

На правах рукописи

БУЛКИН АНАТОЛИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

Технологии минимально инвазивного спондилодеза в лечении корешковых и болевых синдромов у пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника

14.01.18 – Нейрохирургия

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук**

Москва – 2020

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель

Кравец Леонид Яковлевич – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник группы микронеурологии ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России.

Официальные оппоненты:

Евзиков Григорий Юльевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры нервных болезней и нейрохирургии ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России.

Коновалов Николай Александрович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий 10 нейрохирургическим отделением (спинальная нейрохирургия) ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр неврологии»

Защита состоится « _____ » _____ 2021 г. в « _____ » часов на заседании диссертационного совета Д 850.010.02 при Государственном бюджетном учреждении здравоохранения г. Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы» (129090, Москва, Большая Сухаревская площадь, дом 3).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» г. Москвы и на сайте www.skelif.mos.ru.

Автореферат разослан « _____ » _____ 2020 г.

Учёный секретарь диссертационного совета
д.м.н., профессор

Андрей Андреевич Гуляев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Глобальная распространенность процессов, приводящих к нарушению физиологической работы поясничного отдела позвоночника и его дегенеративным изменениям – общеизвестный факт. В России более 50% работоспособного населения страдает от хронических вертеброгенных болевых синдромов и различных неврологических нарушений, связанных с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника (Гиоев П.М., 2003). Помимо этого, она так же является основной причиной обращения пациентов в поликлинику (до 76%) и временной нетрудоспособности (72%) (Коновалов Н.А., 2010).

В общей структуре инвалидности дегенеративные заболевания позвоночника составляют 20,4%, а уровень инвалидизации – 0,4 на 10000 населения, при этом более 60% больных стойко утрачивают трудоспособность (Дракин А.И., 2008; Месхи К.Т., 2007). В США среди больных с патологией позвоночника, 90,3% оперативных вмешательств проводятся по поводу дегенеративных заболеваний поясничного отдела, сопровождающихся различными болевыми и корешковыми синдромами (Дракин А.И., 2008).

Хирургическое лечение болевых и корешковых синдромов при дегенеративных заболеваниях позвоночника является на данный момент одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений нейрохирургии (Eliyas J., 2011; José-Antonio S., 2011). По этой причине, только в США, ежегодно выполняется около 300000 хирургических вмешательств, из них около 50% — это декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства с формированием спондилодеза (Erico T., 2004).

Однако, независимо от технологии выполнения спондилодеза, периодически проявляются разного рода нежелательные явления, как например, разрастание дугоотростчатых суставов с последующим дополнительным стенозированием позвоночного канала, усиление дегенеративных изменений в смежных позвоночно-двигательных сегментах (ПДС), проявление нейропатического болевого синдрома (Nohaus C., 2008; Нуралиев Х.А., 2010). Помимо этих осложнений применение

открытых методов связано с дополнительной травматизацией и длительной ретракцией мягких тканей, которая может привести к мышечной денервации, атрофии, и, следовательно, к сохранению болевого синдрома у пациента, а в ряде случаев может явиться причиной невропатического болевого синдрома, продолженного неврологического дефицита в виде парезов мускулатуры, нарушений чувствительности (Tsahtsarlis A., 2012).

На современном этапе развития большое внимание уделяется разработке минимально-инвазивных технологий межтелового спондилодеза, таких как MIS-TLIF, MIS-ALIF, MIS-LLIF, MIS-OLIF в сочетании с различными вариантами минимально-инвазивной стабилизации позвоночно-двигательного сегмента без формирования заднего костного блока. Однако, несмотря на минимальную травматичность этих методов, сохраняется риск развития послеоперационных осложнений, приводящих к ревизионному оперативному вмешательству.

Наиболее регулярным отдаленным осложнением после подобных вмешательств считается формирование псевдоартрозов, частота которых достигает 25-40% (Mohamad B., 2014). В литературе описан целый ряд причин, некоторыми из них являются табакокурение, инфекции, протяженность выполняемого спондилодеза, неадекватный выбор технологии спондилодеза, нераспознанные метаболические аномалии. Несмотря на то, что формирование псевдоартроза в оперированном позвоночно-двигательном сегменте не всегда является показанием к ревизионному оперативному вмешательству и может протекать асимптомно, длительное пребывание ПДС в таком состоянии может привести к развитию нестабильности и проявлению таких симптомов, как нейрогенная хромота, радикулярная боль, нарастание неврологического дефицита и т.д. (Raizman N., 2009).

Значимым фактором риска, влияющим на неправильное формирование спондилодеза и развитие псевдоартроза, является системный остеопороз. Качество аутологичных трансплантатов, которые являются золотым стандартом биологического материала, в этом случае неудовлетворительное вследствие их ограниченной опороспособности. С другой стороны, скорость биоинтеграции алло

- и ксенотрансплантатов существенно медленнее. Кроме того, сниженная реактивность тканей у пациентов пожилого возраста является дополнительным фактором риска при выполнении любого остеосинтеза (Симонович А.Е., 2004; Нуралиев Х.А., 2010).

Таким образом, учитывая тенденцию в развитии минимально-инвазивных технологий, высокую частоту формирования псевдоартрозов после декомпрессивно-стабилизирующих оперативных вмешательств на поясничном отделе позвоночника, обоснованным выглядит заключение о необходимости дальнейшей разработки минимально инвазивных способов хирургического лечения болевых (вертебральный аксиальный, рефлекторный, радикулярный) и корешковых синдромов связанных с наличием неврологического дефицита (снижение чувствительности, парез мускулатуры, нейрогенная хромота) при дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника.

Цель исследования: улучшение результатов оперативного лечения болевых и корешковых синдромов при использовании минимально инвазивных методов спондилодеза.

Задачи исследования:

1. Изучить результаты и сформулировать показания к применению минимально инвазивных технологий спондилодеза у пациентов с болевыми и корешковыми синдромами при дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника.

2. Провести анализ корреляций между формированием костного блока и клиническими исходами хирургического лечения пациентов при различных способах минимально инвазивного декомпрессивно-стабилизирующего оперативного вмешательства.

3. Выявить факторы риска развития псевдоартроза у пациентов после выполнения декомпрессивно-стабилизирующего хирургического вмешательства.

4. Разработать и оценить безопасность и эффективность использования технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов для улучшения

функциональных результатов у пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника.

Научная новизна работы.

Впервые дана детальная клинико-рентгенологическая характеристика результатов оперативного лечения дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника, сопровождающейся неврологическим дефицитом, корешковым, аксиальным болевым синдромом с применением минимально инвазивных технологий спондилодеза.

Впервые дана оценка рисков развития рецидива болевых и корешковых синдромов вследствие развития симптомного псевдоартроза после выполнения спондилодеза по поводу дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника.

Разработана и внедрена технология перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов (Патент РФ №2645418, МПК: А61В17/00 от 21.02.2018), позволяющая снизить риск развития симптомного псевдоартроза за счет увеличения скорости формирования заднего костного блока и улучшить функциональные результаты после выполнения минимально инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих операций на поясничном отделе позвоночника.

Практическая значимость работы.

Результаты исследования позволили уточнить факторы риска, снижающие скорость формирования костного блока после минимально инвазивных методов спондилодеза, ухудшающие функциональные результаты технологий хирургического вмешательства.

Разработанная технология перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов, улучшила функциональные результаты и ускорила формирование заднего костного блока при проведении минимально инвазивных стабилизирующих оперативных вмешательств, что позволит существенно уменьшить частоту неудач у пациентов с факторами риска развития псевдоартроза и снизить вероятность ревизионных оперативных вмешательств по поводу рецидива корешковых и болевых синдромов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Минимально инвазивные технологии спондилодеза способствуют снижению выраженности вертебрального и радикулярного болевых синдромов, регрессу неврологического дефицита и нейрогенной хромоты вне зависимости от выбора хирургической техники. Формирование заднего спондилодеза при использовании минимально инвазивных методик позволяет улучшить исход хирургического лечения и ускорить регресс вертебрального болевого синдрома, что подтверждается данными шкалы Kawabata.

2. Принцип циркулярного спондилодеза возможно реализовать с применением технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов для обеспечения надежной стабилизации позвоночно-двигательного сегмента и снижения риска проявления неврологической симптоматики, связанной с развитием симптомного межтелового псевдоартроза.

3. Важными факторами риска рецидива болевых и корешковых синдромов при развитии симптоматического межтелового псевдоартроза являются радиоденсивность костной ткани в единицах Хаунсфилда (ниже 135 ед. X) и пожилой возраст, в отличие от заднего спондилодеза, на качество формирования которого влияет лишь возраст пациента.

Внедрение результатов работы.

Разработанный новый способ минимально инвазивной стабилизации позвоночно-двигательного сегмента используется в Университетской клинике ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России. Материалы диссертационного исследования используются для подготовки студентов и ординаторов кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Апробация работы и публикации.

Основные положения диссертации были представлены международной конференции «World Spine 8 (Porto, 2018)», XI Всероссийском съезде травматологов-ортопедов (Санкт-Петербург, 2018 год), XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 2019 год), X съезде Ассоциации хирургов-вертебрологов (Москва, 2019 год), Всероссийской научно-практической конференции «Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики» (Саратов, 2019 год).

По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ: 5 тезисов в материалах научных конференций, в том числе международных и с международным участием, 7 статей, в том числе 5 – в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией. Получен патент на изобретение «Способ минимально инвазивной стабилизации позвоночно-двигательного сегмента в поясничном отделе позвоночника» РФ 2645418 от 21.08.2018.

Личное участие автора в получении научных результатов.

Личное участие автора осуществлялось на всех этапах работы и включало анализ литературных источников, отбор, обследование и включение в исследование пациентов с корешковыми и болевыми синдромами при дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника. Автор осуществлял составление электронной базы данных. Осуществлял предоперационную подготовку пациентов. Непосредственно принимал участие в качестве оператора или ассистента при выполнении минимально инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих оперативных вмешательств. Осуществлял наблюдение и лечение пациентов в раннем послеоперационном периоде, амбулаторное наблюдение за пациентами в отдаленном послеоперационном периоде. Автором был проеден статистический анализ результатов обследования и лечения пациентов. Личное участие автора в получении научных результатов, представленных в диссертации, подтверждается соавторством в публикациях по теме диссертации.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 135 страницах машинописного текста, состоит из 5 глав, введения, заключения, выводов, практических рекомендаций, содержит 27 таблиц, 24 рисунков. Список литературы включает 156 источников, из них 14 отечественных и 142 зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Материалы и методы исследования. Работа представляет собой нерандомизированное моноцентровое, когортное сравнительное исследование результатов хирургического лечения пациентов с корешковыми и болевыми синдромами при дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника с использованием минимально инвазивных технологий спондилодеза за период с 01.01.2012 г по 01.06.2018. В окончательный клинический анализ было включено 173 пациента, отвечающих всем критериям исследования.

Для решения основных задач этого исследования были последовательно включены 80 человек, которым выполнялись декомпрессивно-стабилизирующие оперативные вмешательства по минимально-инвазивным технологиям спондилодеза:

- Группа 1: MIS – технология передней ретроперитонеальной микрохирургической декомпрессии корешков спинного мозга, межтелового спондилодеза в совокупности с перкутанной транспедикулярной фиксацией – MIS-ALIF (20 человек);
- Группа 2: MIS – технология латеральной ретроперитонеальной микрохирургической декомпрессии корешков спинного мозга, межтелового спондилодеза в совокупности с перкутанной транспедикулярной фиксацией – MIS-LLIF (20 человек);
- Группа 3: MIS – технология трансфораминальной микрохирургической декомпрессии корешков спинного мозга, межтелового спондилодеза в совокупности с перкутанной транспедикулярной фиксацией – MIS-TLIF (20 человек);
- Группа 4: MIS – технологии передней и латеральной ретроперитонеальной декомпрессии корешков спинного мозга, межтелового спондилодеза в

совокупности с перкутанной транспедикулярной фиксацией, а также, с применением разработанной технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов – MIS-A/LLIF + ПАДС (20 человек).

При обследовании были использованы анамнестические, клинические, рентгенологические, магнитно-резонансный методы исследования.

Анализ исходных данных и результатов хирургического лечения выполнен с помощью программы «STATISTICA для Windows версия 12.5 (StatSoft Inc.) и пакета программ Microsoft Office 2011 (Excel, Word) в соответствии с строгими критериями статистической достоверности ($p < 0,05$).

Проведенное исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России (протокол №14 от 30.11.2016). Все участники исследования давали информированное подписанное согласие.

Показаниями к хирургическому лечению с применением минимально инвазивных технологий спондилодеза были дегенеративные поражения позвоночно-двигательного сегмента в поясничном отделе позвоночника: дегенеративный спондилолистез 1 – 2 ст., стеноз позвоночного канала за счет дегенеративных изменений межпозвонкового диска, артроза дугоотростчатых суставов, оссификации желтой связки сопровождающиеся клиникой вертебрального аксиального, рефлекторного, радикулярного болевых синдромов, а так же, наличием неврологического дефицита в виде пареза мускулатуры, нарушения чувствительности. Так же, показанием к хирургическому вмешательству было наличие у пациента нейрогенной хромоты, связанной с нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента и наличием динамического стеноза позвоночного канала в вертикальном положении. Интенсивность болевого синдрома в спине и ногах степени выражена по визуально-аналоговой шкале боли в миллиметрах. Статистически достоверных отличий между исследуемыми группами пациентов не выявлено ($p > 0,05$).

При анализе анамнестических данных выявлено, что около 90% пациентов соглашались на хирургическое лечение только после безуспешности различных консервативных методов лечения, из них более 20% пациентов прошли полный

курс консервативной терапии, включающих интервенционные методы лечения. Средняя продолжительность консервативной терапии составляла 10,11 мес. \pm 3,5 мес., что свидетельствует о большой продолжительности и низкой эффективности проведенных мероприятий.

В срок 3, 6 и 12 мес. эффективность проведенного лечения оценивалась по степени регресса болевого синдрома в спине и ногах по визуально-аналоговой шкале, регрессу неврологического дефицита по шкале ASIA. Оценка исходов хирургического лечения оценивалась по модифицированной шкале Macnab (таблица 1) и шкале Kawabata (таблица 2) в срок 6 и 12 мес. после оперативного вмешательства.

Таблица 1.

Модифицированная субъективная оценочная шкала Macnab.

| РЕЗУЛЬТАТ | ОПИСАНИЕ |
|---------------------------------------|---|
| Отличный результат | нет боли, нет ограничения мобильности, способность вернуться к нормальной работе |
| Хороший результат | редкая нерадикулярная боль, облегчение предшествующих симптомов, способность вернуться на модифицированную работу |
| Удовлетворительный результат | некоторое улучшение функциональных возможностей, инвалидизация или невозможность работать |
| Неудовлетворительный результат | продолжающиеся симптомы вовлеченности нервного корешка, требуется дополнительное оперативное вмешательство на данном уровне |

Таблица 2.

Шкала Kawabata.

| РЕЗУЛЬТАТ | ОПИСАНИЕ |
|---|---|
| Класс 1 – хороший результат | отсутствие жалоб, патологических симптомов и нормальные результаты объективного обследования, значительное улучшение, отсутствие инвалидизирующей дисфункции (незначительные чувствительные нарушения и парез 4/5 степени с улучшением, по крайней мере, на одну степень) |
| Класс 2 – удовлетворительный результат | некоторые остаточные симптомы (небольшие жалобы) и минимальная объективная симптоматика (незначительные чувствительные нарушения, легкая атрофия, парез 3/5 или 4/5 степени с улучшением, по крайней мере, на одну степень) |
| Класс 3 – сомнительный результат | отсутствие положительной динамики (сохранные жалобы, выраженный дефицит и атрофия) или ухудшение |

Так же, в срок 6 и 12 мес. после оперативного вмешательства, по данным МСКТ выполнялась оценка качества формирования межтелового спондилодеза по модифицированной классификации Tap, а также оценка качества формирования заднего спондилодеза по разработанной рабочей классификации.

Хирургическое лечение.

Всего было выполнено 80 минимально-инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательство по технологиям MIS-TLIF, MIS-ALIF, MIS-LLIF, в том числе с применением разработанной технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов (ПАДС)

Технологии всех вариантов декомпрессии корешков спинного мозга и межтелового спондилодеза проводились в соответствии с общепринятыми стандартами. Для формирования межтелового спондилодеза, использовалась

аллогенная кость. Технология установки транспедикулярного фиксатора и перкутанного транспедикулярного фиксатора в группах без использования разработанной технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов так же не отличалась от общепринятой.

Технология перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов. В ходе нашего исследования, разработанная техника минимально инвазивной стабилизации позвоночно-двигательного сегмента выполнялась в сочетании с минимально-инвазивными декомпрессивно-стабилизирующими оперативными вмешательствами, выполняемыми по технологиям MIS-ALIF и MIS-LLIF.

Технология выполнения перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов выполнялась в соответствии с патентом на способ стабилизации позвоночно-двигательного сегмента в поясничном отделе позвоночника (патент РФ №3645418 МПК А16В17/00, дата регистрации 21.02.2018) во время этапа установки перкутанного транспедикулярного инструментария:

- пациент укладывается в положении на животе в положении реклинации на операционном столе Jackson с разгрузкой нижней полой вены и положении физиологического лордоза
- осуществляется идентификация уровня хирургического вмешательства с использованием мобильного флюороскопа во фронтальной проекции с рентгенконтрастной меткой;
- на 1 см. латеральнее наружной границы каждой из ножек позвонков билатерально выполняется разрез кожи и подкожно-жировой клетчатки длиной не более 2 см;
- перкутанно проводятся спицы-направители через ножки позвонков параллельно замыкательным пластинам;
- по спицам–направителям в тела позвонков перкутанно устанавливаются канюлированные транспедикулярные винты;
- под контролем флюороскопии производится разметка траектории введения спицы – направителя в сагиттальной плоскости через суставную щель

дугоотростчатого сустава от вершушки верхнего дугоотростчатого сустава до основания ножки нижнего позвонка позвоночно-двигательного сегмента;

- в указанном направлении пункционно-перкутанно проводится спице-направитель (рис. 1-а, b);

- по установленной спице-направителю вводится 8G канюлированная фреза, формируется ложе для трансплантата на протяжении всей суставной щели дугоотростчатого сустава (рис. 1-с);

- после удаления фрезы по спице-направителю в область сформированного ложа вводится 8G троакар (рис. 1-d, e);

- полый фрезой 8G подготавливается цилиндрический трансплантат из аллокости, соответствующего размера (рис. 1-f, g);

- через 8G троакар в сформированное ложе устанавливается трансплантат с помощью стилета (рис. 1-h);

Аналогичные манипуляции выполняются на контралатеральном дугоотростчатом суставе. Завершается перкутанная стабилизация сегмента двухсторонней установкой стержней и их окончательной фиксацией гайками в головках винтов.

После удаления удлинителей винтов раны обильно промывались раствором антибиотика в физиологическом растворе хлорида натрия, накладывался 1 шов на поясничную фасцию, швы на подкожно-жировую клетчатку и кожу. Ни в одном случае рана не дренировалась.

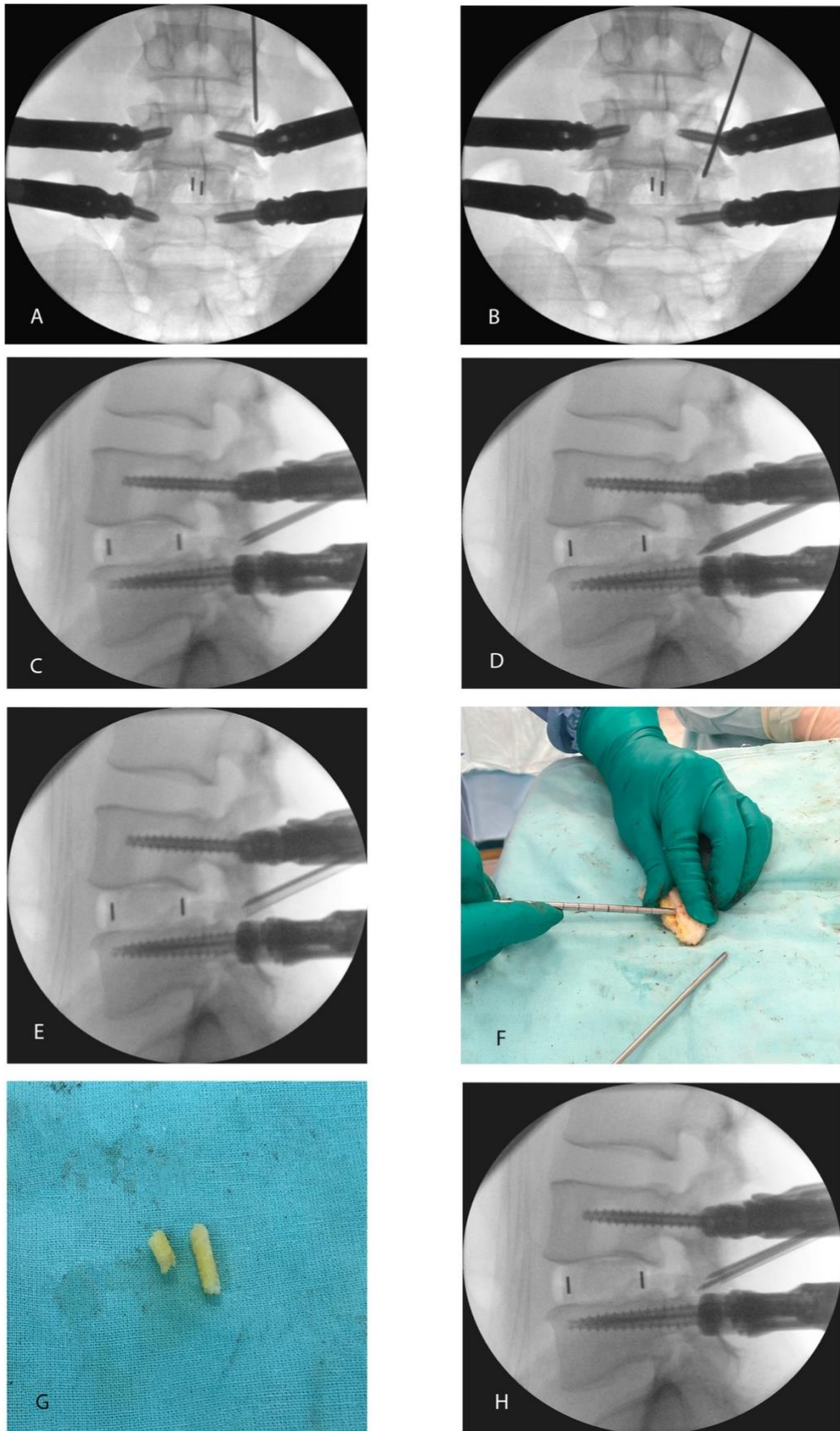


Рисунок 1. Этапы выполнения перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов.

На вторые сутки после оперативного вмешательства выполнялась компьютерная томография с целью контроля положения металлоконструкции и оценки правильности выполнения перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов (рисунок 2).

Через 12 месяцев после выполнения оперативного вмешательства так же выполнялась компьютерная томография с целью оценить состоятельность межтелового спондилодеза и заднего костного блока на месте выполнения перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов (рисунок 3).

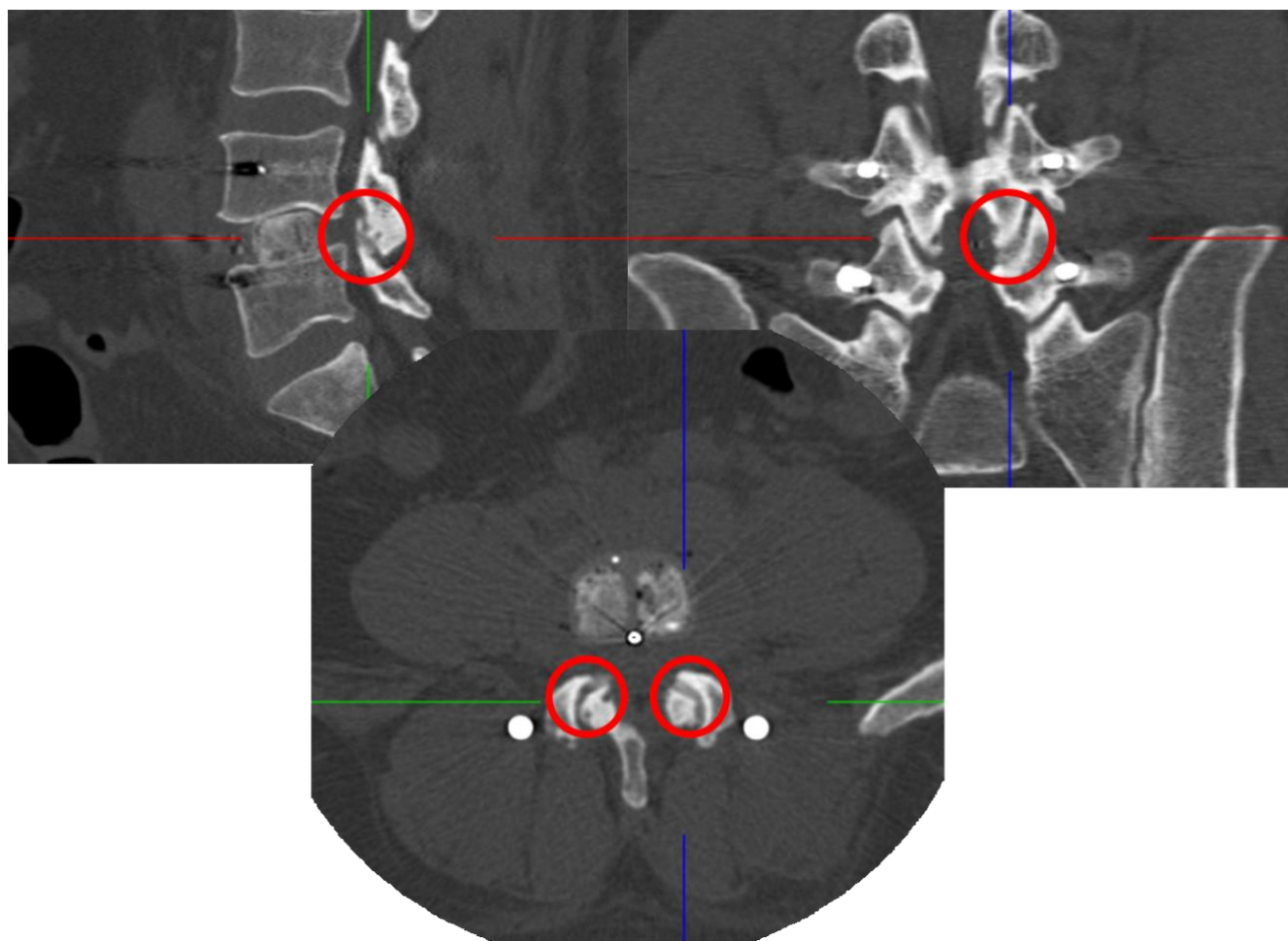


Рисунок 2. Контрольная КТ на вторые сутки после оперативного вмешательства.

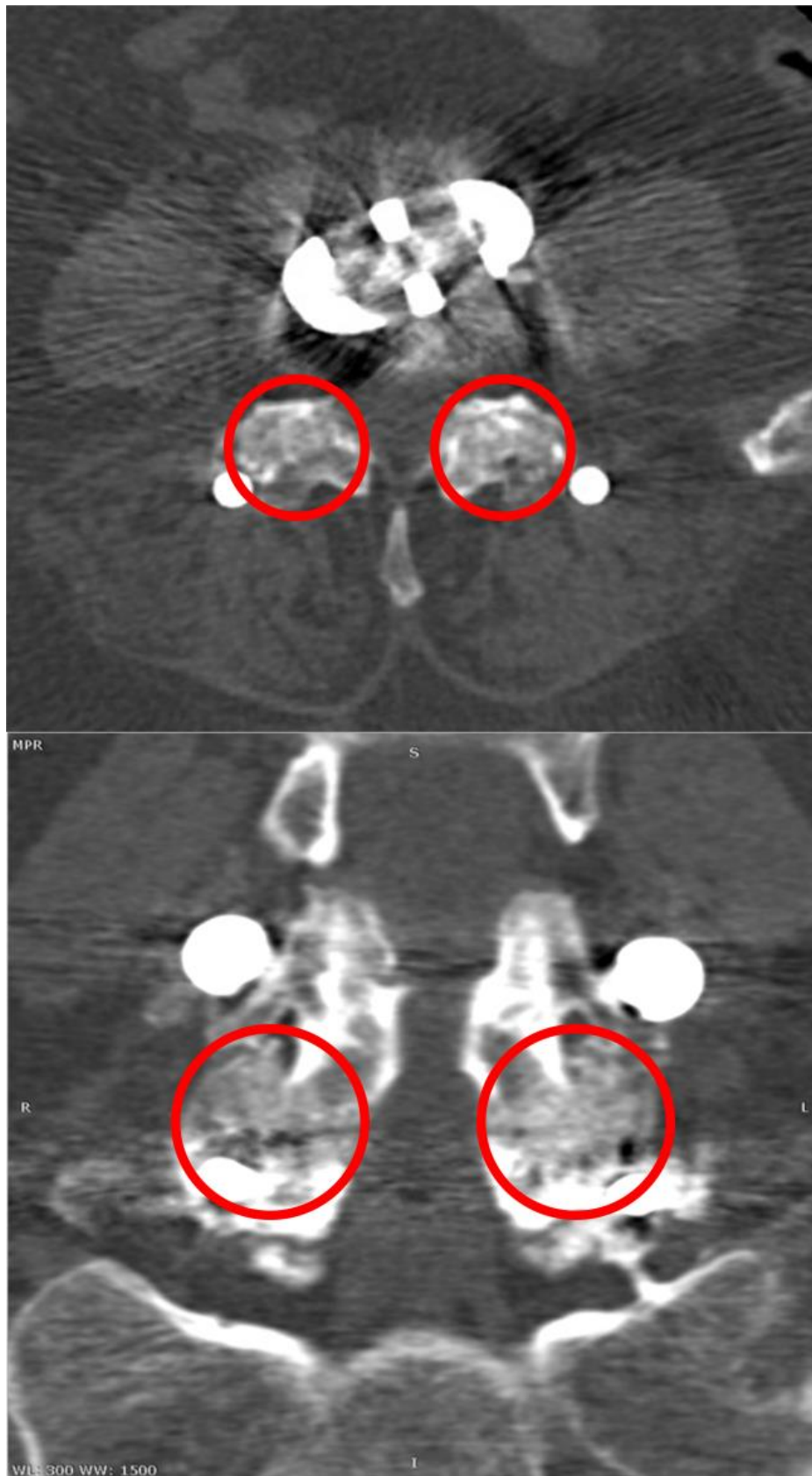


Рисунок 3. Контрольная КТ через 12 месяцев после выполнения оперативного вмешательства

Учитывая, что задний костный блок при выполнении перкутанной транспедикулярной фиксации может образовываться спонтанно (Gazzeri et al., 2018), проведено сравнение группы пациентов, которым был выполнен перкутанный артродез дугоотростчатых суставов и группы пациентов, которым ПАДС не выполнялся.

Результаты двухстороннего точного теста Фишера показали, что использование разработанной технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов статистически достоверно влияет как на формирование костного блока в сравнении с группами, где артродез не выполнялся ($p < 0,0001$).

Так же, при оценке влияния разработанной технологии на вероятность формирования костного блока методом логистической регрессии было выявлено, что использование технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов увеличивает вероятность формирования заднего костного блока примерно в 50 раз ($p < 0,0001$), а вероятность формирования полного костного блока примерно в 10 раз ($p = 0,00278$).

К концу наблюдения, в трех случаях (15%) задний костный блок после выполнения перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов рентгенографически сформировался раньше межтелового спондилодеза, что обеспечило сохранение стабильности оперированного сегмента и предотвратило развитие неврологической симптоматики, связанной с развитием симптомного псевдоартроза. Каких-либо клинически значимых осложнений периоперационного и послеоперационного периодов у пациентов основной и контрольной группы не наблюдалось.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Анализ клинических результатов применения минимально инвазивных технологий спондилодеза. В раннем послеоперационном периоде, во всех группах пациентов, отмечалась статистически достоверный регресс выраженности вертебрального болевого синдрома в спине и радикулярной боли в ногах. Несмотря на то, что группы остаются однородными, зарегистрировано статистически значимое изменение этих параметров между группой пациентов с применением разработанной технологии ПАДС от групп с применением трансфораминального и латерального спондилодеза на конечной точке наблюдения ($p=0,042$).

Анализируя количество пациентов с наличием неврологического дефицита (парез мускулатуры до 3-4 балла по ASIA, снижение чувствительности до 1 балла по ASIA) в каждой группе, выявлено, что они, также, остаются однородными. Тем не менее, в срок 3 мес. после оперативного вмешательства, зарегистрировано статистически значимое снижение дефицита в группе пациентов применением разработанной технологии ПАДС по сравнению группами применения технологии трансфораминального (группа 3, $p= 0,0225$) и переднего ретроперитонеального межтелового спондилодеза (группа 1, $p=0,0484$) что может быть связано с формированием заднего костного блока, обеспечением дополнительной стабильности позвоночно-двигательного сегмента и исключением динамического сужения позвоночного канала. Относительно регресса радикулярного болевого синдрома, статистически значимых отличий не выявлено.

Проводя аналогичное сравнение, но уже относительно регресса аксиального и рефлекторного болевого синдрома, наблюдается статистически значимое отличие через 6 мес. после оперативного вмешательства между группами применения переднего ретроперитонеального (1 группа) и латерального ретроперитонеального (группа 2) спондилодеза, что может быть связано с ортопедическими преимуществами технологии MIS-ALIF над MIS-LLIF за счет резекции передней продольной связки и восстановления локального сагиттального баланса ($p= 0,0310$).

Оценивая исходы хирургического лечения по шкале Masnab на всех сроках наблюдения статистически значимых различий между группами не выявлено ($p=0,2815$ и $p=0,3245$ соответственно).

По шкале Kawabata в срок 6 мес. после оперативного вмешательства группы пациентов между собой так же остаются однородными ($p=0,3355$), но через год после оперативного вмешательства, большее количество хороших результатов (соответствуют Классу 1 по шкале Kawabata) зарегистрировано в группах ретроперитонеальных доступов в совокупности с дополнительным артродезом дугоотростчатых суставов по сравнению с технологией MIS-TLIF ($p=0,0138$), что может быть связано с формированием заднего спондилодеза и обеспечением дополнительной стабильности позвоночно-двигательного сегмента.

Анализ сроков и особенностей формирования костного блока. Анализируя качество формирования межтелового спондилодеза через 6 мес. после операции, различия между группами не выявлено. Однако, выявлено статистически достоверное увеличение частоты формирования заднего костного блока в группе с применением разработанной технологии, по сравнению с остальными группами ($p<0,0001$).

Такая же картина нами зарегистрирована и через 12 мес. после оперативного вмешательства, однако относительно формирования межтелового спондилодеза преимущество остается за технологией MIS-TLIF ($p=0,0083$), что может быть связано с небольшой площадью опоры трансплантата, используемого в ходе такого оперативного вмешательства.

Клинико-рентгенологические корреляции. Анализ корреляции исходов хирургического лечения по шкалам Masnab, Kawabata, а также выраженности вертебрального болевого синдрома к окончанию наблюдения показал статистически значимую взаимосвязь с применением технологии ПАДС ($p=0,0455$, $p=0,00438$ и $p=0,0309$ соответственно).

Выявлены статистически значимые корреляции исходов хирургического лечения по шкалам Masnab ($p=0,0459$) и Kawabata ($p=0,0255$), регрессом аксиального и рефлекторного болевого синдрома ($p=0,0067$), а также аксиального

синдрома в спине ($p=0,0283$) и радикулярного болевого синдрома в ногах ($p=0,0201$) с формированием межтелового спондилодеза 1 и 2 степени по Тап.

Эти параметрами так же статистически значимо коррелировали с качеством формирования заднего спондилодеза ($p=0,0067$; $p=0,0041$; $p=0,0346$ и $p=0,0431$ соответственно). Таким образом, полученные результаты говорят о достаточно высокой роли формирования как межтелового, так и заднего костного блока в улучшении качества хирургического лечения, регресса как аксиального болевого синдрома, так и неврологической симптоматики при использовании минимально-инвазивных технологий спондилодеза.

Факторы влияющие на качество формирования межтелового спондилодеза. Учитывая невозможность стандартизации групп пациентов, оперированных с использованием аллотрансплантатов из-за разнородности и структурного различия костного материала, а так же принимая возможность иммунной реакции на аллогенный материал, анализ факторов риска, которые могут оказать влияние на качество формирования межтелового спондилодеза проводился отдельно на ретроспективной когорте пациентов ($n=93$), которым были выполнены декомпрессивно-стабилизирующие оперативные вмешательства по технологии трансфораминального межтелового спондилодеза в сочетании с задним спондилодезом. Материалом, использовавшимся для формирования костного блока, была аутологичная костная крошка из резецированного фасеточного сустава и краев дуг.

Нами было принято решение не только пересмотреть влияние уже изученных факторов, влияющих на качество формирования костного блока (пожилой возраст, избыточный вес, системные заболевания и табакокурение), но и оценить влияние наименее исследованного параметра - плотности костной ткани в единицах Хаунсфилда. Измерение плотности костной ткани проводили по данным КТ в трех плоскостях: сагиттальной, аксиальной и фронтальной на уровне L3 позвонка. В каждой из плоскостей радиоденсивность определяли на максимальной площади в пределах губчатого слоя тела позвонка, далее вычисляли среднее значение для каждого наблюдения.

По результатам исследования, пациенты с плотностью костной ткани ниже 130 ед. Хаунсфилда проходили обследование у ревматолога с целью выявления системного остеопороза. Диагноз был верифицирован у 33 (33,5%) пациентов всей когорты (100% пациентов со снижением плотности костной ткани ниже 130 единиц Хаунсфилда).

Методом логистической регрессии было выявлено статистически достоверное влияние радиоденсивности костной ткани и возраста пациента на формирование межтелового спондилодеза 1 и 2 степени ($p=0,0033$ и $p=0,0146$ соответственно), но на формирование только лишь спондилодеза 1 степени ни один из исследуемых факторов риска не оказал влияния. Таким образом, подтверждается значимость определения плотности костной ткани на качество формирования межтелового спондилодеза.

Анализируя влияние этих же предикторов на формирование заднего спондилодеза, выявлено статистически значимое влияние только лишь возраста пациента ($p=0,0146$ – неполный костный блок; $p=0,0253$ – полный костный блок). Радиоденсивность костной ткани в единицах Хаунсфилда в этом случае не оказала влияния на качество его формирования.

Выводы

1. Применение MIS – технологий декомпрессии корешков спинного мозга и спондилодеза позволяет достоверно снизить уровень вертебрального болевого синдрома и радикулярного болевого синдрома в ногах, способствует регрессу неврологического дефицита в течение года после оперативного вмешательства вне зависимости от хирургической тактики.
2. Применение MIS - технологии декомпрессии корешков спинного мозга и спондилодеза в комбинации с перкутанной установкой транспедикулярного фиксатора и разработанной технологией ПАДС улучшает функциональные результаты хирургического лечения по сравнению с технологиями MIS-ALIF и MIS-TLIF что подтверждается результатами по шкале Kawabata.

3. Качество формирования межтелового спондилодеза статистически значимо влияет на регресс аксиального и рефлекторного болевого синдрома, исход хирургического лечения.
4. Применение технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов при минимально инвазивных технологиях спондилодеза в 50 раз увеличивает вероятность формирования заднего спондилодеза, что обеспечивает дополнительную стабильность позвоночно-двигательного сегмента и предотвращает развитие симптомного псевдоартроза.
5. Радиоденсивность костной ткани в единицах Хаунсфилда ниже 130 – 150 единиц Хаунсфилда является фактором риска развития псевдоартроза при межтеловом спондилодезе. С другой стороны, влияние этого параметра на качество формирования заднего спондилодеза не выявлено. Тем не менее, у пациентов пожилого возраста межтеловой и задний костный блок формируется хуже.

Практические рекомендации

1. Минимально инвазивные технологии спондилодеза являются эффективными методами в лечении болевых и корешковых синдромов и могут применяться при широком спектре дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника, связанной со стенозом позвоночного канала и нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента. Применение этих техник позволяет улучшить качество жизни пациентов и уменьшить уровень болевого синдрома в периоде до года после операции.
2. Использование вентральных доступов к межпозвонковому диску и непрямой декомпрессии позвоночного канала может улучшить отдаленный исход хирургического лечения по сравнению с минимально-инвазивной технологией трансфораминального спондилодеза.
3. Для реализации принципа «циркулярного» спондилодеза при выполнении минимально инвазивных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств на позвоночнике рекомендовано использование технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов.

4. У пациентов со плотностью костной ткани ниже 130 – 150 единиц Хаунсфилда, для предотвращения развития симптомного псевдоартроза, особое внимание необходимо уделять подготовке имплантационного ложе и формированию межтелового спондилодеза и дополнять межтеловой спондилодез задним костным блоком.

Список работ по теме диссертации

1. Факторы риска нарушения стабильности транспедикулярной фиксации у пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника / А.Е. Боков, С.Г. Млявых, **А.А. Булкин**, М.В. Растеряева // Бюллетень сибирской медицины. – 2016. - №2 – С. 13-20.
2. Применение регенеративных и остеоиндуктивных технологий в практической медицине / **А.А. Булкин**, А.Е. Боков, А.Я. Олейник, С.Г. Млявых // Нейрохирургия. – 2017. - №2 – С. 88-95.
3. Pedicle Screws Loosening in Patients With Degenerative Diseases of the Lumbar Spine: Potential Risk Factors and Relative Contribution / А.Е. Bokov, **А.А. Bulkin**, А.Ya. Aleynik, М.А. Kutlaeva, S.G. Mlyavykh // Global Spine Journal. – 2018. – Vol.9. №1. P. 1-7.
4. Implant related complications in patients operated on with expandable pedicle screws and technical solutions for revision surgery / А.Е. Bokov, А.Ya. Aleynik, А.V. Dudykin, **А.А. Bulkin**, S.G. Mlyavykh // Australasian Medical Journal. – 2018. – Vol. 11. №8. P. 443-447.
5. Технология перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов в хирургическом лечении дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника / **А.А. Булкин**, А.Е. Боков, С.Г. Млявых, Л.Я. Кравец, Ю.Д. Авдоница // Нейрохирургия. – 2019. - №3 – С. 29-36.
6. Факторы, влияющие на формирование костного блока у пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника / **А.А. Булкин**, А.Е. Боков, С.Г. Млявых // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А. Л. Поленова. – 2019. - №2 – С. 12-16.

7. Проблема несоответствий между результатами компьютерной томографии и двухэнергетической рентгеновской денситометрии / А.Е. Боков, С.Г. Млявых, **А.А. Булкин**, А.Я. Алейник, М.В. Растеряева // Инновационная медицина Кубани. – 2019. - №4 – С. 12-17.
8. Влияние стволовых клеток и факторов роста на остеоинтеграцию костнозамещающих трансплантатов: результаты первого этапа исследования / **А.А. Булкин**, А.Е. Боков, С.Г. Млявых // Поленовские чтения: материалы XVI науч.-практ. конф. – 2017.
9. Факторы риска развития псевдоартрозов у пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника после выполнения декомпрессивно – стабилизирующего вмешательства / **А.А. Булкин**, А.Е. Боков, С.Г. Млявых // Поленовские чтения: материалы XVIII науч.-практ. конф. – 2019.
10. Эффективность и перспектива применения технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов для лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника / **А.А. Булкин**, А.Е. Боков, С.Г. Млявых // X съезд Ассоциации хирургов – вертебрологов (RASS): сборник научных трудов конференции. – 2019.
11. Влияние стволовых клеток и факторов роста на остеоинтеграцию костнозамещающих трансплантатов: результаты первого этапа исследования / **А.А. Булкин**, А.Е. Боков, С.Г. Млявых, Н.Ю. Орлинская, Д.Я. Алейник // Всероссийский съезд травматологов-ортопедов: сборник научных трудов конференции. – 2018.
12. Эффективность технологии перкутанного артродеза дугоотростчатых суставов в хирургическом лечении дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника из MIS – доступов. / **А.А. Булкин**, А.Е. Боков, С.Г. Млявых // Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики: материалы всероссийской науч.-практ. конф. – 2019.

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВАШ – визуальная аналоговая шкала боли (в миллиметрах)

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ПДС – позвоночно-двигательный сегмент

АРБ – аксиальный и рефлекторный болевой синдром

ХБС – хронический болевой синдром

MIS – minimally invasive surgery (Минимально инвазивная хирургия)

HU (Ед. X) – Hounsfield Units (Единицы Хаунсфилда)

ПАДС – перкутанный артродез дугоотростчатых суставов

ALIF – anterior lumbar interbody fusion (передний поясничный межтеловой спондилодез)

LLIF – lateral lumbar interbody fusion (латеральный поясничный межтеловой спондилодез)

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

PLIF – posterior lumbar interbody fusion (задний поясничный межтеловой спондилодез)

AxialIF – axial lumbar interbody fusion (аксиальный поясничный межтеловой спондилодез)

МКБ – международная классификация болезней

ASA – American Society of Anesthesiologists (Американское общество анестезиологов)

ASIA – American Spinal Injury Association (Американская ассоциация спинальной травмы)