

*На правах рукописи*

Бринюк Евгений Сергеевич

Сравнительный анализ исходов хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии

3.1.10. Нейрохирургия

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва - 2022

Работа выполнена в федеральном государственном автономном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:  
член-корреспондент РАН,  
доктор медицинских наук, профессор Коновалов Николай Александрович

Официальные оппоненты:

Степанян Мушег Агоевич доктор медицинских наук,  
ФГБУ «Клиническая больница №1» (Волынская) Управления делами  
Президента РФ, отделение нейрохирургии, заведующий отделением

Аганесов Александр Георгиевич доктор медицинских наук, профессор,  
Государственный научный центр Российской Федерации ФГБНУ «Российский  
научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», отделение  
травматолого-ортопедическое (хирургии позвоночника), заведующий  
отделением

Ведущая организация: Государственное бюджетное учреждение  
здравоохранения города Москвы "Научно-исследовательский институт скорой  
помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города  
Москвы"

Защита состоится «   » \_\_\_\_\_ 202\_\_ года в 13.00 часов на заседании  
диссертационного совета 21.1.031.01, созданного на базе ФГАУ «НМИЦ  
нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава РФ по адресу: 125047 г.  
Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАУ «НМИЦ  
нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава РФ и на сайте [www.nsi.ru](http://www.nsi.ru)

Автореферат разослан «   » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета 21.1.031.01  
доктор медицинских наук

Яковлев Сергей Борисович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность проблемы

Совершенствование методик хирургического лечения больных с дегенеративными заболеваниями позвоночника на сегодняшний день является одним из приоритетных направлений в хирургии позвоночника (Крутько А.В. с соавт., 2011; Ekman P.A., 2009; Hu K., 2016; Jalalpour K.A., 2015; Xia X.P., 2013). Из-за высокой частоты встречаемости особое внимание уделяется лечению пациентов с дегенеративной патологией пояснично-крестцового отдела позвоночника (Амин Ф.И., 2009; Булатов А.В., 2014; Гиоев П.М., 2013; Cavusoglu H. et al., 2007; Fujiwara A., 2001; Liang J., 2014; Mobbs R.J., 2015).

Одним из основных клинических симптомов дегенеративного процесса в позвоночнике является боль (Полищук Н.Е., 2002; Kettler A., 2011), а рецидивирующий болевой синдром является доминирующей причиной временной утраты трудоспособности, что ведет к значительным экономическим потерям (Бывальцев В.А., 2014; Гринь А.А., 2002; Крутько А.В., 2012; Soliman M.A.R. et al., 2019). Самым частым по количеству обращений по поводу боли является пояснично-крестцовый отдел позвоночника (Бублик Л.А., 1998; Ветрилэ С.Т., 1998; Воронович И.Р., 1998; Дулаев А.К. с соавт., 1998; Макаревич С.В. с соавт., 1998; Малков Л.П., 1998; Миразимов Д.Б., 1997).

Хирургическое лечение дегенеративных заболеваний позвоночника в настоящее время является динамично развивающимся направлением в нейрохирургии и основным направлением в лечении пациентов с выраженной дегенеративной патологией пояснично-крестцового отдела позвоночника (Ветрилэ С.Т., 2004; Назаренко А.Г., 2012; Туе Е.У., 2016).

Наиболее распространенным дегенеративным заболеванием является стеноз позвоночного канала. Это патологическое сужение центрального позвоночного канала, латерального кармана или межпозвонкового отверстия за счет проникания костных, хрящевых или мягкотканых структур в пространства, занимаемые нервными корешками, спинным мозгом или

конским хвостом (Асютин Д.С. 2014).

С учетом широкого выбора хирургических методик для лечения одного и того же дегенеративного процесса, проблема выбора оптимальной становится ещё более актуальной (Назаренко А.Г., 2012).

Декомпрессия лежит в основе всех операций при стенозах позвоночного канала и, как следствие, формируется интраоперационная ятрогенная нестабильность, которая требует дополнение декомпрессивного этапа операции стабилизацией (Асютин Д.С., 2014).

Традиционным и эффективным способом лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала является ламинэктомия с последующей стабилизацией сегмента (Бывальцев В.А. 2015; Mayer T. G., 1989; Sink E.L., 2012). Наиболее распространенным методом стабилизации является транспедикулярная фиксация с передним спондилодезом из заднего доступа (ригидная фиксация 360°) (Akamaru T., 2003; Hu K., 2016; Omidi-Kashani F., 2014; Radcliff K.E., 2013; Vaccaro A.R., 2000).

В последние годы межтеловая стабилизация с применением технологий трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза (TLIF, transforaminal lumbar interbody fusion) является наиболее используемой среди спинальных хирургов. Однако несмотря на успешно проведенный спондилодез со стабилизацией сегмента, хирурги встречаются с рисками неудовлетворительных результатов лечения в отдаленном периоде. Во многом это происходит из-за декомпенсации дегенеративной патологии смежного с фиксируемым позвоночно-двигательным сегмента (ПДС), которая является частью болезни смежного сегмента (Афаунов А.А., 2014; Мушкин А.Ю., 2009; Продан А.И., 2009; Ghasemi A.A., 2016; Maruenda J.I., 2016; Mushkin A.Y., 2014; Radcliff K.E., 2013; Saavedra-Pozo F.M., 2014; Zhang C., 2016).

Традиционный срединный доступ сопровождается кровопотерей, высокой травматичностью мягких тканей и паравертебральных мышц и, как следствие, стойкими послеоперационными болями из-за длительной мышечной тракции. В последнее время для хирургического лечения дегенеративного стеноза

позвоночного канала применяется минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия, которая позволяет выполнить достаточный объем декомпрессии позвоночного канала и нервных структур при сохранении стабильности позвоночно-двигательного сегмента (Бывальцев В.А., 2015; Mayer T.G., 1989; Sihvonен Т., 1993). Поэтому нередко предпочтение отдается минимально инвазивным операциям из-за угрозы развития возможных осложнений (Коновалов Н.А., 2010; Benz R.J., 2001).

Широкому распространению этой методики способствуют минимальная инвазивность и хорошие результаты лечения (Гуща А.О., 2011; Guiot В.А., 2002; Komp M., 2011; Lowe T.G., 2002; Mayer H.M., 1997; McCulloch J.A., 1991; Palmer S., 2002; Poletti С.Е., 1995; Sasai K., 2008; Toyoda H., 2011; Young S., 1988). В хирургическом лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала к 2010 году стала активно применяться минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия (билатеральная декомпрессия через односторонний доступ).

#### Степень разработанности темы исследования

Вопросы выбора оптимального метода декомпрессии и необходимости стабилизации остаются дискуссионными. В настоящий момент окончательно не определена роль минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии в связи с отсутствием научных работ, в которых сравнивают ее с традиционной ламинэктомией с последующей стабилизацией. Все вышеизложенное послужило основанием к формулировке цели нашего исследования.

#### Цель работы

Провести сравнительный анализ исходов хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии.

### Задачи исследования

1. Выбрать оптимальные инструментальные методы оценки исходов хирургического лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника исследуемых групп пациентов.
2. Изучить исходы хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии.
3. Проанализировать эффективность использования интраоперационных средств визуализации и системы навигации в хирургическом лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.
4. Провести анализ хирургических осложнений при декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника и возможности их профилактики.
5. Разработать алгоритм выбора оптимального варианта применения декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии с использованием интраоперационного компьютерного томографа и навигационной системы при лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

### Новизна исследования

Впервые проведен сравнительный анализ и дана оценка исходов хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии.

Разработан алгоритм выбора оптимального варианта применения декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической

декомпрессии с использованием интраоперационного компьютерного томографа и навигационной системы при лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

### Практическая значимость

Оценены исходы хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии, что позволило дифференцированно подойти к вопросу выбора метода хирургического лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

Использование интраоперационных средств визуализации, навигационных систем позволило точно позиционировать доступ, а также интраоперационно определить и контролировать объем выполненной декомпрессии.

Разработан алгоритм применения минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии, который дает возможность определить тактику хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

### Основные положения, выносимые на защиту:

1. Применение методики минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии позволяет снизить риски послеоперационных осложнений, а также сократить время операции, объем кровопотери и сроки госпитализации.

2. Решение об оптимальном выборе метода хирургического лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала поясничного отдела позвоночника основывается на комплексном анализе клинического состояния пациента и данных методов нейровизуализации.

3. Применение предоперационного планирования, интраоперационной КТ и навигации повышают безопасность, обеспечивает точное планирование

хирургического доступа и позволяет оценить объем выполненной декомпрессии.

#### Методология и методы исследования

Исследование основано на современных принципах диагностики и лечения дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника, принятых в отечественной и зарубежной нейрохирургии.

В ходе работы проводилось динамическое наблюдение пациентов, которым было проведено хирургическое лечение по поводу моносегментарного дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника. В исследование включены пациенты 196 пациентов, которые находились на лечении в 10 нейрохирургическом отделении (спинальная нейрохирургия) НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко с января 2015 г. по декабрь 2019 г. включительно.

В ходе исследования нами были сформированы 2 группы пациентов:

I группа – пациенты, которым выполнялась декомпрессия нервных структур с межтеловой трансфораминальной и транспедикулярной стабилизацией межпозвоночного сегмента – 100 пациентов (51%),

II группа – пациенты, которым выполнялась минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия (билатеральная микрохирургическая декомпрессия через односторонний доступ) – 96 пациентов (49%).

В ходе исследования применялись общенаучные методы статистического и сравнительного анализов, табличные и графические приемы визуализации данных. Работа выполнена в соответствии с современными требованиями к научно-исследовательской работе.

#### Степень достоверности результатов

Наличие репрезентативной выборки пациентов, выбранной в соответствии с целью и задачами исследования, использование статистических методов обработки данных, делают результаты и выводы диссертационного



исследования достоверными и обоснованными в соответствии с принципами доказательной медицины.

В настоящее время в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко накоплен большой опыт применения минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии и декомпрессии со стабилизацией у пациентов с дегенеративным моносегментарным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника, позволяющий выявить риски неблагоприятных исходов и разработать алгоритм применения данных методик.

#### Апробация работы

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на отечественных и зарубежных конференциях: «Spine Surgery in XXI Century: current concepts, controversies, perspectives» (Ниш, Сербия, 5-7 октября 2018 г.), EANS 2018, «the 18th European Congress of Neurosurgery» (Брюссель, Бельгия, 21-25 октября 2018 г.), XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 15-17 апреля 2019 г.), I Всероссийской конференции молодых нейрохирургов (Москва, 29 ноября 2019 г.), X Съезде Ассоциации хирургов-вертебрологов России (RASS) (Москва, 30 мая - 1 июня 2019 г.), XI Съезде Ассоциации хирургов-вертебрологов России (RASS) (Нижний Новгород, 2–5 июня 2021 г.); IX Всероссийском съезде нейрохирургов (Москва, 15 – 18 июня 2021г.); Евразийском Ортопедическом Форуме (Москва, 25–26 июня 2021 г.), EANS 2021, «Neurosurgery in translation» (Гамбург, 03-07 октября 2021 г.); расширенном заседании проблемной комиссии «Спинальная нейрохирургия» ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России 29.01.2021 г.

#### Публикации по теме диссертации

По материалам диссертации опубликовано 15 печатных работ, в которых отражены основные результаты диссертационного исследования. Из них 3 - в научных рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ,

12 – в виде статей и тезисов в материалах отечественных и международных конгрессов, съездов и конференций.

#### Внедрение в практику

Результаты диссертационной работы внедрены в практику 10 нейрохирургического отделения (спинальная нейрохирургия) ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

#### Личное участие автора в получении результатов

Материал получен, обобщен и проанализирован лично автором: определены цель, задачи исследования, изучены данные литературы, выполнен сбор материала, осуществлено планирование и лечение пациентов, в том числе хирургическое лечение в качестве ассистента, проанализированы полученные результаты и сформулированы выводы, подготовлены при непосредственном участии автора публикации по теме диссертационной работе. Самостоятельно написан текст диссертации и автореферата.

#### Структура и объем диссертации

Диссертация представлена в виде рукописи, изложена на 124 страницах машинописного текста, иллюстрирована 11 таблицами и 38 рисунками. Работа состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, списка сокращений, 7 приложений. Библиографический указатель содержит 180 источников (53 отечественных и 127 зарубежных).

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследования**

В исследование включены 196 пациентов, которым было проведено хирургическое лечение по поводу моносегментарного дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника в НМИЦ

нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко с января 2015 по декабрь 2019 гг. включительно.

В исследование вошли 100 (51 %) мужчин и 96 (49 %) женщин. Средний возраст пациентов составил 59,85 (от 18 до 84) лет.

В ходе исследования нами были сформированы 2 группы пациентов, у которых были отобраны основные признаки, характеризующие пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника. По основным характеристикам пациентов отличий между нашими группами не было.

Критерием включения в исследование по диагнозу было наличие моносегментарного дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

При определении показаний к хирургическому лечению применялись стандартные критерии: длительность симптомов до операции и отсутствие эффекта от консервативного лечения в течение 4-6 недель.

Обязательный диагностический комплекс предоперационного обследования включал анамнестическое, общеклиническое, неврологическое, рентгенологические обследования (функциональная спондилограмма), магнитно-резонансную томографию (МРТ), мультиспиральную компьютерную томографию. Клиническое обследование включало осмотр нейрохирурга, невролога, терапевта и при необходимости – других специалистов.

Рентгенография является обязательным методом исследования для выявления спондилолистеза и должна включать в себя обзорный снимок позвоночника в прямой и боковой проекциях в статическом положении пациента, стоя, а также с функциональными пробами: спондилограммой в боковой проекции на сгибание и разгибание, а также во фронтальной плоскости при наклоне вправо и влево. Эти рентгенологические исследования необходимы для определения стабильности/нестабильности ПДС. Спиральная компьютерная томография, помимо оценки степени смещения, применяется для выявления костных аномалий, также для выявления изменений анатомии костных структур

ПДС (оссификация задней и передней продольных связок, оценка степени возможного спондилодеза ПДС за счет остеофитов, деформация дугоотростчатых суставов, степень сужения позвоночного канала костными разрастаниями и т. д.). Магнитно-резонансная томография предназначена для определения степени смещения тел позвонков, анатомических изменений мягкотканного связочного аппарата ПДС, степени и класса стеноза и компрессии дурального мешка и нервных корешков.

Рентгенологическими критериями включения пациентов в исследование стало отсутствие по данным функциональных спондилограмм смещения позвонков относительно друг друга до 4 мм.

Доминирующей жалобой пациентов обеих групп был болевой синдром в поясничном отделе позвоночника с болью в ноге/ногах. Наличие в клинической картине компрессионных корешковых синдромов (радикулопатии) и синдрома нейрогенной перемежающейся хромоты носили, как правило, постоянный характер.

При проведении хирургического вмешательства пациентам I группы выполнялась декомпрессия и TLIF с транспедикулярной фиксацией с применением интраоперационного компьютерного томографа (иКТ) и навигационной системы, а у пациентов II группы - минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия с интраоперационным контролем декомпрессии, используя иКТ. Основными задачами исследования были изучение и проведение сравнительного анализа клинических исходов после декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии. Наиболее вовлеченным был уровень L4-L5.

Нами использовались следующие шкалы: 1) 10-балльная визуальная аналоговая шкала (ВАШ); 2) индекс определения нетрудоспособности Освестри (Oswestry disability index); 3) шкала достижения целей.

Исход хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника в отдаленные сроки наблюдения (12 и 24 месяцев после операции) формулировался в соответствии с

модифицированными критериями Kawabata et al. (1973), согласно которым выделяют два класса исхода:

- класс I (хороший исход);
- класс II (плохой исход).

Преимущество данного метода заключается в том, что оценка включает в себя неврологические симптомы и критерии, которые в совокупности дают представление о тяжести заболевания.

В НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко для повышения безопасности пациента и качества оказываемой хирургической помощи для интраоперационной визуализации применяется конусно-лучевой интраоперационный КТ «O-arm» и интраоперационный 128-срезовый спиральный компьютерный томограф «Siemens SOMATOM Definition Edge», которые совмещаются с системой навигации «Medtronic StealthStation S7».

У всех пациентов в нашем исследовании в I группе на этапе межтелового спондилодеза применялся трансфораминальный доступ – TLIF.

Пациент получает общий наркоз (внутривенный плюс эндотрахеальный). Укладка пациента – на животе на рентгенпрозрачной раме Wilson. Уровень вмешательства определяется с помощью иКТ в режиме флюороскопии. Таргетные точки обозначаются путем установки самоклеящихся маркеров (Feducial Markers) с целью последующего выстраивания трехмерной модели зоны оперативного вмешательства и настройки навигационной станции. Выполняется разрез кожи длиной обычно около 6,0–7,0 см. Затем выполняется скелетирование задних структур (дужки позвонков, междужковые промежутки и фасеточные суставы оперируемого ПДС, скелетирование точек ввода транспедикулярных винтов). Устанавливается речный расширитель и за нижележащий остистый отросток крепится референсная рамка.

Далее с применением интраоперационного микроскопа OPMI Pentero 900 (Carl Zeiss, Германия) выполняются декомпрессивная ламинэктомия, удаление гипертрофированной желтой связки и двухсторонняя фасетэктомия с помощью высокоскоростного бора (Legend Medtronic, HiLAN XS) и костных кусачек

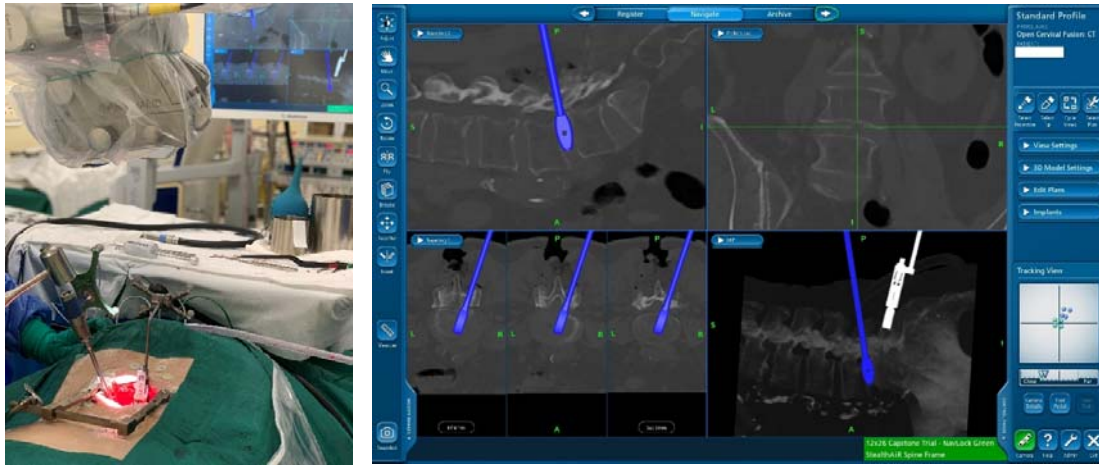
Смита – Керрисона (Smith – Kerrison). Дуральный мешок и корешок отводятся к средней линии. Производится ревизия переднелатеральных отделов позвоночного канала (удаление грыж, кист фасеточных суставов, рубцов, спаек, коагуляция и удаление гипертрофированных эпидуральных вен). Вскрытие фиброзного кольца осуществляется микрохирургическим скальпелем. Удаляется содержимое межпозвонкового диска конхотомом и кюретками и выполняется подготовка промежутка для установки кейджа.

В межтеловое пространство устанавливается дисковый дистрактор, и поэтапно осуществляется растяжение межтелового промежутка до достижения оптимальной высоты межтелового промежутка. Далее выполняется интраоперационное КТ-исследование и передача данных на станцию навигации. При помощи пробника по размеру межтелового промежутка с помощью навигационной системы подбирается кейдж (Рисунок 1).

Размер межтелового импланта определялся интраоперационно на основании данных иКТ. Далее с помощью навигации, навигационного инструментария и под контролем микроскопа кейдж вводится в межтеловой промежуток, его положение контролируется в режиме реального времени. После этого фиксатор для кейджа (инсертер) извлекается.

Мы использовали межтеловые импланты из материала РЕЕК «Capstone» фирмы Medtronic, которые заполняли измельченной костной крошкой, полученной в ходе доступа, или биосинтетической костной пастой «Reprobone» (Рисунок 2).

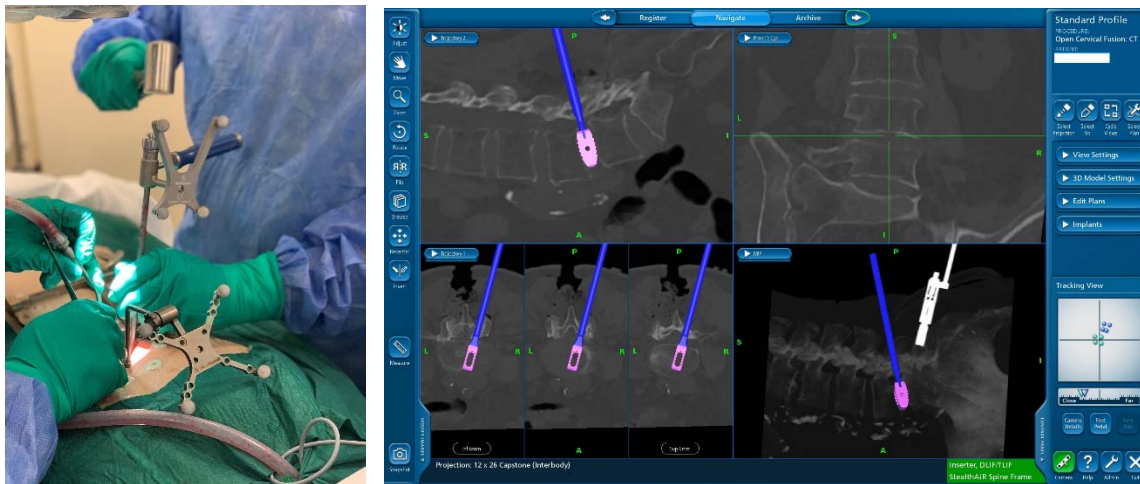
После выполнения межтелового спондилодеза производится этапное 3D-сканирование для контроля положения кейджа и точности последующей установки транспедикулярных винтов.



А

Б

Рисунок 1 – Подготовительный этап трансфораминальной установки межтелового импланта: А - установка пробника в межтеловой промежуток и определение размера кейджа с помощью навигационной системы; Б – интраоперационный контроль положения и размера пробника с помощью навигационной системы

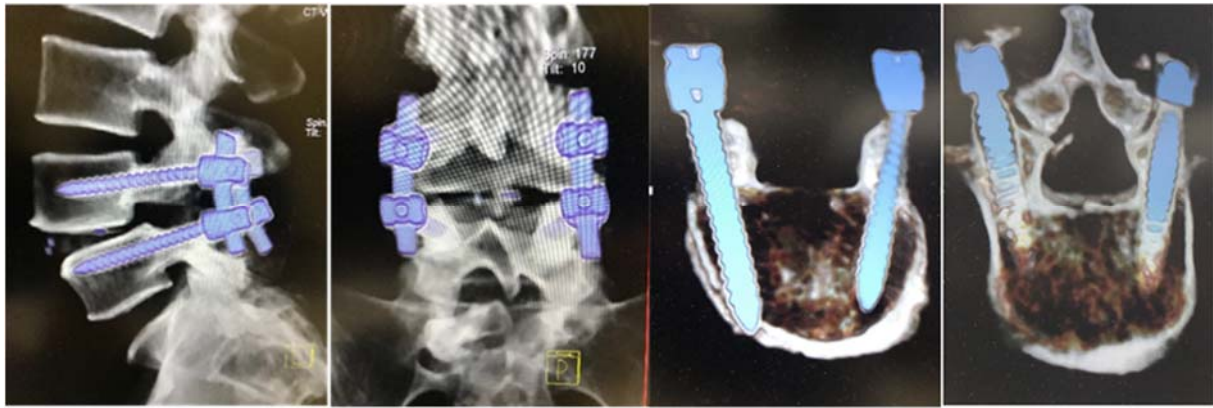


А

Б

Рисунок 2 – Трансфораминальная установка межтелового импланта: А - установка кейджа в межтеловой промежуток с помощью навигационной системы; Б – интраоперационный контроль положения и размера кейджа с помощью навигационной системы

Затем проводится транспедикулярная стабилизация под контролем навигационной системы, после завершения которой контрольное КТ-исследование с 3D-реконструкцией (Рисунок 3).



А

Б

В

Г

Рисунок 3 - Интраоперационный КТ-контроль контрольное с 3D-реконструкцией правильности установки межтелового импланта и транспедикулярных винтов: А – сагиттальная проекция. Б – фронтальная проекция, В, Г – аксиальная проекция транспедикулярных винта в телах L4 и L5 позвонков

Во второй группе пациентов выполнялась минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия, которая внедрена в практику НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко.

Вмешательство осуществляется под эндотрахеальным наркозом. Пациент располагается на раме Wilson на животе. С помощью электронно-оптического преобразователя определяется уровень хирургического лечения. Середина разреза кожи находилась точно над уровнем соответствующего межпозвонкового диска, длина разреза в среднем составила 2,0–2,5 см. С помощью монополярного коагулятора выполнялся разрез апоневроза по средней линии, скелетирование мягких тканей от остистого отростка и дужки с одной (доминирующей по симптомам) стороны, через который устанавливается тубусный расширитель. Выполнение микрохирургической декомпрессии позвоночного канала осуществляется с помощью интраоперационного микроскопа OPMI Pentero 900 (Carl Zeiss, Германия). Объем костной резекции вышележащей дужки (приблизительно 2/3 дужки) в краниальном направлении выполняется до области прикрепления желтой связки, а каудально резекция дуги нижележащего позвонка составляет около 2–3 мм, чтобы адекватно обнажить

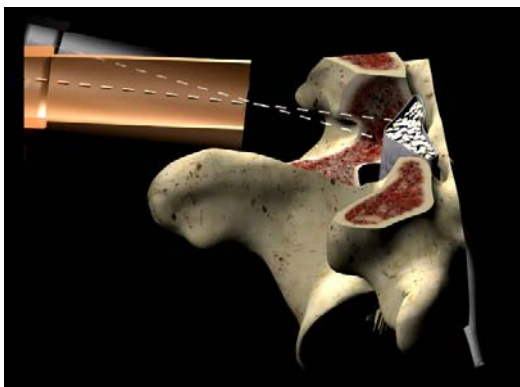


ножку позвонка. Последовательно производится медиальная резекция фасеточного (дугоотростчатого) сустава с удалением гипертрофированной желтой связки. Костная резекция сустава не превышает 1/4 его части; ориентиром для этого служит адекватное обнажение латеральной области позвоночного канала и нервного корешка. При наличии синовиальной кисты, грыжи диска и остеофитов производится их удаление. Далее выполняется наклон стола вместе с пациентом в сторону противоположную от хирурга на 15–20°, разворачивается ранорасширитель, меняя таким образом угол хирургической атаки на противоположную сторону для выполнения декомпрессии на контралатеральной стороне (Рисунок 4).



Рисунок 4 - Контралатеральная декомпрессия: А - наклон операционного стола для проведения контралатеральной декомпрессии с демонстрацией угла атаки на противоположную сторону позвоночного канала; Б – разворот тубусного расширителя в противоположную сторону и демонстрация угла атаки для декомпрессии на контралатеральной стороне

Последовательно шаг за шагом с помощью высокоскоростного бора с алмазным наконечником (Legend Medtronic, HiLAN XS) и костными кусачками Смита – Керрисона производится подпиливание и резекция основания остистого отростка с последующим удалением гипертрофированной желтой связки на противоположной стороне. После этого открывается латеральная часть позвоночного канала с контралатеральной стороны, выполняется декомпрессия, удаляется часть гипертрофированного фасеточного сустава и желтой связки на противоположной стороне (Рисунок 5).



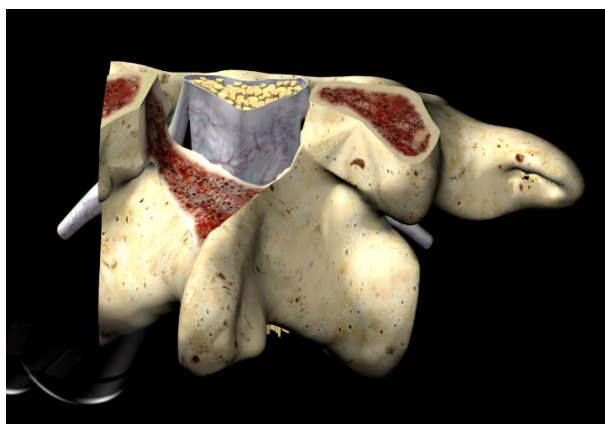
А



Б

Рисунок 5 - Схема минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии на контралатеральной стороне при изменении траектории тубулярного расширителя А, Б.

Декомпрессию латеральных отделов позвоночного канала противоположной стороны и межпозвонкового отверстия достигали при прямом визуальном контроле (Рисунок 6).



А



Б

Рисунок 6 - Виды позвоночного канала после минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии на контралатеральной стороне

Для контроля, оценки адекватности и полноты выполненной декомпрессии на контралатеральной стороне производится зондирование противоположного латерального кармана, ножки позвонка и межпозвонкового отверстия с помощью тупого пуговчатого зонда. Для контрольной оценки декомпрессии

выполняется интраоперационная компьютерная томография и в случаях ее недостаточности выполняется симультанная коррекция. Гемостаз осуществляется с помощью биполярной электрокоагуляции, костным воском и 1%-м раствором перекиси водорода, гемостатической губкой. Также из-за плохой визуализации кровотечения из эпидуральных вен на контралатеральной стороне гемостаз затруднен; в таких случаях применяется гемостатическая матрица «Surgiflo».

Статистический анализ данных проведен с помощью языка статистического программирования и среды R (версия 3.6.1) в IDE RStudio (версия 1.2.1335).

Для обеспечения сопоставимости сравниваемых групп по исследуемым факторам был применен метод псевдорандомизации (propensity score matching — PSM). В качестве конфаундеров были включены такие показатели как пол, наличие сопутствующих заболеваний, наличие пареза, уровень поражения, длительность заболевания и факт повторной операции. Распределение непрерывных и дискретных количественных переменных в выборке описывали с помощью средних значений, стандартного отклонения, медианы и квартилей, категориальных величин – в процентном формате.

Тестирование статистических гипотез о различии в распределении количественных переменных в независимых выборках проводили с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Различие в распределениях категориальных переменных тестировали с помощью критерия Хи-квадрат и точного критерия Фишера.

Для оценки взаимосвязи между исходами и их предикторами проводили многомерный анализ с помощью бинарной логистической регрессии с 300-кратным ресэмплированием и размером обучающей выборки – 75% от исходной. Оценку доверительных интервалов для площади под ROC-кривой (ROC\_AUC) выполняли с помощью технологии bootstrap (1000 итераций). Нулевую гипотезу в статистических тестах отклоняли при уровне значимости  $p < 0,05$ .

## Результаты исследования

При анализе интенсивности болевого синдрома до операции по шкале ВАШ у пациентов обеих групп мы получили следующие данные. В I группе (100 пациентов) интенсивность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника составила 9,0 [9,00; 10,00] ( $p = 0,542$ ), в ногах – 9,0 [9,00; 10,00] ( $p = 0,001$ ). Во II группе (96 пациентов) интенсивность болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника составила 9,0 [9,00; 10,00] ( $p = 0,542$ ), в ногах – 9,0 [9,00; 10,00] ( $p = 0,001$ ).

На момент выписки в обеих группах пациентов отмечено статистически значимое уменьшение интенсивности болевого синдрома по ВАШ в поясничном отделе позвоночника и в ногах, сохраняющееся в отдаленном периоде.

В раннем послеоперационном периоде у большинства пациентов (в I группе – у 81 %; во II группе – у 95 %) отмечен полный или частичный регресс корешкового болевого синдрома уже в первые часы после операции. Ни у одного из пациентов не отмечено усиления болевого синдрома; сохранялись умеренные боли в области хирургического вмешательства, который был более выраженным в I группе пациентов.

Оценка послеоперационной динамики болевого синдрома в контрольных точках через 3, 6, 9 месяцев, 1 и 2 года после операции показала стойкое снижение интенсивности боли в ногах в обеих группах пациентов. Во II группе интенсивность боли по ВАШ в спине и ногах в отдаленные сроки наблюдения (более 9 месяцев после операции) была практически в 2 раза ниже (Таблица 1).

В отличие от болевого синдрома, неврологический дефицит регрессировал более длительно, что зависело от степени компрессии и давности заболевания, а также особенностей поражения нервно-сосудистых образований.

При анализе оценки дееспособности пациентов по индексу Освестри до хирургического лечения нами были получены следующие данные: в I группе – 35 баллов и более ( $Me = 36,00$ ) у 62 %; во II группе – 35 баллов и более ( $Me = 34,00$ ) у 31,2 % ( $p < 0,001$ ). Полученные данные говорят о высоком нарушении дееспособности пациентов до операции.

Таблица 1 – Динамика интенсивности болевого синдрома по ВАШ, Ме [IQR]

Группы	До операции	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 9 мес.	Через 1 год	Через 2 года
Интенсивность болевого синдрома в спине						
I группа	9,00 [9,00; 10,00]	3,00 [2,00; 3,00]	2,00 [1,00; 2,00]	1,00 [0,00; 2,00]	1,00 [0,00; 2,00]	1,00 [0,00; 2,00]
II группа	9,00 [9,00; 10,00]	3,00 [2,00; 3,00]	2,00 [1,00; 3,00]	2,00 [1,00; 2,75]	1,00 [0,00; 2,00]	0,00 [0,00; 1,00]
<i>p</i>	0,581	0,966	0,378	0,073	0,831	0,267
Интенсивность болевого синдрома в ногах						
I группа	9,00 [9,00; 10,00]	2,00 [2,00; 3,00]	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]
II группа	9,00 [9,00; 10,00]	2,00 [1,25; 3,00]	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]
<i>p</i>	0,101	0,496	0,314	0,066	0,796	0,940

В раннем послеоперационном периоде (на момент выписки) в обеих группах пациентов отмечено статистически значимое уменьшение нарушений жизнедеятельности перенесших хирургическое лечение пациентов и составило в I группе – 5–14 баллов (Ме = 13,00) у 62 %; во II группе – 5–14 баллов (Ме = 11,50) у 72,9 % ( $p = 0,055$ ).

В отдаленном периоде в контрольных точках наблюдения мы получили постепенное уменьшение индекса нетрудоспособности. Различий в функциональной активности в обеих группах пациентов, оцененных по индексу Освестри, не выявлено ( $p < 0,001$ ) (Таблица 2).

Таблица 2 – Динамика индекса Освестри, Ме [IQR]

Группы	До операции	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 9 мес.	Через 1 год	Через 2 года
I группа	35,00 [33,00; 40,00]	13,00 [11,00; 16,00]	9,00 [8,00; 11,00]	8,00 [6,00; 9,00]	6,00 [5,00; 7,00]	6,00 [5,00; 7,00]
II группа	34,00 [33,00; 38,00]	11,00 [10,00; 14,75]	9,00 [7,00; 11,00]	7,00 [5,25; 8,00]	6,00 [4,00; 7,00]	5,00 [4,00; 6,00]
<i>p</i>	0,182	0,336	0,160	0,212	0,059	< 0,001

Анализ отдаленных исходов уровня достижения целей лечения пациентов через 12 и 14 месяцев после операции в обеих группах показал следующие результаты, представленные в таблице 3. Во II группе пациентов, которым выполнялась минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия был получен лучший результат (достижение цели лечения составило 93,9 %, при 87,9 % в I группе). Цель лечения не была достигнута: в I группе – у 8 (12,12 %) пациентов, во II группе – у 2 (3,03 %).

Таблица 3 – Уровень достижения цели лечения в динамике ( $p < 0,001$ )

Категории пациентов		Группы пациентов	
		I группа	II группа
Достигшие цели лечения	Количество пациентов, $n$ (%)	58 (87,9 %)	62 (93,9 %)
	Средний балл, T	$54 \pm 3$	$57 \pm 2$
Не достигшие цели лечения	Количество пациентов, $n$ (%)	8 (11,2 %)	2 (5,6 %)
	Средний балл, T	45	$47 \pm 3$

При оценке длительности хирургического вмешательства выявлено, что продолжительность хирургических вмешательств с применением минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии была значительно ниже (в 1,7 раза), что связано с отсутствием необходимости в стабилизирующем этапе операции, как в первой группе, меньшую площадь операционной раны и составила для первой группы в среднем - 160 мин. и 90.00 мин. - для второй (Таблица 4).

Таблица 4 - Сравнительная характеристика длительности операции

Группа пациентов	Время, мин.
I группа пациентов	160.00 [155.00, 180.00]
II группа пациентов	90.00 [85.00, 105.00]

\* $p < 0,001$  при сравнении между подгруппами

Анализ интраоперационной кровопотери также показал статистически достоверные различия в группах (Таблица 5). При выполнении минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии величина интраоперационной кровопотери в 87,9% случаях была менее 100,0 мл, 100,0-200,0 мл - в 12,1%, и ни одного случая кровопотери более 200 мл. В среднем кровопотеря составила 56,0 мл. При декомпрессии со стабилизацией кровопотеря от 201,0 до 500,0 мл была 50,0%, 100-200 мл - в 42,4%, более 500,0 мл – 3% и менее 100,0 мл - в 4,5%, составив в среднем - 234,8мл.

Таблица 5 - Сравнительная характеристика объема кровопотери

Кровопотеря (мл)	Декомпрессия со стабилизацией (%)	Минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия (%)
Менее 100,0	3 (4,5)	58 (87,9)
100,0 – 200,0	28 (42,4)	8 (12,1)
201,0 – 500,0	33 (50,0)	0 (0)
Более 500,0	2 (3,0)	0 (0)

\* $p < 0,001$  при сравнении между подгруппами

Койко-день в обеих группах также показал статистически достоверные различия, и составил в первой группе более 10 - у 65,2%, 5-10 - у 31,8%, менее 5 - у 3%, в среднем - 8,2. При этом во второй группе койко-день составил менее 5 - у 47,0%, 5-10 - у 43,9%, более 10 - у 9,1%, в среднем – 4,5 ( $p < 0,001$ ) (Таблица 6).

Таблица 6 - Сравнительная характеристика по срокам госпитализации.

Сроки госпитализации	I группа (%)	II группа (%)
До 5 дней	2 (3,0)	31 (47,0)
5-10 дней	21 (31,8)	29 (43,9)
Более 10 дней	43 (65,2)	6 (9,1)

\* $p < 0.001$  при сравнении между подгруппами

Комплексная оценка результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника в группах (в соответствии с модифицированными критериями Kawabata et al.) представлена в таблице 7.

Таблица 7 - Комплексная оценка результатов хирургического лечения пациентов

	I класс (хороший исход)	II класс (плохой исход)
I группа	59 (89,4%)	7 (10,6%)
II группа	64 (97,0%)	2 (3,0%)

При анализе полученных результатов было выявлено, что хорошие исходы (класс I) в первой группе пациентов были достигнуты у 59 (89,4%) пациентов, во второй группе - у 64 (97,0%) пациентов. При этом статически достоверной разницы выявлено не было ( $p=0,164$ )

### **Анализ хирургических осложнений**

Осложнения были выявлены в 22 наблюдениях.

По поводу сформировавшихся гематом через 14 дней после операции были повторно оперированы 4 пациента, из них 2 (2 %) - из I группы и 2 (2,1 %) - из II группы.

Отмечены два инфекционных осложнения в I группе. Выполнена повторное хирургическое вмешательство (дренирование абсцесса) через 2 месяца после операции.

В повторной микрохирургической декомпрессии нуждались 4 пациента из II группы: 2 из них – через 2 года после первой операции, 2 – через 2 месяца.

Повреждение ТМО имело место у 6 (6 %) пациентов I группы и у 4 (4,2 %) - II группы. На заключительном этапе операции всем 6 пациентам выполнено ушивание и герметизация ТМО вышеописанными методами.

При проведении иКТ резидуальный стеноз был выявлен у



6 (6,4 %) пациентов, что потребовало расширения декомпрессии пораженного сегмента. При выполнении повторного иКТ во всех случаях резидуального стеноза позвоночного канала не выявлено.

У 2 (2,1 %) пациентов II группы отмечалось нарастание неврологического дефицита в виде углубления пареза на 1 балл, в связи с чем потребовалась более длительная госпитализация для проведения консервативной терапии. Неврологический дефицит у этих пациентов постепенно регрессировал к моменту выписки до дооперационного уровня.

Замедленное заживление послеоперационной раны (заживление вторичным натяжением) отмечено у 6 (6 %) пациентов I группы и у 2 (2,1 %) пациентов II группы. Это потребовало в раннем послеоперационном периоде, на 2–4-е сутки после операции, наложения отсроченных швов на кожу, которые были сняты после формирования состоятельного рубца (на 10–12-е сутки после операции).

2 пациента из I группы нуждались в повторной операции через 6 месяцев в связи с болезнью смежного сегмента, декомпрессией и удлинением конструкции на вышележащем уровне.

Частота и структура осложнений представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Частота и характер хирургических осложнений n (%)

Характер осложнений	I группа	II группа
Повреждение твердой мозговой оболочки	6 (6%)	4 (4,2%)
Усугубление пареза, гипестезия	0 (0%)	2 (2,1%)
Заживление послеоперационной раны вторичным натяжением	6 (6%)	2 (2,1%)
Нагноение послеоперационной раны	2 (2%)	0 (0%)

На основании выполненного исследования, нами разработан алгоритм применения минимально декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии у пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника (Рисунок 7).

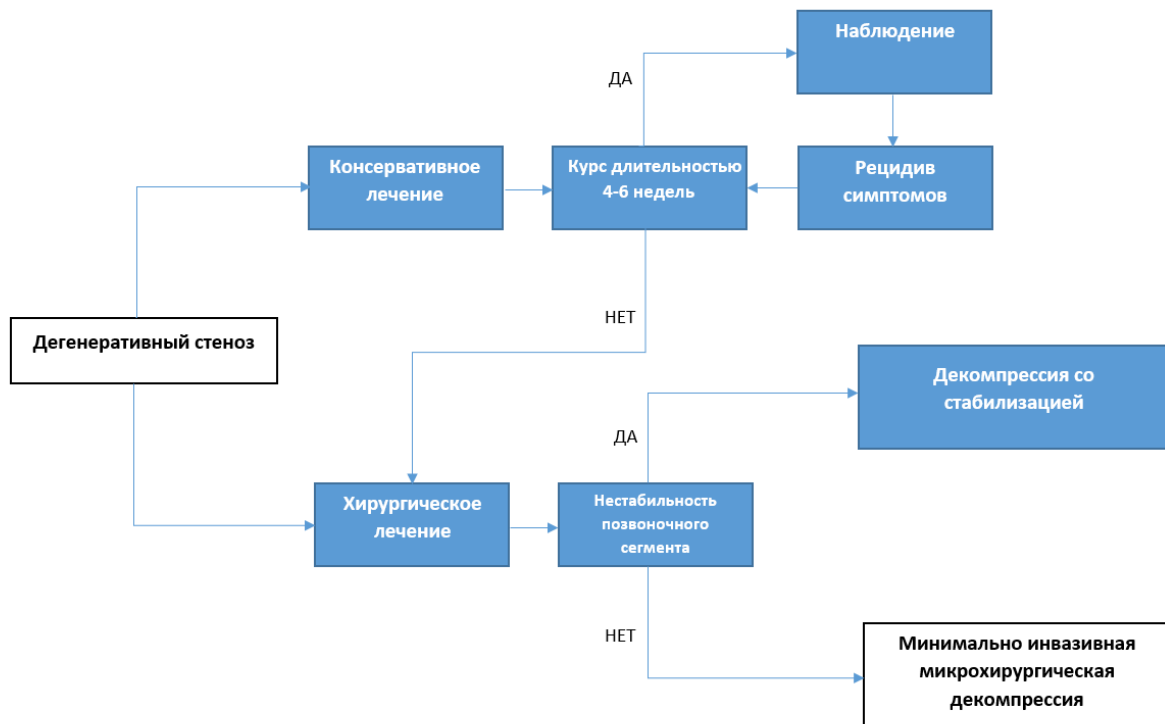


Рисунок 7 - Алгоритм применения декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии у пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника

## Выводы

1. Стойкое снижение интенсивности болевого синдрома по ВАШ в нижней части спины и в нижних конечностях отмечается, как после минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии дегенеративного стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника, так и после декомпрессии со стабилизацией. Уменьшение степени нетрудоспособности по ODI статистически значимое отмечено в обеих группах ( $p < 0,001$ ). Тем не менее

в отдаленном послеоперационном периоде (через 9 месяцев) интенсивность болевого синдрома статистически значимо ниже среди пациентов после минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии ( $p < 0,05$ ).

2. Частота хороших исходов по критериям Kawabata при минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии статистически значимо выше (97 %), чем при использовании декомпрессии со стабилизацией (89 %), что свидетельствует о лучших клинических результатах среди пациентов, которым выполнялась минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия ( $p < 0,001$ ).

3. При оценке длительности хирургического вмешательства выявлено, что продолжительность хирургических вмешательств с применением минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии была в 1,7 раза ниже, чем при декомпрессии со стабилизацией ( $p < 0,001$ ). При выполнении минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии достоверно меньше объем интраоперационной кровопотери (в среднем - 56 мл, не превышает 200 мл), по сравнению с выполнением декомпрессии со стабилизацией (в среднем - 234,8 мл) ( $p < 0,001$ ). Койко-день в группе пациентов, перенесшим декомпрессию со стабилизацией, был выше, чем при минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии ( $p < 0,001$ ), составив в среднем 8,2 и 4,5 суток соответственно.

4. Применение интраоперационной КТ и навигации повышают безопасность, обеспечивает точное планирование хирургического доступа и позволяют своевременно оценить объем выполненной декомпрессии, выявить резидуальный стеноз (выявленный у 6,4% пациентов нашей серии) и провести расширение декомпрессии пораженного сегмента в течение одной операции.

5. Минимально инвазивная микрохирургическая декомпрессия позвоночного канала минимизирует риски интраоперационного повреждения твердой мозговой оболочки и невралных структур. Частота интраоперационных осложнений при минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии достоверно ниже (4,2%), чем при декомпрессии со стабилизацией (6%) ( $p < 0,001$ ).

## Практические рекомендации

1. Применение минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии рекомендовано у пациентов со стенозом позвоночного канала в пояснично-крестцовом отделе позвоночника без признаков нестабильности позвоночно-двигательного сегмента, так как данная методика имеет ряд преимуществ перед декомпрессией со стабилизацией: позволяет минимизировать травматичность мягких тканей; снижает время операции; уменьшает объем кровопотери; сокращает сроки госпитализации.

2. Целесообразно использование в структуре одной операционной интраоперационного компьютерного томографа и навигационной системы, применение которых позволяет: минимизировать риск развития осложнений; декомпримировать дуральный мешок и невральные структуры в полном объеме; достичь хороший клинический эффект.

3. Рекомендовано использовать разработанный алгоритм применения декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной хирургии для определения оптимальной тактики хирургического лечения у пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника.

## Список публикаций по теме диссертации

1. Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Бринюк Е.С., Капровой С.В., Асютин Д.С., Шульц М.А., Оноприенко Р.А., Соленкова А.В. / Опыт применения интраоперационного спирального компьютерного томографа и современной системы навигации в хирургическом лечении заболеваний позвоночника и спинного мозга // **Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко** – 2021. – № 3. Том 85. С. 15-23.

2. Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Асютин Д.С., Бринюк Е.С., Капровой С.В., Закиров Б.А. / Дегенеративный стеноз поясничного отдела позвоночника: характеристика минимально инвазивных микрохирургических методов лечения // **Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко** – 2021. – №

4. Том 85. С. 87-95.

3. Коновалов Н.А., Бринюк Е.С., Капровой С.В., Назаренко А.Г., Закиров Б.А., Струнина Ю.В., Степанов И.А./ Результаты применения минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии у пациентов с моносегментарным поясничным стенозом // **Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко** – 2022. – № 5. Том 86. С. 66-73.

4. Бринюк Е.С., Капровой С.В., Тимонин С.Ю. Опыт применения интраоперационного компьютерного томографа Siemens Somatom Definition Edge и современной системы навигации в хирургическом лечении заболеваний позвоночника и спинного мозга// **Нейрохирургия. Материалы I Всероссийской конференции молодых нейрохирургов** – №3. 2019. Том 21. С 27-28.

5. Коновалов Н.А., Бринюк Е.С., Назаренко А.Г., Асютин Д.С., Королишин В.А., Оноприенко Р.А., Шульц М.А., Капровой С.В., Тимонин С.Ю., Закиров Б.А. Опыт применения интраоперационного компьютерного томографа «Siemens Somatom Definition Edge» и современной системы навигации в хирургическом лечении заболеваний позвоночника и спинного мозга// **X съезд ассоциации хирургов-вертебрологов (RASS)**. 30 мая – 1 июня 2019 года, г. Москва.

6. Asyutin D.S., Onoprienko R.A., Korolishin V.A., Martynova M.A., Zakirov B.A., Pogosyan A.L., Konovalov N.A., Nazarenko A.G., Brinyuk E.S., Kaprovoy S.V., Timonin S.U. CT- navigated lateral interbody fusion (DLIF) //EANS2018, the 18th European Congress of Neurosurgery. 21-25 октября 2018 года, г. Брюссель, Бельгия.

7. Konovalov N.A., Brinyuk E.S., Nazarenko A.G., Onoprienko R.A., Asyutin D.S., Korolishin V.A., Shults M.A., Zakirov B.A., Pogosyan A.L., Kaprovoy S.V., Timonin S.U. Experience in using of intraoperative computed tomography scanner «Siemens Somatom Definition Edge» and navigation system in spinal surgery//EANS2018, the 18th European Congress of Neurosurgery. 21-25 октября 2018 года, г. Брюссель, Бельгия.

8. Asyutin D.S., Konovalov N.A., Nazarenko A.G., Onoprienko

R.A., Martynova M.A., Korolishin V.A., Kaprovoy S.V., Brinyuk E.S., Zakirov B.A., Timonin S.U., Pogosyan A.L. Spine and spinal cord disorders: advanced treatment concepts//Spine Surgery in XXI Century: current concepts, controversies, perspectives. 5-7 октября 2018 года, г. Ниш, Сербия.

9. Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Асютин Д.С., Королишин, Р.А В.А. Оноприенко, Шульц М.А., Капровой С.В., Тимонин С.Ю., Закиров Б.А., Погосян А.Л., Рыбаков В.А., Струнина Ю.В., Бринюк Е.С. Опыт применения минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии при спинальном дегенеративном моносегментарном стенозе позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника// IX Всероссийский съезд нейрохирургов. 15 – 18 июня 2021 года, г. Москва.

10. Коновалов Н.А., Бринюк Е.С., Назаренко А.Г., Асютин Д.С., Королишин В.А., Оноприенко Р.А., Мартынова М.А., Капровой С.В., Тимонин С.Ю., Закиров Б.А., Погосян А.Л. Опыт применения интраоперационного компьютерного томографа «Siemens Somatom Definition Edge» и современной системы навигации в хирургическом лечении заболеваний позвоночника и спинного мозга//Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова -2019. Том X. Специальный выпуск. г. Санкт-Петербург. С 215-216.

11. Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Асютин Д.С., Королишин В.А., Оноприенко Р.А., Шульц М.А., Капровой С.В., Тимонин С.Ю., Закиров Б.А., Погосян А.Л., Рыбаков В.А., Струнина Ю.В., Бринюк Е.С. / Сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела позвоночника с применением декомпрессии со стабилизацией и минимально инвазивной микрохирургической декомпрессии// XI съезд Российской Ассоциации хирургов-вертебрологов. 2-5 июня 2021 года, г. Нижний-Новгород. С 8.

12. Асютин Д.С., Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Закиров Б.А., Капровой С.В., Бринюк Е.С., Дзюбанова Н.А., Оноприенко Р.А., Королишин, Тимонин С.Ю., Погосян А.Л., Шток А.В. / Микродекомпрессия при спинальном стенозе // XI съезд Российской Ассоциации хирургов-вертебрологов. 2-5 июня

2021 года г. Нижний-Новгород. С 10.

13. Коновалов Н.А., Бринюк Е.С., Назаренко А.Г., Асютин Д.С., Королишин В.А., Оноприенко Р.А., Мартынова М.А., Капровой С.В., Тимонин С.Ю., Закиров Б.А., Погосян А.Л. Опыт применения интраоперационного спирального компьютерного томографа и современной системы навигации в хирургическом лечении заболеваний позвоночника и спинного мозга // Евразийский ортопедический форум 2021. 25-26 июня 2021 года, г. Москва.

14. Konovalov N.A., Brinyuk E.S., Kaprovoy S.V., Nazarenko A.G., Asyutin D.S., Shultz M.A., Onoprienko R.A., Korolishin V.A., Zakirov B.A., Rybakov V.A., Zelenkov P.V., Pogosyan A.L., Strunina Yu.V. Comparative analysis of surgical effectiveness between minimal invasive decompression and transforaminal lumbar interbody fusion in lumbar stenosis treatment// EANS 2021, Neurosurgery in translation. 03-07 октября 2021 года, г. Гамбург, Германия.

15. N.A. Konovalov, E.S. Brinyuk, A.G. Nazarenko, R.A. Onoprienko, D.S. Asyutin, V.A. Korolishin, M.A. Shults, B.A. Zakirov, A.L. Pogosyan, S.V. Kaprovoy, S.U. Timonin. Experience in using of intraoperative computed tomography scanner «Siemens Somatom Definition Edge» and navigation system in spinal surgery// EANS 2021, Neurosurgery in translation. 03-07 октября 2021 года, г. Гамбург, Германия.

### Список сокращений

ВАШ - визуально-аналоговая шкала

иКТ – интраоперационный компьютерный томограф

КТ - компьютерная томография

МРТ - магнитно-резонансная томография

ПДС – позвоночно-двигательный сегмент

TLIF - transforaminal lumbar interbody fusion (трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез)