрастови групи	54,3%	45,7%	100,0%
		% от Пол	23,8%	23,2%	23,5%
		% of Общ брой	12,8%	10,7%	23,5%
	61-70г.	Брой	37	32	69
		% от Възрастови групи	53,6%	46,4%	100,0%
		% от Пол	46,2%	46,4%	46,3%
		% of Общ брой	24,8%	21,5%	46,3%
	71-80г.	Брой	17	14	31
		% от Възрастови групи	54,8%	45,2%	100,0%
		% от Пол	21,2%	20,3%	20,8%
		% of Общ брой	11,4%	9,4%	20,8%
	81-90г.	Брой	2	1	3
		% от Възрастови групи	66,7%	33,3%	100,0%
		% от Пол	2,5%	1,4%	2,0%
		% of Общ брой	1,3%	0,7%	2,0%

Общо	Брой	80	69	149
	% от Възрастови групи	53,7%	46,3%	100,0%
	% от Пол	100,0%	100,0%	100,0%
	% of Общ брой	53,7%	46,3%	100,0%

**Таблица 1.** Разпределение на пациентите по възрастови групи

Това двумерно разпределение по пол и възрастови групи е илюстрирано със следващата графика. (Фигура 2).



**Фигура 2.** Разпределение на пациентите по възрастови групи

В серията най-честото засегнато ниво със спинална стеноза бе L4-L5 при 70,5% от пациентите, последвано от L3-L4 (47,0%) и съответно L5-S1 (12,1%), L2-L3 (10,7%) и L1-L2 (4,0%). Като процентното разпределение на този фактор в съображение с пола на болните, не забелязва съществена промяна, с изключение на факта, че при мъжете се установява наличие на спинална стеноза по-често на ниво L2-L3 (12,5%) в сравнение с L5-S1 (10%). Относителният дял на нивата със спинална стеноза по пол и общо, е представен в Таблица 2.

Нива със стеноза	мъже		жени		общо	
	брой	(%)	брой	(%)	брой	(%)
L1-L2	2	2,5%	4	5,8%	6	4,0%
L2-L3	10	12,5%	6	8,7%	16	10,7%
L3-L4	39	48,8%	31	44,9%	70	47,0%
L4-L5	55	68,8%	50	72,5%	105	70,5%%
L5-S1	8	10,0%	10	14,5%	18	12,1%

**Таблица 2.** Относителен дял на нивата със стеноза по пол и общо (%)

## 4.2 Методи

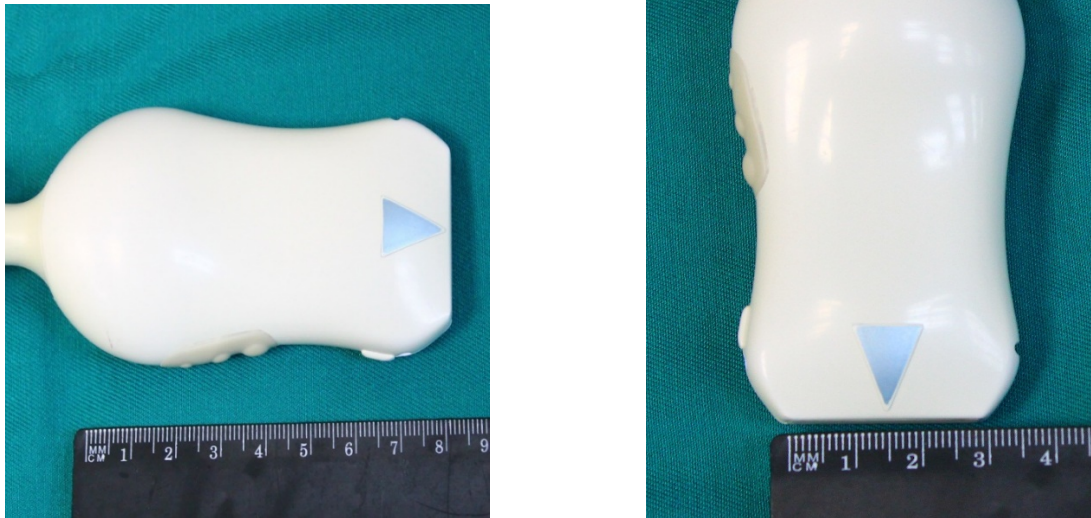
При оперативните интервенции, осъществени в Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“– гр. Варна, е използван ултразуков апарат MyLab™One/Touch, Esaote (Фигура 3) и линейен трансдюсер SL3235 appleprobe/ Wideband Linear Array 28 mm - 18-6 MHz (Фигура 4)

Преобладаваща част от интраоперативните ултразвук асистирани оценки на степента на декомпресия са съхранени във външна USB памет под формата на снимков и видео материал.

### 4.2.1 Ултразвукова апаратура



Фигура 3. Изобразяване на ултразуков апарат MyLab™One/Touch, Esaote.



**Фигура 4.** Изобразяване на линейен трансдюсер SL3235 appleprobe/ Wideband Linear Array 28 mm - 18-6 MHz

#### **4.2.2 Обща оперативна техника**

Оперативната интервенция се осъществява под обща анестезия. Положение на пациента по корем. Прави се линеен кожен разрез по средна линия обхващащ патологичните нива. Отдисецира се паравертебралната мускулатура едностранно при хемиламинектомия или двустранно при ламинектомия. Последва ламинектомия или хемиламинектомия, за да се постигне костен прозорец необходим за ултразвуково изследване според избрания предварително трансдюсер. След оформянето на костен прозорец оперативното поле се изпълва с физиологичен серум 0.9% с цел създаване на акустична среда. Първоначално линейния трансдюсер се въвежда в надлъжна проекция, за да се получи анатомична ориентация по отношение положението на междудисковото пространство и съседните прешлени. Верифицират се нивата на компресия. Измерва се предно-задния диаметър на дуралния сак. Следва въвеждане на трансдюсера в напречна проекция за измерване на предно-заден диаметър и напречно сечение на дуралния сак. Определя се степента на компресия, след което се осъществява костна и мекотъканна декомпресия. Повторно се въвежда трансдюсера в надлъжна и напречна проекция, като данните се сравняват с параметрите от предходното изследване. При данни за персистираща компресия

се повтарят гореописаните стъпки до постигане на пълна декомпресия на дуралния сак и съответните нервни коренчета.

#### **4.3 Методология за създаване на протокол за използване на интраоперативен ултразвук при лумбална спинална стеноза**

Протоколът за използване на интраоперативен ултразвук при лумбална спинална стеноза е разработен въз основа на обстоен обзор на специализираната литература. Методологията за създаване на протокол, неговото рутинно въвеждане в клиничната практика и евентуалното му модифициране включва редица стъпки, които са отразени във Фигура 5.

Използването на интраоперативен ултразвук, не бива да отнема много оперативно време, нито пък да е прекалено усложнено и да затруднява персонала. Първата секция трябва да включва проверка на апарата и въвеждане на данни на пациента. Втората секция да има проверки с цел оценка степента на компресия и определяне на необходимата оперативна интервенция. Третата секция трябва да включва интраоперативна проверка степента на декомпресия и определяне необходимостта от продължаване на хирургичната дейност.



**Фигура 5.** Алгоритъм отразяващ ключовите стъпки в изграждането, въвеждането в клиничната практиката и модифицирането на базата на постигнатите резултати и обратна връзка от страна на екипа на протокол за използване на интраоперативен ултразвук при лумбална стеноза

#### **4.4 Методология за обучение и тренинг за прилагането на интраоперативен ултразвук при лумбална стеноза**

Преди въвеждането на интраоперативния ултразвук при лумбална стеноза в рутинната клинична практика през месец Февруари 2015 г. е направено обстойно проучване и обучение на лекарския персонал на Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“ за правилното му приложение.

Методологията на обучение включва: обстоен литературен обзор за използването на интраоперативния ултразвук при лумбална стеноза и запознаване на лекарския персонал с наличните сведения; запознаване с възможностите и начина на употреба на интраоперативния ултразвук; дискусия с въпроси и отговори между изследователя и членовете на екипа; тренинг за използване на интраоперативен ултразвук при лумбална стеноза; специфични инструкции за употребата му в операционните зали.

Периодично е провеждано такова обучение и на новопостъпилите лекари.

#### **4.5 Методология за въвеждане на употребата на интраоперативен ултразвук при пациенти с лумбална стеноза**

Методологията за въвеждане на употребата на интраоперативен ултразвук при пациенти с лумбална стеноза включва четири последователни етапа.

Първият етап обхваща времето на усвояване на знания относно интраоперативен ултразвук при лумбална стеноза, процеса на обучение за използването му, тренинг за правилната му употреба и оценяване на придобитите познания.

Вторият етап е периодът на изграждане на нагласи. Той включва личен пример от страна на ръководителя на хирургичния екип за използване на интраоперативен ултразвук. В по-далечен аспект цели полагането на основи за изграждането му като рутинно средство.

Третият етап е фазата на реално поведение спрямо употребата на интраоперативен ултразвук. Включва коректно и своевременно използване на ултразвука, при строго спазване на съществуващите правила за това. Недопускане на negliжиране или прескачане на отделни точки от протокола за употреба на интраоперативен ултразвук при лумбална стеноза.

Четвъртият етап е интервалът от време, в който се реализира реално провеждане на изследването. Той включва проверка на ултразвуковото устройство, въвеждане на трансдюсера в стерилно покривало, поставяне на



физиологичен серум в оперативното поле, въвеждане на трансдюзера в надлъжна и напречна проекция и оценка на осъществената декомпресия.

Тези етапи са свързани в един неделим и непрекъснато повтарящ се цикличен процес. Те са взаимно определящи се и зависими един от друг.

В процеса на работа възниква необходимост от модификации в отговор на недостатъци на протокола за използване на интраоперативен ултразвук или промени в условията на неговото прилагане. Това води до непрекъснато движение в този цикъл (Фигура 6).



**Фигура 6.** Методология на въвеждане на протокол за употреба на интраоперативен ултразвук при лумбална спинална стеноза.

## 4.6 Методи за събиране и статистическа обработка на данните

За извличане на индивидуалната информация за пациентите относно патологията, вида хирургична интервенция, степента на декомпресия и осъществяване на съответната неврохирургична интервенция е приложен ретроспективен *документален метод* с основен източник на информация – История на заболяването. Разработен е електронен документ в SPSS, където данните бяха въведени и групирани.

За обработката на получените данни бяха приложени следните статистически методи:

### 1) Дескриптивни методи

- ✓ Честотен анализ на качествени променливи (номинални и ординални)- изчисляване на абсолютни и относителни честоти (%). Резултатите са представени в табличен вид.
- ✓ Вариационен анализ на количествени променливи- изчисляване на средна величина (средна аритметична стойност, медиана), стандартно отклонение, стандартна грешка на средната аритметична стойност, мода.
- ✓ Графичен метод за онагледяване на резултатите

### 2) Методи за проверка и хипотези

- ✓ Параметрични методи
  - t-тест на Student-за сравнение на средни аритметични стойности от две независими извадки, а именно за сравнение на относителни дялове на променливи величини от стойностите на предно-задния диаметър и напречното сечение на дуралния сак в предоперативния период и след извършената хирургична декомпресия.
- ✓ Непараметрични методи
  - $\chi^2$ - квадрат тест на Pearson- проверка на хипотезата за съгласие между разпределенията при ниво на значимост  $\alpha$

Нивото на значимост на нулевата хипотеза е определено при стойност  $\alpha=0,05$

## 5 РЕЗУЛТАТИ

### 5.1 Разработка на протокол за ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза.

За първи път в страната е създаден протокол за ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза. Протоколът е разработен за употреба при всички неврохирургични пациенти в Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“ гр. Варна, на които предстои оперативно лечение, по повод на лумбална стеноза.

Протоколът е създаден на базата на щателен преглед и анализ на наличната литература свързана с този проблем.

Протоколът за ултразвук асистирана оценка си поставя за цел да определи степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза. Чрез протокола се осъществява и проверка на позицията и изправността на апаратурата и устройствата необходими за осъществяване на всяка конкретна неврохирургична интервенция свързана с този вид патология, като интраоперативен ултразвук и наличните трансдюсери. Протоколът за интраоперативна ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при пациенти с лумбална спинална стеноза включва 10 точки.

#### 5.1.1 Протокол за ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза:

1. Проверка на изправността на ултразвуковото устройство. Избор на трансдюсер. Въвеждане данните на пациента (име, пол, години), въвеждане на предоперативната диагноза (Фигура 7);



**Фигура 7.** Ултразвуков апарат MyLab™One/Touch, Esaote и КТ образи на пациент със лумбална спинална стеноза изобразени чрез DICOM viewer.

2. Максимално възможно приближаване на ултразвук до операционната маса, покриване на трансдюсера със стерилно покривало и поставяне на гел, необходим за ултразвуковото изследване (Фигура 8).

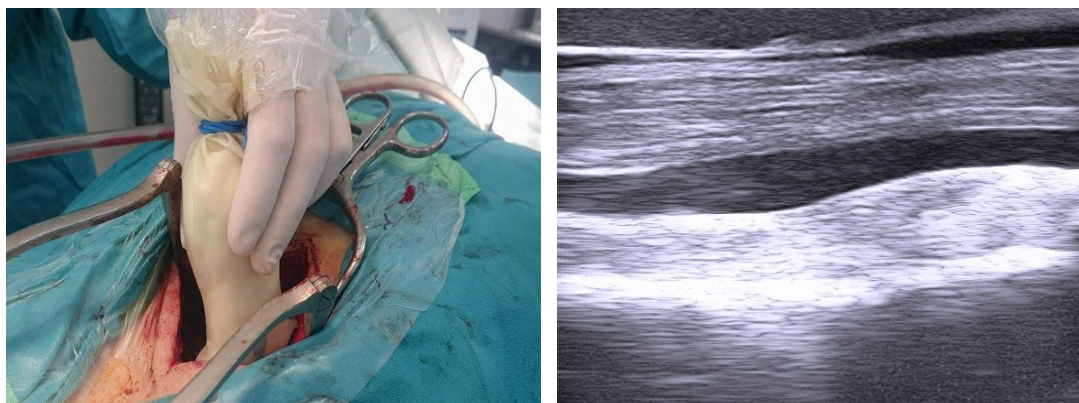


**Фигура 8.** Линеарен трансдюсер обвит със стерилно покривало.

3. Премахване на част от костните елементи за създаване на костен „прозорец“ за първоначална оценка за степента на компресия

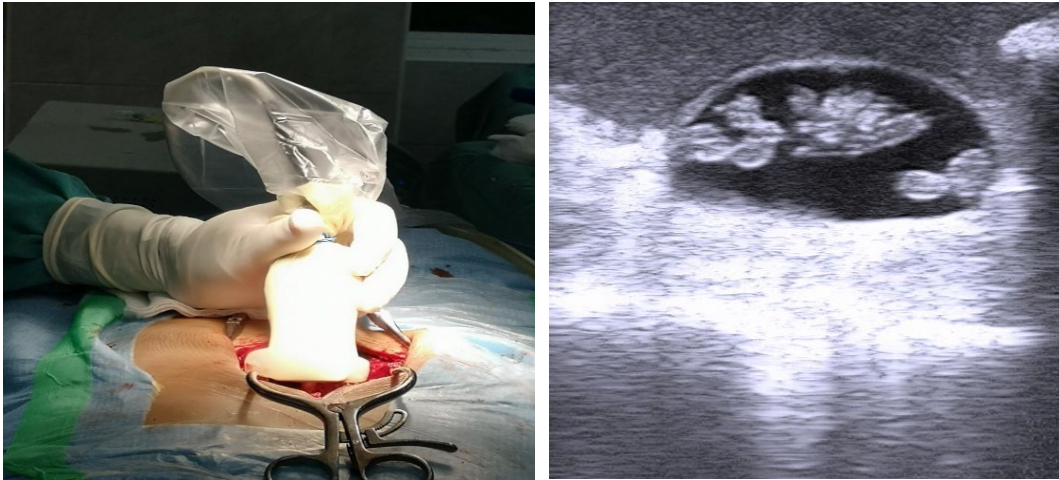
4. Поставяне на физиологичен серум 0.9% за създаване на необходимата за провеждане на ултразвуковото изследване среда

5. Въвеждане в оперативното поле на трансдюсера в надлъжна проекция и измерване на предно-задния диаметър на дуралния сак (Фигура 9);



**Фигура 9.** Измерване на предно-заден диаметър на дуралния сак в надлъжна проекция.

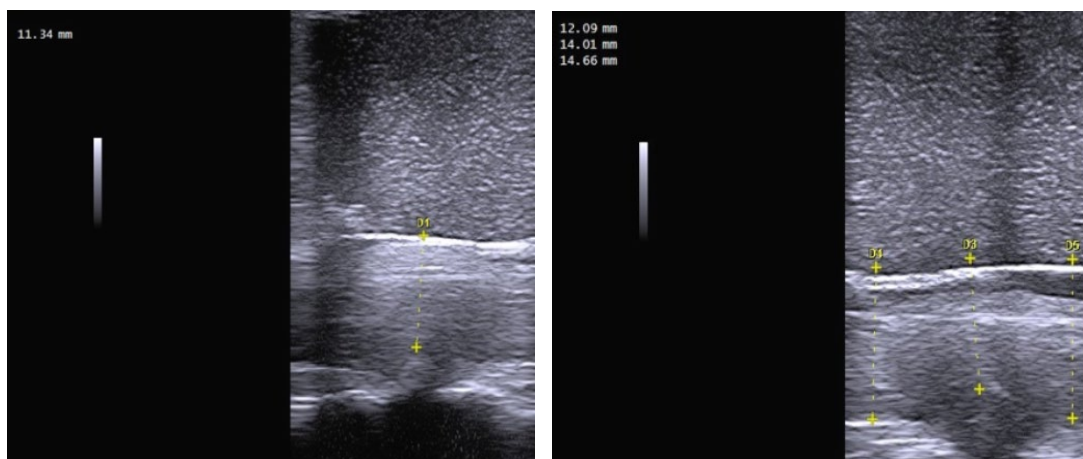
6. Въвеждане в оперативното поле на трансдюсера в напречна проекция и измерване на предно-заден диаметър и напречно сечение на дуралния сак (Фигура 10).



**Фигура 10:** Измерване на напречното сечение на дуралния сак.

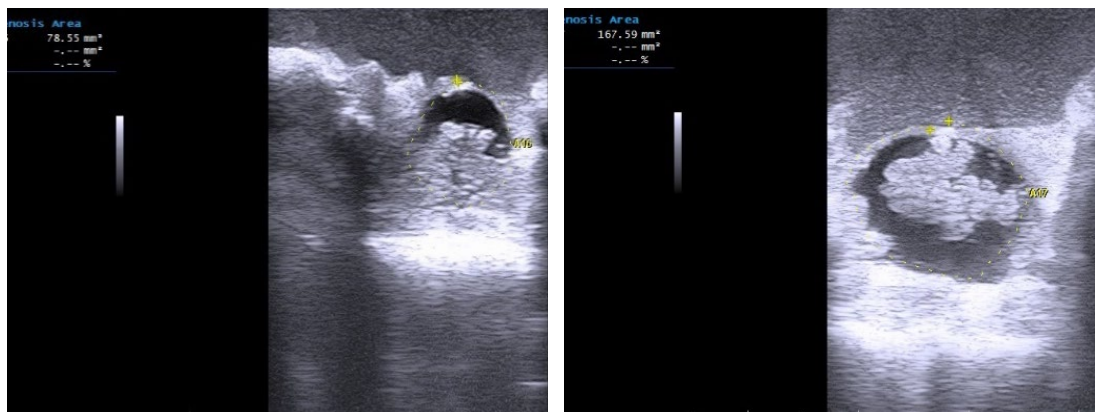
7. Определяне степента на компресия и осъществяване на необходимата процедура за постигане на декомпресия на дуралния сак и съответните коренчета.

8. Въвеждане в оперативното поле на трансдюсера в надлъжна проекция и измерване на предно-задния диаметър на дуралния сак и сравняване с предходните резултати (Фигура 11).



**Фигура 11.** Сравнение на ултразвукови образи на дуралния сак в трансверзална проекция.

9. Въвеждане в оперативното поле на трансдюсера в напречна проекция и измерване на напречно сечение на дуралния сак (Фигура 12).



**Фигура 12.** Сравнение на интраоперативен ултразвуков образ на дурален сак и нервни коренчета в напречна проекция.

10. Определяне степента на декомпресия и при незадоволителна такава, продължаване на оперативната интервенция до постигане на необходимия резултат.

## **5.2 Обучителна подготовка и тренинг на екипа за употреба на интраоперативен ултразвук при пациенти с лумбална спинална стеноза**

Рутинното използване на интраоперативен ултразвук при лумбална спинална стеноза е предшествано от обучителна подготовка и тренинг на персонала. На екипа от неврохирурзи в Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“ гр. Варна е изнесена обучителна лекция относно използването на интраоперативен ултразвук при пациенти с лумбална спинална стеноза. Лекарите са запознати с протокола за оценка на степента на декомпресия при лумбална стеноза чрез използването на интраоперативен ултразвук. Проведена е дискусия с въпроси и отговори между изследователя и членовете на екипа.

## **5.3 Индикации за употреба на ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза**

Индикации за използването на ултразвук с цел оценка степента на декомпресия са оперативни процедури по повод на лумбална спинална стеноза. Задължително условие за прилагането на метода е интервенцията да включва заден достъп и извършването на ламинектомия или хемиламинектомия. Чрез тези оперативни техники е възможно създаване на костен прозорец, през който да бъде извършено изследването.

#### **5.4 Контраиндикации за употреба на ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза.**

След щателен литературен обзор не се установиха контраиндикации за провеждане на ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при лумбална стеноза. В научната литература към този момент няма описани усложнения свързани с провеждането на ултразвуково изследване при спинални неврохирургични интервенции.

#### **5.5 Детайлно разграничаване на костните и мекотъканни структури в оперативното поле чрез интраоперативен ултразвук.**

Интраоперативното ултразвуково изследване при спинални неврохирургични интервенции позволява детайлно разграничаване на костните и мекотъканни компоненти. Основното свойство на ултразвуковите вълни е да се отразяват от различните по плътност тъкани по различен начин. Чрез тази функция сонографа възпроизвежда образи, изобразяващи отделните тъкани. При употребата на ултразвуков апарат MyLab™One/Touch, Esoate с линареан трансдюсер се установиха различни степени на ехогенност при отделните видови структури. Това позволи ясно и отчетливо изобразяване на меките и костни структури върху екрана на ултразвуковия апарат.

#### **5.6 Определяне на степента на компресия при пациенти с лумбална спинална стеноза чрез интраоперативен ултразвук при болни с лумбална спинална стеноза**

Интраоперативният ултразвук позволява определяне на степента на компресия при пациенти с лумбална спинална стеноза. Това се осъществява след постигане на костен прозорец, създаване на ехогенна среда чрез изпълване на оперативното поле с физиологичен серум и първоначално измерване на предно-заднен диаметър и напречно сечение на дуралния сак. Предно-задният диаметър и напречното сечение на дуралния сак са най-предпочитаните параметри за определяне степента на стеноза и ултразвуковия апарат MyLab™One/Touch, Esoate позволява тяхното измерване.

#### **5.7 Определяне на степента на хирургична декомпресия на дуралния сак и нервните коренчета чрез интраоперативен ултразвук**

В клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“, гр. Варна през периода на проучването февруари 2015 до ноември 2018г., при всички болни с лумбална спинална стеноза се извърши оценка на степента на хирургична декомпресия на дуралния сак и нервните коренчета чрез ултразвуков апарат

MyLab™One/Touch, Esoate,. Степента на декомпресия се определяше след измерване на предно-заден диаметър и напречно сечение на дуралния сак след извършена ламинектомия или хемиламинектомия.

### **5.8 Рутинно използване в неврохирургичната практика на интраоперативен ултразвук при оперативно лечение на лумбална спинална стеноза в Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“, гр. Варна**

Интраоперативният ултразвук като средство за оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза е въведен като рутинно средство при оперативно лечение в Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“, гр. Варна. от месец февруари 2015 година. Методологията се прилага при всички неврохирургични пациенти с лумбална спинална стеноза, на които се осъществява оперативно лечение.

Интраоперативният ултразвук е въведен в практиката след детайлно информироване за целта на неговото приложение и подробно инструктиране на лекарите неврохирурзи (специалисти и специализанти) за начина на използването му. Употребата му става от лекар специализант или специалист по установения протокол за действие.

### **5.9 Резултати по отношение степента на декомпресия при използването на интраоперативен ултразвук при спинална стеноза.**

Определяне на степента на декомпресия при спинална стеноза в лумбален отдел чрез интраоперативен ултразвук за периода февруари 2015- ноември 2018 година бе приложена при всички пациенти с диагноза лумбална спинална стеноза подложени на оперативно лечение. При всички пациенти предоперативните образни изследвания показват стеснение на гръбначномозъчния канал с компресия на дурата и коренчетата за съответното ниво. При всички пациенти бе определена степента на декомпресия чрез интраоперативен ултразвук и бе постигната адекватна задна декомпресия на дуралния сак и/ или нервните коренчета. При всички пациенти в постоперативния период симптомите претърпяха обратно развитие.

### **5.10 Статистическа обработка и анализ на получените данни при интраоперативна ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза**



## Изследвани пациенти

Проучването включва периода от м. февруари 2015 до м. ноември 2018г. През този период са обхванати 149 пациента от Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“, гр. Варна, при които е извършена оценка на степента на хирургична декомпресия по повод на лумбална спинална стеноза чрез интраоперативен ултразвук. При всички пациенти е определена степента на декомпресия чрез измерване на предно-заднен диаметър и напречно сечение на дуралния сак

### Пол и възраст на пациентите в проучването

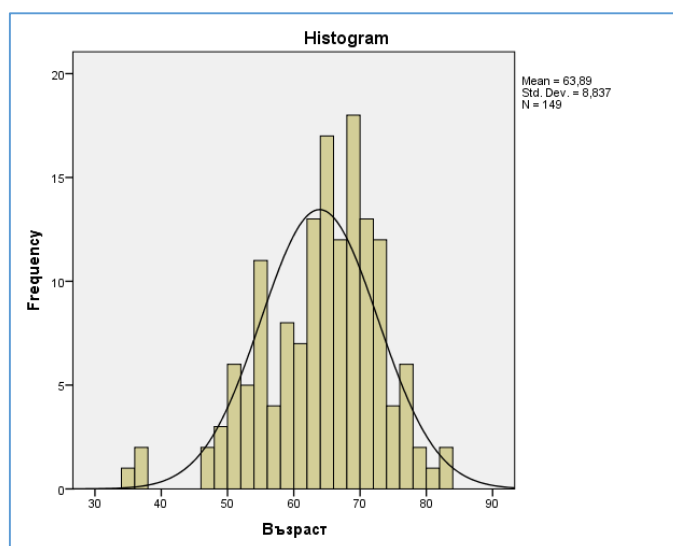
Дескриптивната статистика, получена от статистическия пакет SPSS20 показва, че от изследваните 149 пациента, от които 53,7% (n=80) са от мъжки пол, а 46,3% (n=69)-женски пол (Фигура 13).



**Фигура 13.** Разпределение на пациентите по пол

Пациентите са на възраст от 35 до 83 г., като средната им възраст е  $Mean = 63,89$  г. със стандартно отклонение  $St.Dev = \pm 8,84$  г. Средната възраст на мъжете е 64,21 г. със  $St.Dev = \pm 8,41$  г., а за жените е 63,51 г. със  $St.Dev = \pm 9,358$  г. Медианата показва, че 50% от пациентите от ранжирания статистически ред са на средна възраст 65 г. Модата, която показва най-често срещаната възраст е също 65 г., като за мъжете тя е 64 г., а за жените – 69 г.

Хистограмата на честотното разпределение показва, че това разпределение има лява асиметрия ( $Skewness = -0,646 < 0$ ), т.е. по-голям е броят на лицата на възраст до 69 г., отколкото тези на възраст над 69 г. (Фигура 14).

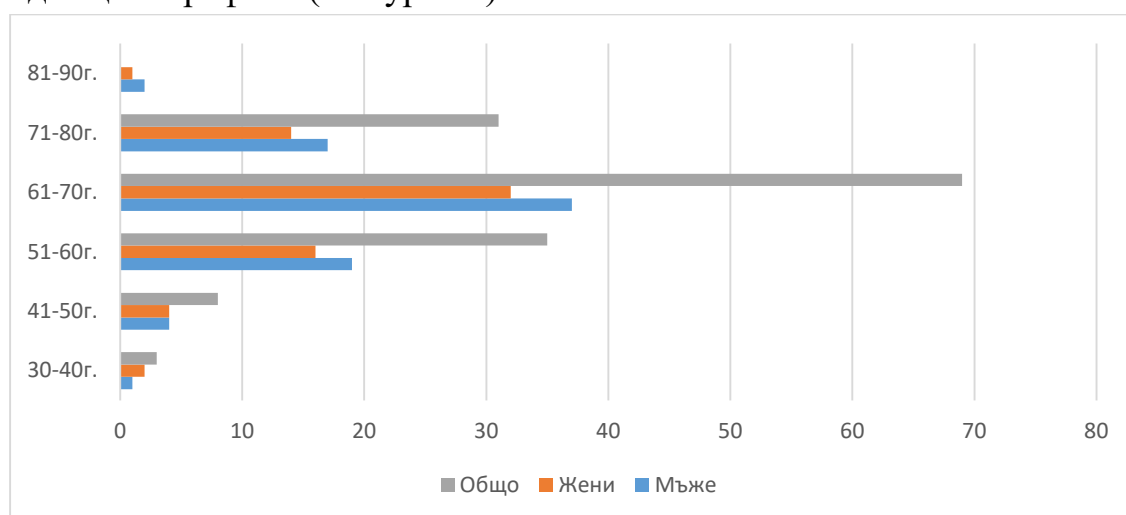


**Фигура 14.** Хистограма на честотното разпределение на възрастта на пациентите

Двумерното разпределение на пациентите по възрастови групи и пол показва, че от всичките 149 пациента най-голям е броят на лицата на възраст 61-70 г. – те са 69 (46,3%). От тях 37 са мъже, а 32 – жени.

На второ място се нарежда групата пациенти на възраст 51-60 г., включваща 35 пациента (23,5%). От тях 19 са мъже и 16 – жени. Следващата възрастова група по численост е 5-та група, на възраст 71-80 г. с 31 болни (20,8%). От тях 17 са мъже и 14 – жени.

Това двумерно разпределение по пол и възрастови групи е илюстрирано със следващата графика (Фигура 15).

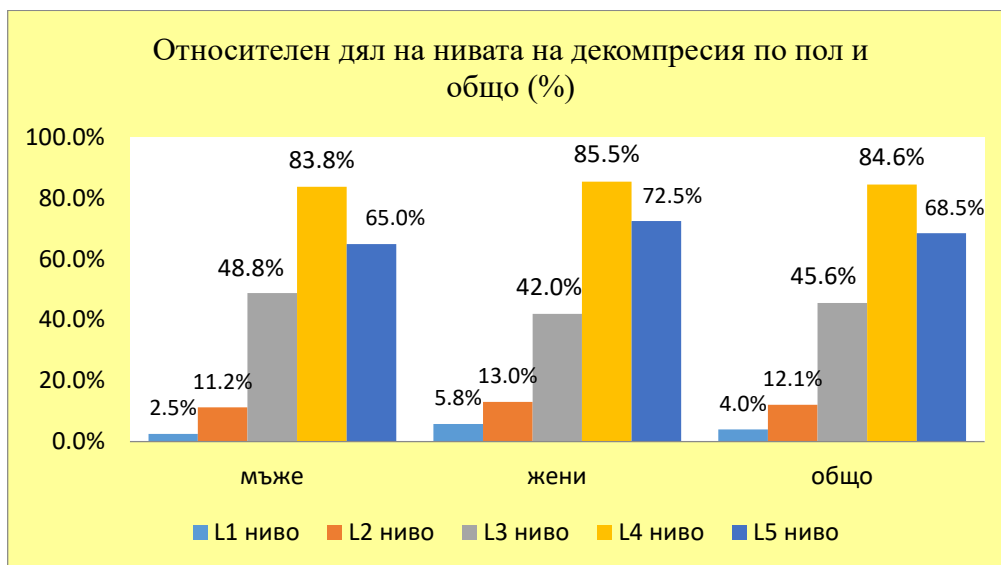


**Фигура 15.** Разпределение на пациентите по възрастови групи

Приложеният *Chi Square Test* показва, че няма статистически значима връзка между пола и възрастовите групи, поради това, че коефициентът *Pearson Chi-Square* = 0,769 е с ниво на значимост *Asymp. Sig. (2-Sided)* = 0,979 >  $\alpha$  = 0.05.

## Разпределение на нивата на декомпресия по пол и възрастови групи

Следващата таблица представя двумерното разпределение на пациентите по нива на декомпресия общо и по пол. Резултатите показват, че най-голям е броят на болните с декомпресия на L4 ниво – 126 (84,6%). На L5 ниво с декомпресия са 102-ма (68,5%), 68 от случаите (45,6%) са с декомпресия на L3 ниво. 18 болни (12,1%) са с декомпресия на L2 ниво и 6 болни (4,0%) – с декомпресия на L1 ниво (Фигура 16).



**Фигура 16.** Относителен дял на нивата на декомпресия по пол и общо (%)

*Chi Square Test* показва, че няма статистически значима връзка между пола и нивата на декомпресия, тъй като за всички нива на стеноза коефициентите *Pearson Chi-Square* не са статистически значими при нива на значимост *Asymp. Sig. (2-Sided) >  $\alpha = 0.05$*  (Таблица 3).

Стеноза	мъже		жени		Chi Square	Asymp. Sig. (2-Sided)
	брой	(%)	брой	(%)		
L1 ниво	2	2,5%	4	5,8%	1,042	0,307> $\alpha=0,05$
L2 ниво	9	11,2%	9	13,0%	0,112	0,738> $\alpha=0,05$
L3 ниво	39	48,8%	29	42,0%	0,675	0,411> $\alpha=0,05$
L4 ниво	67	83,8%	59	85,5%	0,088	0,767> $\alpha=0,05$
L5 ниво	52	65,0%	50	72,5%	0,956	0,328> $\alpha=0,05$

**Таблица 3.** Резултати от *Chi Square Test* относно връзката между пола и нивата на декомпресия

## Разпределение на пациентите с лумбална спинална стеноза според клиничната картина

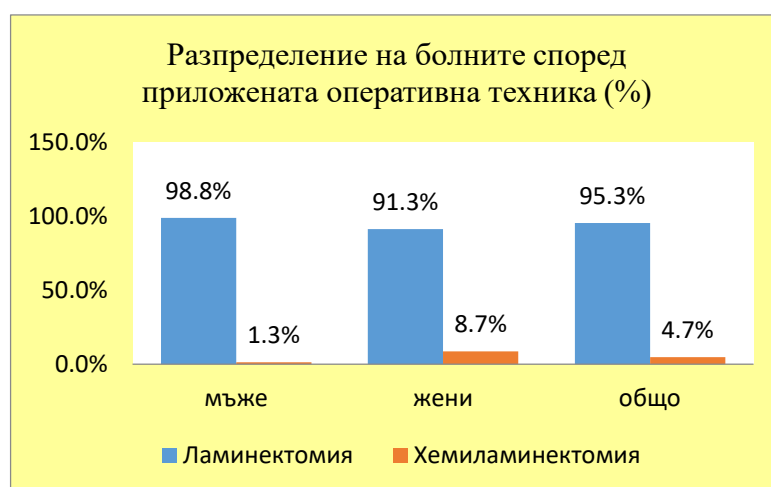
Поради типичното клиничното протичане при пациенти с лумбална спинална стеноза, бяха взети предвид трите най-типични симптома. Лумбалгията бе клинично изразена при 147 пациента (98,7%). От тях 80 (100%) са мъже и 67 (97,1%) – жени. Наличието на неврогенно клаудикацио бе наблюдавано при 108 от пациентите (72,5%) – от тях 59 (73,8%) са мъже и 67 (97,1%) – жени. Радикулерна симптоматика бе установена при 123 пациента (82,6%) – от тях 66 (82,5%) са мъже и 57 (82,6%) – жени (Таблица 4).

Клинична картина	мъже		жени		общо	
	брой	(%)	брой	(%)	брой	(%)
Неврогенно клаудикацио	59	73,8%	49	71,0%	108	72,5%
Лумбалгия	80	100,0%	67	97,1%	147	98,7%
Радикулерна симптоматика	66	82,5%	57	82,6%	123	82,6%

**Таблица 4.** Разпределение на пациентите с лумбална спинална стеноза според клиничната картина по пол и общо (%)

## Разпределение на болните по вид хирургични процедури

При ултразвук асистираната оценка на степента на декомпресия при пациенти с лумбална спинална стеноза бяха използвани две оперативни техники – ламинектомия и хемиламинектомия. От общо 149 пациента оперирани по повод на лумбална стеноза при 142 бе извършена ламинектомия. От тях 79 (98,8%) бяха мъже и 63 (91,3%) жени. При 7 пациента бе осъществена хемиламинектомия, от тях 1 (1,3%) са мъже и 6 (8,7%) – жени (Фигура 17).



**Фигура 17.** Разпределение на болните според приложената оперативна техника по пол и общо (%)

## Разпределение на болните според тежестта на стенозата и предоперативен предно-заден диаметър (D1) по пол и общо

Предоперативният предно-заден диаметър D1 за всички болни варира в интервала [6,82 ÷ 10,73 мм.]. Средният предоперативен преднозаден диаметър D1 за всички болни е  $Mean = 8,2797$  мм. със стандартно отклонение  $St.Dev = \pm 0,91$  мм. При мъжете той варира в същия интервал, като средната му стойност възлиза на 8,2405 мм. със стандартно отклонение  $St.Dev = \pm 0,89596$  мм. При жените варира в малко по-тесни граници - [6,83 ÷ 10,24 мм.], като средната стойност е 8,3252 мм. със стандартно отклонение  $St.Dev = \pm 0,92299$  мм. (Таблица 5).

Статистически показател		мъже	жени	общо	t-test	Sig. (2-tailed)
N	Валиден брой	80	69	149		
	Липсващ	0	0	0		
Mean		8,2405	8,3252	8,2797	-0,568	0,571 > $\alpha = 0,05$
Std. Error of Mean		,10017	,11112	,07426		
Median		8,1250	8,1700	8,1400		
Mode		7,63 <sup>a</sup>	7,34 <sup>a</sup>	7,43 <sup>a</sup>		
Std. Deviation		,89596	,92299	,90648		
Skewness		,564	,430	,497		
Std. Error of Skewness		,269	,289	,199		
Kurtosis		-,089	-,942	-,534		
Std. Error of Kurtosis		,532	,570	,395		
Range		3,91	3,41	3,91		
Minimum		6,82	6,83	6,82		
Maximum		10,73	10,24	10,73		

**Таблица 5.** Предоперативен предно-заден диаметър D1 по пол и общо (мм.)

Прилагайки *t-test* на Стюдънт се установява, че разликата между двата предоперативни предно-задни диаметри за мъжете и жените не е статистически значима, тъй като за коефициента  $t = -0,568$  нивото на значимост  $Sig. (2-tailed) = 0,571 > \alpha = 0.05$ .

## Разпределение на предоперативното напречно сечение на дурален сак S1 по пол и общо

Предоперативното напречно сечение на дуралния сак S1 за всички болни варира в интервала [61 ÷ 89 мм<sup>2</sup>]. Средното предоперативно напречно сечение на дуралния сак S1 за всички болни е  $Mean = 76,87$  мм<sup>2</sup>, със стандартно отклонение  $St.Dev = \pm 6,211$  мм<sup>2</sup>. При мъжете той варира в интервала [67 ÷ 89 мм<sup>2</sup>], като средната му стойност възлиза на 76,94 мм<sup>2</sup>. със стандартно отклонение  $St.Dev = \pm 6,335$  мм<sup>2</sup>. При жените варира в малко по-широки граници - [61 ÷ 88 мм<sup>2</sup>], като средната стойност е 76,78 мм<sup>2</sup>. със стандартно отклонение  $St.Dev = \pm 6,109$  мм<sup>2</sup>. (Таблица 6).

Предоперативно напречно сечение на дуралния сак S1		<i>мъже</i>	<i>жени</i>	<i>общо</i>
N	Валиден брой	80	69	149
	Липсващ	0	0	0
Mean		76,94	76,78	76,87
Std. Error of Mean		,708	,735	,509
Median		77,00	76,00	76,00
Mode		69	76	76
Std. Deviation		6,335	6,109	6,211
Skewness		,052	-,078	-,003
Std. Error of Skewness		,269	,289	,199
Kurtosis		-1,239	-,706	-1,014
Std. Error of Kurtosis		,532	,570	,395
Range		22	27	28
Minimum		67	61	61
Maximum		89	88	89

**Таблица 6.** Разпределение на S1 по пол и общ

## Оценка на изменението на предно-задния диаметър постоперативно общо и по пол (D2-D1)

За изследване изменението на предно-задния диаметър след хирургична интервенция е приложен *Paired Samples T-Test*. С него се проверява дали разликата на интраоперативния и предоперативния предно-заден диаметър е статистически значима или не.

Проверяват се следните хипотези:

Нулевата хипотеза гласи: „Разликата на интраоперативния и предоперативния предно-заден диаметър за всички пациенти не е статистически значима“. Алтернативната хипотеза гласи: „Разликата на интраоперативния и предоперативния предно-заден диаметър за всички пациенти е статистически значима“.

Получените резултати от *Paired Samples T-Test* са представени в следващата таблица (Таблица 7).

		Mean	Std. Deviation	№	t	df	Sig (2-tailed)
Общо	Интраоперативен предно-заден диаметър D2	15,0118	0,71495	149			
	Предоперативен предно-заден диаметър D1	8,2797	0,90648	149			
	D2-D1	6,7321	1,0065	149	81,642	148	0,000< $\alpha$ =0,05
Мъже	Интраоперативен предно-заден диаметър D2	14,8796	0,69490	80	81,642	148	
	Предоперативен предно-заден диаметър D1	8,2405	0,89596	80			
	D2-D1	6,63913	1,05148	80	56,475	79	0,000< $\alpha$ =0,05
Жени	Интраоперативен предно-заден диаметър D2	15,1651	0,71212	69			
	Предоперативен предно-заден диаметър D1	8,3252	0,92299	69			
	D2-D1	6,83986	0,94795	69	59,936	68	0,000< $\alpha$ =0,05

**Таблица 7.** Резултати от Paired Samples T-Test общо и по пол

Общо за 149-те пациента интраоперативният предно-заден диаметър е  $D2 = 15,0118$  мм., а предоперативният предно-заден диаметър е  $D1 = 8,2797$  мм. Получената разлика в резултат на хирургичната интервенция възлиза на  $6,7321$  мм. Тази разлика е статистически значима, тъй като за нея  $t = 81,642$  е с ниво на значимост  $Sig. (2-tailed) = 0,000 < \alpha = 0,05$ . Следователно се установява, че разликата на интраоперативния и предоперативния предно-заден диаметър е статистически значима общо за всички болни.

За мъжете интраоперативният предно-заден диаметър е  $D2 = 14,8796$  мм., а предоперативният предно-заден диаметър е  $D1 = 8,2405$  мм. Разликата в двата размера е  $6,3913$  мм. Тази разлика е статистически значима, тъй като за нея  $t = 56,475$  е с ниво на значимост  $Sig. (2-tailed) = 0,000 < \alpha = 0,05$ . Следователно се установява, че разликата на интраоперативния и предоперативния предно-заден диаметър при мъжете е статистически значима за мъжете.

За жените интраоперативният предно-заден диаметър е  $D2 = 15,1651$  мм., а предоперативният предно-заден диаметър е  $D1 = 8,3252$  мм. Разликата в двата размера е  $6,8398$  мм. Тази разлика е също статистически значима, тъй като за нея  $t = 59,936$  е с ниво на значимост  $Sig. (2-tailed) = 0,000 < \alpha = 0,05$ . Следователно се установява, че разликата на интраоперативния и предоперативния предно-заден диаметър при жените е статистически значима за жените.

### **Оценка на изменението на напречното сечение на дуралния сак постоперативно общо и по пол (S2-S1)**

Общо за 149-те пациента интраоперативното напречно сечение на дуралния сак е  $S2 = 138,20$  мм<sup>2</sup>., а предоперативното напречно сечение на дуралния сак е  $S1 = 76,87$  мм<sup>2</sup>. Получената разлика в резултат на хирургичната интервенция възлиза на  $61,336$  мм<sup>2</sup>. Тази разлика е статистически значима, тъй като за нея  $t = 84,180$  е с ниво на значимост  $Sig. (2-tailed) = 0,000 < \alpha = 0,05$ . Следователно се установява, че разликата на интраоперативното и предоперативното напречно сечение на дуралния сак е статистически значима общо за всички болни.

За мъжете интраоперативното напречно сечение на дуралния сак е  $S2 = 138,60$  мм<sup>2</sup>., а предоперативното напречно сечение на дуралния сак е  $S1 = 76,94$  мм<sup>2</sup>. Получената разлика в резултат на хирургичната интервенция възлиза на  $61,662$  мм. Тази разлика е статистически значима, тъй като за нея  $t = 65,837$  е с ниво на значимост  $Sig. (2-tailed) = 0,000 < \alpha = 0,05$ . Следователно се установява, че разликата на интраоперативното и предоперативното напречно сечение на дуралния сак е статистически значима за мъжете.



За жените интраоперативното напречно сечение на дуралния сак е  $S2 = 137,74 \text{ мм}^2$ , а предоперативното напречно сечение на дуралния сак е  $S1 = 76,78 \text{ мм}^2$ . Получената разлика в резултат на хирургичната интервенция възлиза на  $60,957 \text{ мм}$ . Тази разлика е статистически значима, тъй като за нея  $t = 53,265$  е с ниво на значимост  $\text{Sig. (2-tailed)} = 0,000 < \alpha = 0,05$ . Следователно се установява, че разликата на интраоперативното и предоперативното напречно сечение на дуралния сак е статистически значима за жените. (Таблица 8)

		Mean	Std. Deviation	№	t	df	Sig (2-tailed)
Общо	Интраоперативно напречно сечение на дуралния сак S2	138,20	6,685	149			
	Предоперативно напречно сечение на дуралния сак S1	76,87	6,211	149			
	S2-S1	61,336	8,894	149	84,180	148	0,000 < $\alpha = 0,05$
Мъже	Интраоперативно напречно сечение на дуралния сак S2	138,60	6,621	80			
	Предоперативно напречно сечение на дуралния сак S1	76,94	6,335	80			
	S2-S1	61,662	8,377	80	65,837	79	0,000 < $\alpha = 0,05$
Жени	Интраоперативно напречно сечение на дуралния сак S2	137,74	6,777	69			
	Предоперативно напречно сечение на дуралния сак S1	76,78	6,109	69			
	S2-S1	60,957	9,506	69	53,265	68	0,000 < $\alpha = 0,05$

**Таблица 8.** Резултати от Paired Samples T-Test общо и по пол

## **6 ДИСКУСИЯ**

Дегенеративната спинална стеноза представлява стесняване на спиналния канал и/ или интервертебралните неврофорами поради прогресивна хипертрофия на всеки от заобикалящите ги остеохрущялни и лигаментарни елементи, което води до компресия на разположените в него нервни структури, на едно или повече нива.

### **6.1 Епидемиология на лумбалната спинална стеноза.**

Разпространението на заболяването е средно 5 случая на 100 000 индивида население, като в по-голям процент от случаите се засягат индивиди над 65 години.(Otani et al. 2013) През последните години се установява тенденция за увеличаване на броя на оперирани пациенти от спинална стеноза в лумбален отдел, сред индивиди в по-млада възраст, което прави заболяването социално значимо (JD, NJ, and JN 2003).

#### **6.1.1 Епидемиология на лумбалната спинална стеноза по възраст.**

При изследване на Otani et al.(2013), разпространението на симптоматичната лумбална стеноза постепенно нараства с възрастта. При пациентите под 50 годишна възраст, наличието на стеноза е по- малко от 10%. При групата от 55-64 години, приблизително 15% от пациентите са със симптоматика на спинална стеноза. При 20% от мъжете и жените на възраст от 65 до 69 години е диагностицирана лумбална спинална стеноза. При пациенти по-възрастни от 70 години, разпространението на симптоматичната лумбална спинална стеноза при жените се повишава значително до 45- 50%, докато при мъжете запазва стабилност- около 20-30 %. Разпространението на симптоматичната лумбална спинална стеноза е по- високо при жени, отколкото при мъже, особено в диапазона 70- 84 години.(Otani et al. 2013)

В нашето проучване процентът на мъжете (53,7%) е по-голям в сравнение с този на жените (46,7%) при средна възраст от извадката от 65г., което съвпада с тенденцията от цитирани резултати. При разпределение на пациентите по възрастови групи се установява, че най-засегнати са пациентите на възраст от 61-70г (46.3%), последвани от групата между 51-60г. (23.5%), а на трето място се разполагат тези от 71-80г. (20.8%). Тези данни показват тенденция за разпространение на заболяването сред индивиди в активна възраст, което корелира със световните тенденции. Според статистическия анализ в нашето изследване във всички възрастови групи процентът на мъжете е по-голям в сравнение с този на жените, което е в разрез с изследването на Otani et al.

Установява се преваляване на мъжкия пол дори сред групите от 71-80г (М:54.8%- Ж:45.2%) и 81-90г (М:66.7%- Ж: 33.3%).

### **6.1.2 Нива с патологични промени при лумбална спинална стеноза**

Спиналната стеноза може да се установи на всяко едно ниво от поясния отдел. В редица проучвания (Abbas et al. 2010; Arbit and Pannullo 2001; Binder, Schmidt, and Weinstein 2002) се описва, че най-често засегнатото ниво с лумбалната спинална стеноза е ниво L4-L5. Следващите най-често засегнати нива са L3-L4, L5-S1, последвани от L2-L3, и най-рядко L1-L2; (Goh et al. 2004; Murphy et al. 2006; Nakanishi et al. 2008; R W Porter and Ward 1992). Приема се, че лумбалната спинална стеноза се появява най-често на нива L4-L5 и L3-L4, поради високата мобилност на тези нива, големите ротационни движения и предиспозиция за развитие на дегенеративни процеси (Adams & Hutton, 1980; Arbit & Pannullo, 2001). Също така се споделя мнението, че ниво L5-S1 е защитено от сегментите над него, поради неговото разположение под линията свързваща двете *cristae iliacaе* и големия L5 трансверзален израстък, който има здрава лигаментарна връзка с илиачната кост (Roland and Fairbank 2000).

Проучването ни потвърди данните в световен мащаб. Най-засегнатото ниво в изследването бе L4-L5 (70.5%) ниво независимо от пола. На второ място бе L3-L4 (47%), а на трето L5-S1 (12.1%), последвани от L2-L3 (10.7%) и L1-L2 (4.0%). От получените резултати се установява, че с напредване на възрастта стенозата на L3-L4 ниво се среща все по-често, като във възрастовата група от 71-80г. се разпределя по равно с това на L4-L5. При групата между 81-90г. стенозата на ниво L3-L4 се среща при 66,6% от болните в тази възрастова граница, а стеноза на L4-L5 при 33,3%. Тези данни може би са свързани с намаляване на мобилността на L4-L5 ниво с възрастта и ограничаване на ротационните движение в този отдел, което води до натоварване на ниво L3-L4 и увеличаване на дегенеративните процеси. За съжаление броя на пациентите във възрастовата група от 81-90г. е малък и не могат да се направят категорични изводи, а само хипотези.

## **6.2 Клинични симптоми при лумбалната спинална стеноза**

Лумбалната стеноза клинично се проявява с неврогенно клаудикацио в комбинация с вертебрален синдром, но често може да се установи и радикулерна симптоматика. В проучване от 100 пациента, Amundsen et al. (Т Amundsen et al. 2000) установява наличие на лумбалгия и ишиас при 95 %, а клаудикацио при 91 % от пациентите. В друго изследване процента на наличие на неврогенно клаудикацио е 85%. (Kalff et al. 2013) Според Jenis et al. (Jenis, An, and Gordin

2001) при фораминална стеноза средната продължителност на наличие на радикулерна болка е  $15.3 \pm 12.9$  месеца, а за болки в лумбална област  $43.7 \pm 14.6$  месеца. Наличието на определена степен болка в областта на кръста е сравнително постоянен симптом при болни с фораминална стеноза, но често не е техния основен компонент от симптоми..

В нашето изследване вертебралния синдром бе най-разпространен сред пациентите (98,7%), последвано от радикулерната симптоматика (82,6 %), а неврогенното клаудикацио присъства при (72.5%) от болните. Тези резултати са идентични с тези от посоченото изследване в предвид това, че лумбалгията се среща по-често в сравнение с неврогенното клаудикацио. Интересно е това, че радикулерната симптоматика се наблюдава при голям процент от случаите, което може да се обясни с наличието на латерална фораминална стеноза или наличието на спинална стеноза в комбинация с дискова херния.

### **6.3 Образни изследвания за диагностика на лумбална спинална стеноза**

Kent et al. (Kent et al. 1992) провеждат системен мета- анализ с цел оценка на точността при диагностициране на лумбална спинална стеноза с КТ, МР и миелография. Те установяват, че чувствителността на МР образа при диагностика на спинална стеноза при възрастни е от 81 до 97%, тази на КТ е между 70% и 100%, докато при миелография е между 67%-78%.

Редица други проучвания демонстрират еквивалентност между МР образа и КТ миелографията за диагностика на лумбална спинална стеноза. Modic et al.(Modic et al. 1986) представят точност на МР изобразяването при 82 % от случаите, с КТ/КТ миелография процентите са 83%, а при конвенционална миелография те са 71%. Също така установяват, че при сравняване на МР образа с този от КТ/КТ миелография има съгласуване при 86.8% от случаите. При друго проучване с такава цел Schnebel et al.(Schnebel et al. 1989) откриват 96.6% корелация между МР образите с тези от КТ миелографията.

#### **6.3.1 Количествени критерии в образната диагностика за лумбална спинална стеноза**

Все още няма специфични радиологични критерии за дефиниране на лумбална спинална стеноза (Steurer et al. 2011). Измерването на предно-задния диаметър и напречното сечение на спиналния канал при различни нива са най-често използваните критерии за централна стеноза; а височината и дължината на рецесуса при латерална стеноза и фораминалния диаметър за фораминална стеноза (Steurer et al. 2011). Крайните стойности на предно-задния диаметър са <10 до <15 mm (Airaksinen et al. 1997; Bolender, Schönström, and Spengler 1985a;

Fukusaki et al. 1998; Haig et al. 2007; Herno, Airaksinen, and Saari 1994; Herzog et al. 1991; Jönsson et al. 1997; Koc et al. 2009; B. C. Lee, Kazam, and Newman 1978; Sortland, Magnaes, and Hauge 1977; Szpalski and Gunzburg 2003; Ullrich et al. 1980; Verbiest 1979), а тези на напречно сечение на дуралния сак <75 до <130 mm<sup>2</sup>. (Hamanishi et al. 1994; Herzog et al. 1991; Laurencin et al. 1999; B. C. Lee, Kazam, and Newman 1978; Mariconda et al. 2002; Schonstrom, Bolender, and Spengler 1985; Verbiest 1973). На базата на тези стойности спиналната стеноза се разделя на абсолютна при стойности на спиналния канал под 10 мм и релативна при стойности между 10-13мм. Разбира се винаги трябва да се има предвид, че размера на спиналния канал варира при отделните индивиди, което не позволява тези стойности да бъдат унифицирани. Към този момент най-често използваното радиологично измерване е това на напречното сечение на дуралния сак измерено в аксиална МР проекция на нивото на диска. Степента на стеноза е тежка при напречно сечение <75 mm<sup>2</sup> и средна при размери от <100 mm<sup>2</sup>.

В нашето проучване за оценка на степента на компресия са използвани също стойностите от предно-заден диаметър и напречно сечение на дуралния сак. Абсолютна стеноза бе установена при 77,8% от пациентите, а релативна при 22,8%. При мъжете абсолютната стеноза бе при 72,5 % от случаите, а при жените 66,7%. При напречно сечение на дуралния сак се установиха средни стойности от 76,87 мм<sup>2</sup>, като при мъжете бяха 76,94 мм<sup>2</sup>, а при жените 76,78 мм<sup>2</sup>. В проучването се установи, че средната стойност на предно-заден диаметър при предоперативните изследвания е 8,27мм, като не се отбеляза съществена разлика в тази средна стойност при разпределението между мъже и жени.

При нито едно от множеството количествени измервания, които са предложени през последните години не се приемат категорични стойности, което довежда до мисълта, че само количествено измерване за определяне на комплексна патология като лумбална спинална стеноза е недостатъчно.

### **6.3.2 Качествени критерии в образната диагностика за лумбална спинална стеноза**

С цел да подобри наличните радиологични критерии при лумбална спинална стеноза, Schizas et al. (Schizas et al. 2010) създават скала на базата на качествени критерии за определяне степента на стеноза, в зависимост от съотношението между нервни коренчета/ ликвор чрез МР в T2 модалност (Фигура 18). Скалата е съставена от:

Grade А стеноза: наличие на ликвор в дуралния сак, но с нехомогенно разпределение.

A1: коренчетата се разполагат дорзално и заемат по-малко от половината от дуралния сак.

A2: коренчетата се разполагат дорзално, в контакт с дурата, но в подковообразна конфигурация.

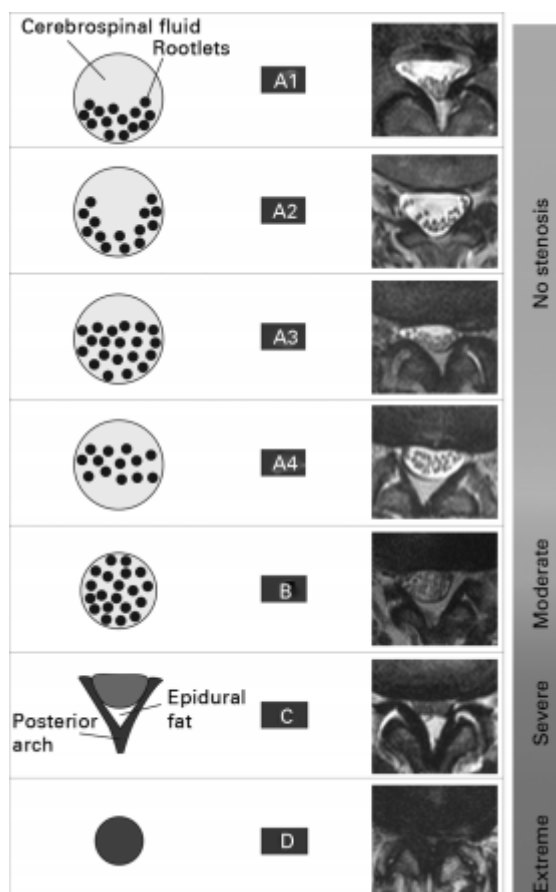
A3: коренчетата се разполагат дорзално и заемат повече от половината от дуралния сак

A4: коренчетата се разполагат централно и заемат по-голямата част от дуралния сак.

Grade B стеноза: коренчетата заемат цялата площ на дуралния сак, но все още могат да бъдат отдифренцирани отделни коренчета. Наличие на малко количество ликвор, което придава на дуралния сак зърнист вид.

Grade C стеноза: но могат да се отдиференцират отделни коренчета. Дуралният сак се представя с хомогенен сив сигнал без наличие на ликвор. Но с наличие на мастна тъкан назад.

Grade D стеноза: в допълнение на това, че не се визуализират коренчета, не се установява и мастна тъкан назад.



**Фигура 18.** Класификация на Schizas et al. (Schizas et al. 2010)

Чрез употребата на интраоперативен ултразвук може да извърши и морфологично сравнение на степента на декомпресия при желание от страна на оператора. Интраоперативният образ, който се получава изобразява изключително ясно разположението на нервните коренчета в дуралния сак и количеството церебро-спинална течност около тях. Методът позволява и създаване на образ в началото на декомпресията и такъв след задоволителна декомпресия, след което да бъде установено дали степента на стеноза преминава в по-горен клас според класификация на Schizas et al.(Schizas et al. 2010).

За да се използват правилно предимствата на този метод е необходимо описание и илюстриране на нормалната интраоперативна сонографска анатомия на спиналния канал, гръбначния мозък и cauda equina.

#### **6.4 Ултрасонографска анатомия на лумбален отдел**

Montalvo et Quencer (Quencer and Montalvo 1984) правят подробно описание на нормалната анатомия на структурите разположени в гръбначния стълб.

##### *Conus Medullaris*

Характерното заостряне на conus medullaris се наблюдава най-добре в надлъжна срединна проекция чрез проследяване края на централния отзвук. На напречна проекция силно рефлекторната повърхност на конуса е по-трудна за идентифициране отколкото повърхността на гръбначния мозък в торакален и шиен отдел, поради това че конуса е заобиколен от нервни коренчета, които го покриват и се сливат с неговата повърхност. Но въпреки това, при внимателното наблюдаване показва отделните коренчета, които са разделени от conus medullaris (Montalvo and Quencer 1986).

##### *Cauda Equina*

Отделните коренчета в зоната на cauda equina се наблюдават както в горната, така и в долната част на лумбалния канал. По-малките коренчета се наблюдават в дисталната част на сака, докато по-горните лумбални коренчета са вече излезли от сака. Авторите забелязват, че по-горните коренчета на cauda equina имат X-образен ход в напречна проекция (Montalvo and Quencer 1986). Дуралният сак често е по-широк във вентралното епидурално пространство, поради наличието на съединителна и мастна тъкан. Това представлява сонографското пространство между дурата и ръба на близкостоящото тяло на прешлена. Това пространство не се наблюдава отчетливо в шиен и торакален отдел, тъй като е слабо изразено в тези отдели.

## **6.5 Оперативни техники при хирургично лечение на лумбална спинална стеноза**

Традиционната стандартна оперативна техника при лумбална спинална стеноза е ламинектомията. Като „златен стандарт“ се приема ламинектомия със запазване на фасетните стави (Gibson, Waddell, and Grant 2000). Тази процедура изисква инцизия по средна линия, след което се извършва отдисециране на лумбалната мускулатура от processus spinosus и дъгите на съответните прешлени, при което се екартират латерално. В редица проучвания се отбелязва, че прекомерната резекция на задните костни елементи на прешлените, задните лигаменти и мускулите води до постоперативна болка, повишена периоперативна кръвозагуба, вероятност за усложнения и удължен болничен престой. (Celik et al. 2010; Overvest et al. 2015a; Postacchini et al. 1993; Thomé et al. 2005). Съществуват и твърдения, подкрепящи разширената костна декомпресия базиращи се на по-добра ефективност (Katz et al. 1991). В случаи, при които стесняването на спиналния канал заема по-голяма част от интерламинарната област, включваща фасетните стави и жълтия лигамент, резекцията на цялата ламина не е необходима. Алтернативно може да се извърши интерламинарна или подкопаваща ламинектомия за декомпресия на спиналния канал.

Ламинектомията бе основната оперативна техника използвана при лечение на лумбална спинална стеноза в нашия център. Предвид спецификата на изследването и необходимостта от създаването на костен прозорец, друга техника, при която бе възможна употреба на интраоперативен ултразвук бе хемиламинектомията. Разпределението между двете техники е съответно 142 осъществени ламинектомии и 7 хемиламинектомии, което в процентно отношение представя факта, че при 95% от случаите избор на оперативна техника е било извършването на ламинектомия. Зависимост между нивото на лумбалната стеноза и избора на оперативна техника не се установи. Хемиламинектомията бе избор на декомпресия само при пациенти с едноетажна стеноза. При пациенти с наличие на лумбална спинална стеноза на повече от едно ниво избор на лечение бе ламинектомията.

## **6.6 Интраоперативни методи за оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза**

В днешни дни е неприемливо да се проведе гръбначна неврохирургична интервенция без използването на интраоперативни образни апарати. Към момента съществуват различни методи за интраоперативна оценка при хирургична декомпресия и всички от тях имат своите ограничения. Директната



визуализация на спиналния канал и невралните елементи е възможна само в костния прозорец, който се е образувал след проведената оперативна интервенция. В комбинация с палпация на канала чрез сонда, опитния хирург може да определи пространството необходимо за нервните коренчета. За съжаление този метод е ограничен от опита на хирурга и особеностите на сондата, като дължина, дебелина и форма. Прекомерната палпация може да доведе до кървене от неразкрита зона или да травмира нервните коренчета, което да компрометира клиничния изход.

### **6.6.1 Рентгенографията при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза**

Обикновената спондилография с С-рамо е слабо информативна поради невъзможността за визуализация на меките и неврални структури. Същевременно с това често се получава преекспозиция на костните структури и натрупване на костни релефи, което води до трудно ориентиране в интраоперативна обстановка.

В нашата серия употребата на С-рамо бе сведена до определяне на патологичните нива. Ефективността при използването на С-рамо бе най-изразена при поставяне на транспедикуларна стабилизация. Не се установиха количествени и качествени белези за оценка степента на декомпресия чрез употребата на С-рамо

### **6.6.2 Интраоперативна миелография при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза**

Pao et al. (Pao et al. 2012) използва интраоперативна миелография при ендоскопски интервенции за определяне степента на декомпресия при 40 пациента със спинална стеноза в лумбален отдел. В своето проучване Pao et al. (Pao et al. 2012) установяват недостатъчна декомпресия при 4 от 20 пациента чрез интраоперативна миелография.

Bartynski et Lin. (Bartynski and Lin 2003) правят заключение, че точността на миелографията за идентифициране на латералния рецесус и компресия на нервното коренче е 93%, което прави изследването значително по-точно в сравнение с МР (71%) и КТ миелографията (62%). Тези проучвания насочват към това, че миелографията е подходящ интраоперативен метод за оценка на адекватността на декомпресията на контралатералния рецесус при минимално инвазивни микроскопски и ендоскопски процедури.

При извършването на интраоперативната миелография, трябва да се обърне внимание на няколко важни аспекти. При осъществяване на изследването в положение по корем, при някои процедури, обикновено на лумбосакрално ниво, контрастът не навлиза в този отдел, което налага повдигане на масата в позиция на Fowler. Също така трябва да се има предвид, че при продължителни интервенции контрастът може да се разсее и миелографията да не е информативна. Също от значение е и наличието на дефект на дурата, което прави извършването на изследването невъзможно, поради изтичането на контраста с гръбначно-мозъчната течност покрай дуралния сак.

Интраоперативната миелография е свързана със значително увеличение на оперативното време и радиационната експозиция. Според Pao et al. (Pao et al 2012) средната продължителност на извършването на лумбалната пункция, инжектирането на контраста и разчитане на флуроскопския образ отнема средно 30 мин. При друго изследване на Patel et al. (Patel et al. 2008), средната продължителност на процедурата е приблизително 14 мин, като тази продължителност е при изобразяване на едно ниво.

В своето изследване Pao et al. също така отбелязват, че радиационната експозиция се изразява в 6 до 10 допълнителни снимки, което според Perisinakis et al. (Perisinakis et al. 2004) е средно 0.04 mSv, а според Rampersaud et al- 0.06 mSv (Rampersaud et al. 2014).

### **6.6.3 О-рамо при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза**

Броя на възможните опции за интраоперативна оценка е значително широк. О-рамо cone beam е интраоперативен компютърен томограф (ICT) специално за интраоперативна оценка при различни видове интервенции в спиналната хирургия. Shevelev et al. (Shevelev et al. 2014) използват О-рамо и невронавигация при лечение на спинална патология и при позициониране на метални импланти. Правят заключение, че използването на О-рамо ICT и невронавигационна система за хирургично лечение на гръбначния стълб и води до качествено лечение и е безопасно за пациента. Употребата на невронавигация в допълнение към О-arm ICT намалява радиационната експозиция, както на пациента така и на операционния екип (Shevelev et al. 2014).

Друг недостатък, който може да се отбележи при използването на този тип метод е високата цена на апаратите и необходимата инфраструктура за функционирането на подобен тип устройства. Повечето неврохирургични центрове, трудно биха се сдобили с подобен тип апаратура.

Радиационната експозиция също е от съществено значение. При изследване на Desai et al. (Desai et al. 2015) радиационната доза при употребата на флуороскопия и O-рамо не е отчетливо различна.

#### **6.6.4 Интраоперативен МР при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза**

През последните две десетилетия значително се увеличи употребата на интраоперативен МР. В повечето случаи се използва като метод за оценка при неврохирургични интервенции свързани с резециране на туморни процеси при възрастни и деца. През последните години употребата му нарасна значително и при други интервенции като артериовенозни малформации, поставяне на мозъчни стимулатори, премахване на хематоми, хирургична резекция при епилепсия. В спиналната хирургия се използва главно при резециране на тумори на гръбначния мозък.

Интраоперативният МР позволява на неврохирурга да установи точното разположение на патологията по време на хирургичната интервенция, както и да се проследи оперативната адекватност. Изследването е със изключителна точност и информативност, но за съжаление е свързано с някои аспекти, които са от важно значение и определят употребата му като специфична. Всякакви желязосъдържащи предмети като телефони, стетоскопи, кредитни карти, идентификационни карти, ножици, пиерсинги, атрибути за поддържане на коса също не се допускат в операционната зала. Тези аспекти значително може да намалят избора на екип. (Jeong et al. 2014).

От важно значение е и факта, че интраоперативният МР е скъпоструващо устройство, което само определени медицински центрове могат да си позволят. Оскъпяването на метода е свързан също така и със закупуването на феромагнитен инструментариум и оборудването на операционната по специфичен начин. Трябва и да се отбележи, значителното удължаване на оперативния процес при извършване на подобен тип интраоперативна оценка, поради времето което е необходимо за да се осъществи сканирането.

#### **6.6.5 Ендоскопията при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза**

Една от насоките при техническото развитие на спиналната хирургия е оптимизирането на интраоперативната визуализация. Ендоскопските операции се превърнаха в стандартна методика в множество хирургични дисциплини и интервенции, като артроскопии и лапароскопии. Във връзка с това ендоскопията

навлезе спиналната хирургия, като започна все по- често да се прилага като метод при дискови хернии и лумбални стенози (Komp et al.).

Като цяло минимално инвазивната хирургия с ендоскопска техника представлява предизвикателство в спиналната патология. Сред множеството техники при лумбална спинална стеноза, интерламинарния достъп при централна стеноза се приема за по-основателен в сравнение с трансфораминалната техника (Nellensteijn et al. 2010; Yadav et al. 2016). Lee et al. (С.-Н. Lee et al. 2018) при мета-анализ откриват, че чрез използването на изцяло ендоскопска техника при интерламинарен достъп се постигат удовлетворяващи клинични резултати при пациенти с неврогенно клаудикацио, при които не се установява нестабилност и предходна интервенция.

За съжаление авторите на повечето проучвания с ендоскопски техники фаворизират този вид хирургия, като стесняват индикациите за да увеличат терапевтичния ефект и за да избегнат риска от усложнения. Извършва се селекция на болните и стриктно се спазват включващите и изключващите за процедурата критерии, за да се подсигури по-добър клиничен изход (Dewanngan et al. 2017).

Lee et al. (С.-Н. Lee et al. 2018), разкриват чрез мета анализ, че средното оперативно времетраене за декомпресията на едно спинално ниво варира между 69-122.5 минути, което е по-дълго от конвенционалната микроскопска хирургия. Рандомизирано клинично проучване разкрива, че средното оперативно време при ендоскопската група от 42 минути е значително по-кратко в сравнение с това от групата работеща с микроскоп, при която средното времетраене е от 64 минути (Komp et al.).

## **6.7 Ултрасонографията за интраоперативна оценка**

Интраоперативният ултразвук позволява на хирурга интраоперативна оценка по време на процедурата, чрез възможността да се визуализира полето на работа и да се прецени постигнати ли са предварително поставените хирургични цели. В настоящето интраоперативният ултразвук е от значение и за някои специфични роли, като това да локализира патологията, да определи адекватността на резекцията и степента на декомпресия. Същевременно тези задачи са достатъчни, за да доставят необходимата информация, която в един момент може да се окаже решаваща за промяна в хода на оперативната процедура и да определи разликата между добрия и незадоволителен клиничен изход.

Според Zeidman et al. (Zeidman, Tomlin, and Rodriguez-Cruz 2003) изобразяването на гръбначния стълб стремглаво се развива като комплексен

диагностичен процес изискващ специализирано интерпретиране. С усъвършенстването на високотехнологичните медицински уреди, усвояването на информацията от радиологичните изследвания от страна на спиналния хирург значително се улеснява (J Y Margulies 1, Y Floman, J M Gomori, M G Neuwirth, R Puri, V H Frankel 1993). Въпреки, че много изобразяващи методи разкриват отделни части на гръбначния стълб, ултразвукът е най-широко приложим и най-ефикасен избор при интраоперативно моментно изследване. Поради тази причина ултразвуковата ултрасонография е изключително ценно, полезно и необходимо средство в спиналната хирургия.

## **6.8 Характеристики на интраоперативния ултразвук**

Много от хирурзите не са удовлетворени от УЗ изобразяване поради лошото качество на образа. За оптимизиране качеството на изобразяване за достигане на максимална резолюция (25  $\mu\text{m}$  при 50 MHz) от значение са три важни характеристики, които могат да бъдат коригирани при настройване на УЗ устройство:

*Честота:* Високата честота (напр. 10 MHz) ще доведе до висока резолюция, но ще увеличи до висока степен абсорбцията, докато ниската честота (напр. 5 MHz) има по малко абсорбция (навлиза по дълбоко в тъканите), но същевременно доставя по малко резолюционна информативност.

*Фокус:* Електронното фокусиране може да стесни УЗ поток, което ще доведе до по-висока резолюция в зададената зона, но ще намали чувствително резолюцията извън тази зона.

*Дълбочина:* Изборът на по-голяма дълбочина ще доведе до намаляване на детайлността на повърхността поради причината че прави по-малки обектите. Ултразвуковите платформи могат да се разделят на различни субкатегории в зависимост от съчетанието от модалности, предлагани характеристики, трансдюсери и финансови параметри (Montalvo and Quencer 1986).

*Ехогенност:* В зависимост от рефлектогеността на тъканите (клетъчна плътност, калцификати) има степени от неехогенен/ аехогенен (напр. вентрикулите), слабо ехогенен (нормално бяло мозъчно вещество), до висока ехогенност (глиоми), хиперехогенност (при кост, калцифициран плексус).

*Хомогенност:* Структури с еднаква ехогенност (напр. нискостепенни глиоми) са хомогенни, докато структури с различни ехогенни части (напр. високостепенни глиоми) се обозначават като нехомогенни.

*Демаркация:* В зависимост от нивото на рефлектогенност на тъканната граница, някои структури са добре демаркирани. Противоположно както при

инфилтративните тумори са по-слабо делинеирани спрямо околната мозъчна тъкан.

## **6.9 Интраоперативния ултразвук в спиналната хирургия**

Интраоперативният ултразвук е уникална техника, която се различава от всички останали образни модалности, поради това че позволява моментна оценка на пространственото разположение на лезиите и доставя информация позволяваща диференциация между различни патологични състояния. Тази възможност за постоянно надграждане на информацията по време на хирургичната интервенция е невъзможна при други устройства и техники. Моментното оценяване на прогреса на оперативната дейност свързан с декомпресията на нервните структури или определянето на широчината на резекция на туморните процеси са най-отличаващите характеристики на интраоперативната сонография.

Високата резолюция при сканирането позволява качествена визуализация на спиналния канал по време на хирургични интервенции на гръбначния мозък. При екстрадурални тумори лезиите изглеждат добре ограничени, с хиперехогенна капсула и хипоехогенна хомогенна материя (Prada et al. 2014). При този вид лезии ултразвукът дава полезна информация относно размера на туморите, степента на дислокация на гръбначния мозък, а понякога дори за вида на тумора (Prada et al. 2014).

Друг полезен аспект на сонографското изследване при лечението на сирингомиелия, е че гръбначния мозък може да бъде изобразен и след поставянето на дренажна система. Ефективността от поставянето на шънт също може да бъде оценена чрез интраоперативен ултразвук, като се проследи разположението на катетъра, необходимостта от поставяне на допълнителен дренаж или наличието на малпозиция на системата (Maiuri, Iaconetta, Gallicchio, & Stella, 2000).

Ултразвукът е надеждно средство и при разграничаване на костни фрагменти при травматични стенози и дава ценна информация за постигнатата декомпресия. Lerch et al. (Lerch et al. 2002) правят заключение, че това е безопасен и точен метод за интраоперативна оценка на редуциране на компресията на гръбначния мозък чрез заден достъп. Също така при стеноза на миелона причинена от дорзално разместен заден вертебрален ръб или херниран интервертебрален диск, интраоперативната ултрасонографска оценка предоставя важна информация при преподреждане на фрагментите и постигнатата степен на декомпресия (Lerch et al. 2002).

Спиналните епидурални абсцеси са редки, но опасни патологични състояния.. Възможността на сонографа да изобрази предния участък на дурата, позволява с точност да се локализира протежението и дебелината на епидуралния абсцес по време на оперативната интервенция, както и да се извърши дрениране на колекцията (Mak et al. 1996). В допълнение, ултрасонографията може да навигира оператора при извършване на дренажа, както да даде оценка за адекватността на декомпресия (P Kumar 1, R Sukthankar, V J Damany, J Mishra 1993).

Също така съдовите малформации на гръбначния мозък могат да бъдат изобразени както с конвенционалния сив на цвят образ на ултразвука, така и чрез цветно доплерово изследване. Чрез цветния доплер е възможно отдиференциране на кръвния ток от другите стационарни тъкани, като също така се оцветяват с различни цветове отдалечаващия се поток и този, чиято посока е към трансдюсера (Al-Shaar, Alaqeel, & Al-Habib, 2015).

Освен при травматични стенози, ултразвукът може да намери приложение и при хирургична декомпресия на дегенеративни заболявания на гръбначния стълб. Imamura et al. съобщават за използването на ултразвук по време на спинална декомпресия за да добият изображения на дълбоко лежащи структури по време на преден цервикален достъп. Тези структури са трудно видими без употребата на УЗ. Авторите правят заключение, че УЗ позволява оптимален достъп, водещ до успешна декомпресия с премахване на задния надлъжен лигамент, който в някои случаи може да доведе до компресия на миелона (Imamura et al. 1995). УЗ е ефективен и при задна декомпресия и стабилизация, използвани за лечение на миелопатия, причинена от осификация на задния надлъжен лигамент (Seichi et al. 2010; Tian et al. 2013).

### **6.10 Интраоперативен ултразвук при лумбална спинална стеноза**

Montalvo et al. (Montalvo et al.) използва интраоперативен ултразвук при 104 пациенти с предоперативно диагностицирани случаи на лумбална стеноза, дискова херния или комбинация от двете. Целта е точно описание на получените образи, определяне на критериите за адекватна декомпресия на гръбначно-мозъчната стеноза и определяне използваемостта на сонографията при премахване на дисков материал. Различаването на дисковата материя от другите нормални или абнормни структури сонографски е възможно. Ултразвуковият контрол позволява адекватна костна декомпресия и цялостна дискектомия.

### **6.10.1 Ултрасонографски изглед на нормални и абнормни структури в лумбалния спинален канал.**

Дисков материал- Херниралият диск има вид на солидна маса с гладки граници и добре ограничени ръбове. Изобразява се с умерена ехогенност и е обикновено по- светъл от съседната епидурална мазнина. Той може да има вътрешни по-светли ехогенни точки, които представят калцификатите или показват плътна сянка, ако периферията на диска е калцифицирал.

Епидурална мастна тъкан- доминиращите светли участъци в епидуралното пространство е мазнината, която се наблюдава светло ехогенна, симетрична по разпространение, с тенденция да става по- тънка над междупрешленното пространство.

Епидурални вени.- Изпъкналите епидурални вени изглеждат хипоехогенни пространства в епидуралното пространство.

Фиброза- Фиброзата може да бъде трудна за разграничаване от диска или епидуралната мазнина, защото може да бъде светло ехогенна и да имитира мазнина или може да бъде умерено или ниско ехогенна и да имитира дисков материал.

Оточни нервни коренчета- Оточните нервни коренчета, могат да бъдат объркани с дисков материал там където излизат от дуралния сак поради това че са с еднаква ехогеност и са добре ограничени, обикновено те са кръгли и добре отделени при напречен срез, но трудно разграничими на надлъжен срез, не могат да бъдат проследени назад към дисковото пространство, и не може да оказват компресия на дурата.

Сублуксация- На надлъжната сонограма, сублуксацията на прешленното тяло може да бъде засечена при разкриване на интервертебралното дисково пространство, определяне на местоположението на задната повърхност на всеки прешлен в зависимост от това каудално или краниално е разположена спрямо дисковото пространство, като се наблюдава дали лежат на една равнина (Quencer and Montalvo 1984).

Способността да се отграничават нормалните структури, които се намират в епидуралното пространство в близост до дуралния сак от хернирал дисков материал може да бъде от съществено значение при хирургичното лечение на дискова херния. Чрез ултразвук може да се идентифицира отчетливо *conus medullaris* и неговия контакт с хернирал диск или оказващите му компресия костни структури (Quencer and Montalvo 1984) откриват резидуален диск интраоперативно при 17 от 41 пациенти след рутинна дискектомия. Много вероятно е тези дискови фрагменти да не бъдат премахнати при операция без интраоперативен ултразвук. Най-честата причина за „failback“ синдром



(синдром на провалената лумбална спинална хирургия) остатъчната дискова херния (Burton et al. 1981). При много от пациентите, постоянните болки от кръста след оперативното лечение се дължат на остатъчни фрагменти, които разбира се не могат да се установят при всички случаи, но премахването на възможно повече от дисковия материал е уместно.

За постигането на задоволителни продължителни резултати при пациенти подложени на оперативно лечение по повод на дискова херния, спондилоза или лумбална спинална стеноза е необходимо пълното премахване на диска или костта причиняващи компресията. Докато образните изследвания като миелография, КТ миелография и МР могат точно да представят предоперативните симптоми- продуциращи аномалии, интраоперативната оценка и развитието на оперативната процедура се осъществява обикновено под визуален контрол. По тази причина, този вид субоптимална оценка на хирургичното поле може да доведе до наличие на непълно премахване на хернирал дисков материал и/ или неадекватна костна декомпресия. Поради тази причина, е необходимо търсенето на точен метод за оценка на степента на декомпресия. Интраоперативната сонография може ясно да изобрази нормалните и абнормните интраспинални структури (Montalvo and Quencer 1986), което позволява да се извърши оценка по време на операция. Опитът със сонография при пациенти с дискови заболявания и стеноза на канала потвърждава ролята на интраоперативната спинална сонография относно хирургичния подход при тези заболявания.

### **6.10.2 Количествени измервания чрез ултрасонограф при лумбална спинална стеноза**

Чрез УЗ е възможно да се осъществят измервания на диаметъра на спиналния канал при лумбални стенози и дискови хернии, съобразен спрямо предоперативните КТ или МР данни, необходими за верификация на постигането на задоволителна декомпресия. Много често интраоперативната оценка на етапа на оперативната процедура се извършва обикновено чрез визуална преценка. Поради тази причина може да не се извърши оптимална оценка на хирургичното поле, което да доведе до недостатъчна костна или мекотъканна декомпресия на невралните тъкани. Поради точността си ултразвукът е изключителен прецизен метод за оценка на прогреса на хирургичната процедура. Интраоперативният сонограф може да изобрази изключително детайлно както нормалните, така и променените вътрегръбначни структури, позволявайки обективна оценка на степента на декомпресия по време на оперативната интервенция (Montalvo and Quencer 1986). Ранното въвеждане

на ултразвука при пациенти с дископатия и спинална стеноза предразполага към основна роля на интраоперативния ултразвук в хирургичното поведение при такива случаи в бъдеще (Gooding, Boggan, and Weinstein).

### **6.11 Количествени критерии за степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза**

Към този момент няма ясно зададени стойности, които да определят наличието на адекватна декомпресия при лумбална спинална стеноза. Преднозадният диаметър и напречното сечение на дуралния сак са най-често използваните показатели за измерване на степента на спинална стеноза. Спрямо тези показатели се извършва и класификация на тежестта на стеноза на абсолютна и релативна. Много проучвания доказват връзката между размера на напречното сечение на дуралния сак и изразеността на симптомите и нарушението в походката (Bolender, Schönström, & Spengler, 1985; Coulier, Devyver, & Ghosez, 2003; Eisenstein, 1980; Ogikubo, Forsberg, & Hansson, 2007).

Oba et al. (Oba et al. 2013) провеждат изследване, при което измерват напречното сечение на дуралния сак предоперативно чрез МР, и го сравняват със стойности от постоперативен МР и МР на 1 месец след декомпресията, независимо от клиничния изход. Според проучването увеличаването на напречното сечение на дуралния сак в ранната постоперативна фаза е с  $31 \pm 5.7$  мм<sup>2</sup>, а един месец след процедурата  $61.9 \pm 4.9$  мм<sup>2</sup>, което показва значително разширяване в късната фаза. Авторите правят заключение, че това се дължи на заместването на премахнатите анатомични структури с епидурално натрупване на кръв. Постоперативните епидурални хематоми, като ранно усложнение след декомпресивна хирургия при лумбална стеноза, изискващи хирургична евакуация са в рамките на 0.1%-0.2% (Awad et al. 2005; Kostuik 2004; Leonardi et al. 2010). Но според Leonardi et al. (Leonardi et al. 2010) 42.5% от пациентите със задна декомпресия на постоперативния МР са с данни за епидурален хематом.

В нашето проучване напречният срез на дуралния сак също е един от основните показатели за адекватна декомпресия. За разлика от изследването на Oba et al. (Oba et al. 2013), измерването на дуралния сак се извършваше интраоперативно чрез ултразвук. Това позволи моментна оценка на степента на декомпресия и възможност да се извърши корекция при необходимост. В нашата серия се установи, че от 149 пациента интраоперативното напречно сечение на дуралния сак е  $S2 = 138,20$  мм<sup>2</sup>., а предоперативното напречно сечение на дуралния сак е  $S1 = 76,87$  мм<sup>2</sup>. Получената разлика в резултат на хирургичната интервенция възлиза на  $61,336$  мм<sup>2</sup>. Тази разлика е статистически значима, тъй

като за нея  $t = 84,180$  е с ниво на значимост  $Sig. (2-tailed) = 0,000 < \alpha = 0,05$ . Резултатите показват значително увеличаване на постоперативния напречен срез, в сравнение с предоперативния. В изследването не се установиха съществени разлики в разгъването на дуралния сак в отделните възрастови групи, но се установи разлика в интраоперативното напречно сечение при отделните нива на декомпресия. Забелязва се повишаване на размерите на дуралния сак от краниална към каудална посока, което е обяснимо в предвид анатомичните особености на спиналния канал в лумбален отдел и хидростатичното налягане на ликвора.

Предно-задният диаметър на спиналния канал бе другия параметър, чрез който се извърши интраоперативна оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза. При нашата извадка интраоперативният преднозаден диаметър бе  $D2 = 15,0118$  мм., а предоперативният преднозаден диаметър е  $D1 = 8,2797$  мм. Получената разлика в резултат на хирургичната интервенция възлиза на  $6,7321$  мм. Тази разлика е статистически значима, тъй като за нея  $t = 81,642$  е с ниво на значимост  $Sig. (2-tailed) = 0,000 < \alpha = 0,05$ . В разпределението по възрастови групи не се установиха съществени разлики, но отново се установява тенденция за увеличаване на диаметъра в краниално каудална посока, както при измерванията на напречен срез на дуралния сак.

## 6.12 Подобрения в ултрасонографията

Един от недостатъците на интраоперативния ултразвук е необходимостта от създаване на широк костен прозорец, през който да се извърши сканирането след изпълването му с физиологичен серум. Поради тази причина при пациенти с изразена кифоза или малък оперативен достъп извършването на интраоперативен ултразвук е невъзможно поради характеристиката на трансдюсера. Като решение на този недостатък Kawakami et al. използват “micro probe” трансдюсер. Според авторите, употребата му не създава затруднения. Лесно се задържа с една ръка и може да бъде прилаган при малки оперативни полета. Поради малките размери на трансдюсера е възможно поставянето му директно върху дуралната повърхност, без да е необходимо изпълването на полето с физиологичен серум

Употребата на 2D УЗ образи в спиналната хирургия е с доказани ползи, но откриването на нови УЗ технологии прави възможно въвеждане и на 3D и 4D образи с висока резолюция и чувствителност. Тези техники са първоначално използвани при наблюдение на фетуси *in utero*. 3D УЗ изобразяването в момента се прилагат и в спиналната хирургия (Barratt et al., 2006) като 3D интраоперативен

ултразвук. Най-важният аспект на УЗ е генерирането на моментен високо резолюционен образ, който се оптимизира с навлизането на 3D УЗ техника (Alaqeel et al. 2015).

Комбинацията от интраоперативен ултразвук с безрамкова невронавигация е един начин за потенциално преодоляване на проблема свързан с мозъчна дислокация и водещ до неточност в навигирането и локализирането, което се базира на предоперативната информация. Друго предимство е комбинацията от три или повече различни образни изследвания (КТ, МР, ултразвук) съчетаваща плюсовете на всяка образна модалност. Изобразяването на кореспондиращите КТ/МР образи паралелно с интраоперативния ултразвуков образ прави по-лесно интерпретирането на УЗ образ, особено ако хирурга не е свикнал с ултразвуковата визуализация (Woydt et al. 2001).

Друга възможна комбинация е съчетаването на интраоперативния ултразвук с невроендоскоп. Механичната ротация или електронното сондиране (10 до 15 MHz) ако е достатъчно малко за да се побере в ендоскопа може да продуцира лъчист УЗ образ на върха на ендоскопа и да направи видими съседните структури (Resch et al.).

### **6.13 Предимства на интраоперативния ултразвук**

Ултразвукът е широко разпространен и използван метод, като с подобен тип устройство може да се сдобият дори малки клиници и болници. Той е също така и много по-евтин в сравнение от останалите образни устройства, които могат да бъдат използвани за интраоперативна оценка и има сравнително стръмна крива на заучаване на осъществяване на изследването.

Неинвазивният характер на УЗ е предимство при всички пациенти, особено при тези, които са податливи на инфекции, загуба на кръв или при такива със силно увреден соматичен статус (Alaqeel et al. 2015). Освен това поради липсата от странични ефекти, изследването може да бъде повтаряно многократно, за разлика от тези свързани с радиационно натоварване като КТ и рентген. Моментът за осъществяване на изобразяването е в зависимост от желанието на хирурга, като провеждането на изследването е възможно да бъде неограничен брой пъти. Основните предимства на използването на интраоперативния ултразвук са предпоставка за прецизна експлорация, бърза ориентация и редуцирана продължителност на интервенцията.

Интраоперативният ултразвук се налага като надежден метод за интраоперативна оценка на анатомичните обекти при хирургичното лечение на лумбална спинална стеноза. Макар оскъдна наличната научна литература

свързана с преимуществата на употребата му в спиналната хирургия, разкрива неговата потенциално значима роля в ефективността на проведеното хирургично лечение. Ултразвуковият образ предоставя на хирурга моментна интраоперативна информация за промените настъпващи при хирургичната интервенция и по този начин допринася за интраоперативния контрол, който е от съществено значение за следоперативните резултати.

Употребата му през годините показва, че и за в бъдеще ултразвукът ще остане точен, бърз, ефективен и безопасен метод при хирургичното лечение на спинална патология и вероятно ще се утвърди като интраоперативен метод за оценка на степента на декомпресия на гръбначния мозък, дуралния сак и на гръбначномозъчните коренчета.

## 7 ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ИЗВОДИ

### 7.1 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Степента на осъществената декомпресия е от съществено значение за благоприятния изход при оперативно лечение на лумбална спинална стеноза. Незадоволителната декомпресия е съпътствана от персистиране на оплакванията на пациента и повишаване на процента на реоперации. В помощ на хирурга съществуват множество интраоперативни методи, които могат да определят степента на декомпресия. Приложението на тези методи е свързано с употребата на редица образни изследвания. Голяма част от тях са асоциирани с полегата крива на обучение, редица контраиндикации, наличие на радиационна експозиция и необходимост от специализирано оборудване на операционните зали, което е свързано с високи материални разходи, на които са способни ограничен брой само високоспециализирани центрове в богатите държави.

На базата на множество научни публикации свързани с интраоперативната оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза се установи, че интраоперативният ултразвук е високо информативен метод. Физичните особености на сонографа позволяват детайлно разграничаване на анатомичните елементи в гръбначномозъчния канал и наблюдаване на техните характеристики чрез моментна визуализация.

Предимство на метода е кратката крива на обучение, свързана с опознаване параметрите използвани при метода, изучаване анатомията на лумбален отдел и начина на употреба на ултразвуковия апарат. Провеждането на изследването не изисква голямо времетраене и може да бъде осъществявано многократно в помощ на оператора. Интраоперативния ултразвуков анализ доставя моментна оценка на степента на декомпресия чрез измерване на предно-заден диаметър и напречно сечение на дуралния сак.

Интраоперативната оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза е надежден метод постигащ интраоперативен контрол, чрез който може да се осигури по-високо ефективно лечение на пациента и да се намали процента на реоперации.

Метода има своите предимства и поради причините, че не са установени контраиндикации. Изследването не е свързано с усложнения, странични ефекти и рискове от провеждането на процедурата.

Интраоперативният ултразвук при лумбална спинална стеноза повишава увереността на хирурга и безопасността на интервенцията, имайки положителен ефект върху оперативната интервенция.

Въвеждането на интраоперативната ултразвук асистирана оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза чрез измерване на предно- заден диаметър и напречно сечение на дуралния сак в рутинната клинична практика е първа по рода си стъпка в световен мащаб като сигурна, бърза и неинвазивна методика.

## 7.2 ИЗВОДИ

1. Приложението на интраоперативен ултразвук при хирургична лечение на лумбална спинална стеноза е значително рядко в световен мащаб. На този етап методиката отстъпва съществено като честота на разпространение в сравнение с другите интраоперативни образни модалности.

2. В специализираната неврохирургична литература понастоящем липсват проучвания на интраоперативната ултрасонографска оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза чрез интраоперативно измерване на предно- заден диаметър и напречно сечение на дуралния сак

3. Изработеният протокол за интраоперативна ултрасонографска оценка на степента на хирургична декомпресия при лумбална спинална стеноза е първият в световен мащаб за определяне на степента на декомпресия при тази патология.

4. В настоящото проучване интраоперативната ултрасонографска оценка на степента на хирургична декомпресия демонстрира отлични резултати за недопускане на незадоволителна декомпресия при неврохирургичното лечение на лумбална спинална стеноза.

5. Използването на интраоперативната ултрасонографска оценка на степента на декомпресия изисква задълбочено обучение, подготовка и тренинг на лекарите неврохирурзи за целите, същността и начина на приложение на този метод.

6. Интраоперативната ултрасонографска оценка на степента на хирургична декомпресия при лумбална спинална стеноза не е свързано с допълнителни финансови разходи, т.е. не оскъпява оперативното лечение.

7. Интраоперативната ултрасонографска оценка на степента на хирургична декомпресия при лумбална спинална стеноза е кратка и не променя съществено общата продължителност на оперативната интервенция.

8. Интраоперативната ултрасонографска оценка на степента на хирургична декомпресия при лумбална спинална стеноза има всички качества да получи по-широко разпространение и да се утвърди като рутинна методика в световен мащаб.

9. Интраоперативната ултрасонографска оценка на степента на хирургична декомпресия при лумбална спинална стеноза повишава значително степента на декомпресия и увереността на хирурга

10. Интраоперативната ултрасонографска оценка на степента на хирургична декомпресия при лумбална спинална стеноза е доказателствен метод информацията, от който може да бъде използван при дискусии от различен характер.



## **8 САМООЦЕНКА НА ПРИНОСИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

1. На базата на обстоен литературен обзор на съществуващата специализирана литература са формулирани индикации за приложение на интраоперативната ултрасонография за оценка степента на неврохирургична декомпресия при лумбална спинална стеноза.

2. Разработен е протокол за употреба на интраоперативна ултрасонография за оценка на степента на хирургична декомпресия при неврохирургично лечение на лумбална спинална стеноза.

3. Осъществено е обучение на лекарския неврохирургичен екип на Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“, гр. Варна за същността, целите и употребата на интраоперативната ултрасонография при оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза.

4. Интраоперативната ултрасонография е въведена и използвана рутинно при оперативни интервенции на пациенти с лумбална спинална стеноза с цел обективизиране и оценка степента на декомпресия, като понастоящем това е най-голямата серия в света.

5. Направена е дългосрочна оценка и анализ на ефективността на интраоперативната ултрасонография по отношение оценка на степента на декомпресия при хирургично лечение на болни с лумбална спинална стеноза.

6. Извършен е статистически анализ на получените резултати от приложението на интраоперативната ултрасонография за оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза.

7. Формулирани са препоръки за приложението на интраоперативната ултрасонография за оценка на степента неврохирургична декомпресия при болни с лумбална спинална стеноза.

## 9 СПИСЪК НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ И СЪОБЩЕНИЯ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

### 9.1 Публикации в пълен обем

1. **Кондев Т**, Енчев Я, Илиев Б, Аврамов Т, Захаријева Е, Трендафилов Пл. Приложение на интраоперативния ултразвук в спиналната хирургия. Medical Magazine. 2016; 30:42-45

2. **Кондев Т**, Енчев Я, Илиев Б, Аврамов Т, Мойнов М, Захаријева Е, Трендафилов Пл., Интраоперативно ултразвук-асистирано измерване на параметри за оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза. Българска Неврохирургия 2106, 21 (1-2). ISSN: 1310-2206 21 (1-2), 46-50

3. **Кондев Т**, Енчев Я, Илиев Б, Аврамов Т, Мойнов М, Мариянова Ст, Мойнова Е, Иванов Б, Трендафилов Пл, Димов Д. Оценка на степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза чрез интраоперативен ултразвук. Medical Magazine. 2019; 70:66-69

### 9.2 Доклади

1. **Кондев Т**, Енчев Я, Илиев Б, Аврамов Т, Захаријева Е, Мойнов М, Коев И, Трендафилов Пл, Тодорова Ст, Интраоперативен метод за оценка степента на декомпресия при лумбална спинална стеноза чрез ултразвук Втора конференция на българската асоциация на спиналните хирурзи, Цигов чарк, България, 2017, 10-13 Май

2. **Kondev T**, Enchev Y, Iliiev B, Todorova St. Intraoperative ultrasound-based evaluation of the extent of posterior lumbar surgical decompression. 6<sup>th</sup> Winter Seminar CVD, 3<sup>rd</sup> -6<sup>th</sup> February, 2020, Bantane Hospital, Nagoya, Japan

## БЛАГОДАРНОСТИ

Изказвам благодарност към проф. д-р Явор Енчев, дмн за оказаната подкрепа и ценните насоки в разработката на настоящото проучване; на доц. д-р Тони Аврамов за насърчаването в това начинание; на Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Марина“ - Варна, без чието съдействие осъществяването на този дисертационен труд би било невъзможно.

Благодаря на Катедрата по неврохирургия и УНГ болести на Медицински Университет- Варна, за аргументираните критики и препоръки.

Благодаря на д-р Аврам Толев, за непрестанната подкрепа и безотказно съдействие.

Специална благодарност изказвам към ръководствата на УМБАЛ „Св. Марина“ гр. Варна и на Медицински университет - Варна за оказаната помощ в реализирането на дисертационния труд.