

БАСАНКИН ИГОРЬ ВАДИМОВИЧ

СИСТЕМА ПРОФИЛАКТИКИ ПРОКСИМАЛЬНОГО ПЕРЕХОДНОГО КИФОЗА
И НЕСТАБИЛЬНОСТИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ
ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМ СКОЛИОЗОМ
ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

14.01.15 – травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

Санкт-Петербург – 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Российский орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный консультант:

доктор медицинских наук профессор **Пташников Дмитрий Александрович**

Официальные оппоненты:

Мушкин Александр Юрьевич - доктор медицинских наук профессор, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, главный научный сотрудник

Рябых Сергей Олегович — доктор медицинских наук, ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, клиника патологии позвоночника и редких заболеваний, руководитель

Абакиров Медетбек Джумабекович - доктор медицинских наук, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», кафедра травматологии и ортопедии, профессор

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России

Защита состоится 17 декабря 2019 года в 13 часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.037.02 в ФГБУ «Российский орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации (195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, дом 8).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и на сайте <http://dissovet.rniito.ru/>

Автореферат разослан « » _____ 2019 г.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 999.037.02

кандидат медицинских наук



Денисов А.О.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Инструментальная фиксация позвоночно-двигательных сегментов (ПДС), с использованием систем транспедикулярной фиксации (ТПФ), направленных на коррекцию деформации и формирование спондилодеза, является золотым стандартом в лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника (Ахметьянов Ш.А., Крутько А.В., 2015; Губин А.В., Рябых С.О., Бурцев А.В. 2015., Бывальцев В.А. с соавт., 2015; Колесов С.В. с соавт., 2016; Vaccaro A.R. et al., 2000). В тоже время хирургическое лечение у пациентов изучаемой категории сопровождается высоким (более 50%) процентом неудовлетворительных результатов, связанных с высокой частотой таких осложнений, как формирование проксимального переходного кифоза (ППК) и нестабильность металлоконструкции (НМК) (Аскарлов А.А. с соавт., 2012; Афаунов А.А. с соавт., 2014, Козлов Д.М. с соавт., 2011; Левченко С.К. с соавт., 2011; Михайловский, М.В., с соавт., 2014, Kazunori Y. et al., 1996; Berjano P. et al., 2013; Baron, E.M. et al., 2006).

Степень разработанности темы исследования

Наибольший опыт использования инструментальной фиксации, по данным мировой литературы, накоплен на основании хирургического лечения дегенеративной патологии у взрослых. Увеличение продолжительности жизни за последние десятилетия привело к общему росту частоты дегенеративно-дистрофической патологии позвоночника и увеличению её доли в популяции в связи с очень высоким распространением среди лиц пожилого возраста (Продан А.И. с соавт., 2008; Климов В.С. с соавт., 2018). По результатам многочисленных исследований данная нозологическая группа занимает первое место по частоте среди всей патологии позвоночника, значительно снижая качество жизни пациентов (Коновалов Н.А. с соавт., 2009; Маркин С.П. 2009; Калинин А.А. с соавт., 2015; Гуца А.О. с соавт., 2015; 2017; Bridwell K.H. et. al., 2007). При этом её прогрессирование приводит к формированию дегенеративного сколиоза, а при отсутствии хирургического лечения, к необратимым изменениям в структуре

нервного волокна с развитием парезов и стойкой потере трудоспособности. Совершенствование анестезиологического пособия и развитие малотравматичных технологий сделали хирургическую помощь доступной даже пациентам пожилого и старческого возраста (Крутько А.В. с соавт., 2014). По мнению большинства исследователей, изолированные декомпрессивные вмешательства без фиксации не позволяют добиться удовлетворительного результата лечения в связи с наличием нестабильности ПДС или нарушений глобального баланса позвоночника (Ахметьянов Ш.А., Крутько А.В., 2015; Bridwell K.H. et al., 2007; Remi C. et al., 2008; Kim Y.J. et al., 2016). Не редко эти операции сами по себе приводят к возникновению нестабильности ПДС, прогрессированию сколиоза и снижению качества жизни пациентов, что и обуславливает необходимость инструментальной фиксации (Амин Ф.И., 2009; Васильев А.И., 2016; Продан А.И. с соавт., 2008). Поэтому изолированные декомпрессивные методики закономерно уступили своё место полноценным хирургическим техникам с использованием систем ригидной фиксации ПДС, позволяющим эффективно решать как нейрохирургические, так и ортопедические задачи. Однако, многолетнее использование данного метода лечения показало, что не смотря на очевидные успехи, сохраняется высокий (более 50%) процент неудовлетворительных результатов, связанный именно с применением ригидной инструментальной фиксации (Аскарлов А.А. с соавт., 2012; Афаунов А.А. с соавт., 2014, Бердюгин К.А. с соавт., 2010; Радченко В.А. с соавт., 2011; Козлов Д.М. с соавт., 2011; Kazunori Y. et al., 1996; Berjano P. et al., 2013; Baron E.M. et al., 2006). При этом, наибольший удельный вес в структуре данных осложнений принадлежит формированию проксимального переходного кифоза (ППК) и нестабильности металлоконструкции (НМК) (Левченко С.К. с соавт., 2011; Михайловский М.В. с соавт., 2014). Эти осложнения сопровождаются резким снижением качества жизни пациентов, зачастую ниже предоперационного уровня, а также необходимостью повторного хирургического лечения. Анализ факторов, ассоциированных с развитием ППК и НМК, выявил огромное количество параметров, описываемых в литературе с различной, а иногда прямо противоположной, степенью значимости. Такое разнообразие факторов риска

может говорить либо о полиэтиологичности данной патологии, либо о малой изученности проблемы (Сергунин А.Ю. с соавт., 2015).

В целом анализ современной литературы показывает то, что не смотря на возрастающее число хирургических вмешательств у пациентов с дегенеративными сколиозами поясничного отдела позвоночника, этиопатогенез и факторы риска, приводящие к ППК и НМК изучены недостаточно и продолжают обсуждаться. Поэтому весьма актуальным является обоснование и разработка диагностической программы, а также рационального подхода к выбору метода хирургического лечения пациентов с выраженными дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника с учётом достоверно значимых факторов риска развития ППК и НМК и их профилактики. Практическая важность этих нерешенных вопросов определили цель и задачи нашего диссертационного исследования.

Цель исследования

Обосновать и апробировать в клинике систему хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, учитывающую факторы риска развития проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций, направленную на их профилактику.

Задачи исследования

1. Оценить посредством ретроспективного анализа собственного клинического материала значимость факторов риска развития проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций при хирургическом лечении пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника.

2. Усовершенствовать диагностическую программу у профильных пациентов с учетом необходимости выявления установленных значимых факторов риска развития изучаемых осложнений после хирургического лечения.

3. Оценить в эксперименте на нефиксированном анатомическом материале эффективность профилактической вертебропластики и ламинарной фиксации

вышележащего позвонка для предупреждения развития проксимальных переходных кифозов после хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника.

4. Провести сравнительный анализ эффективности различных вариантов хирургического лечения профильных пациентов в рамках проспективного клинического исследования с учетом выявленных факторов риска развития и способов профилактики изучаемых осложнений.

5. На основании анализа собственного клинического материала и соответствующих научных публикаций обосновать алгоритм выбора тактики хирургического лечения профильных пациентов, направленный на профилактику проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций.

Научная новизна исследования

1. Получены новые сведения о наиболее значимых факторах риска развития проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций после инструментальной фиксации грудного и поясничного отделов позвоночника у профильных пациентов.

2. Впервые научно обоснован факт влияния показателя проксимального переходного угла на риск развития проксимального переходного кифоза, достоверно определены его пороговые значения. 3. Впервые экспериментальным путем доказана эффективность профилактических хирургических мероприятий для повышения прочностных характеристик позвонков в смежной с металлоконструкцией зоне.

4. Обоснованы и успешно внедрены в клиническую практику новые способы реконструкции поясничного позвоночно-двигательного сегмента (патент РФ на изобретение № 2527150) и профилактики переломов смежных позвонков при транспедикулярной фиксации на фоне остеопороза (патент РФ на изобретение № 2669028) у пациентов с изучаемой патологией.

5. Впервые дана оценка степени коррекции сагиттального профиля и позвоночно-тазовых взаимоотношений, а также определены показания к

использованию профилактических хирургических способов предупреждения развития проксимального переходного кифоза.

6. Обоснован собственными исследованиями и успешно апробирован в клинике оригинальный алгоритм выбора тактики хирургического лечения профильных пациентов, направленный на профилактику развития проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций.

Практическая значимость результатов исследования

1. Выявленные в ходе ретроспективной клинической части нашего исследования значимые факторы риска развития проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций после оперативного лечения пациентов с дегенеративными сколиозами поясничного отдела позвоночника послужили основой для разработки обоснованной системы их профилактики.

2. Усовершенствованная диагностическая программа предоперационного обследования профильных пациентов позволяет выявлять и учитывать в ходе предоперационного обследования значимые факторы риска развития изученных осложнений и, соответственно, предпринимать меры по их предупреждению.

3. Экспериментальное изучение влияния ламинарной двусторонней фиксации системой «Universal Clamp» и профилактической цементной ветребропластики тел позвонков на прочность фиксируемых позвоночно-двигательных сегментов создали необходимые предпосылки для целенаправленного использования этих хирургических технологий в клинике с целью профилактики наиболее частых осложнений оперативного лечения пациентов изученного профиля.

4. Внедрение в клиническую практику обоснованных в ходе проведенного исследования рекомендаций по методике инструментальной фиксации грудного и поясничного отделов позвоночника с коррекцией определенных позвоночно-тазовых взаимоотношений, а также новых способов хирургического лечения больных изученного профиля направлены на снижение

частоты изученных осложнений, улучшение функциональных исходов лечения и качества их жизни.

5. Предложенный и успешно прошедший клиническую апробацию оригинальный алгоритм выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративными сколиозами поясничного отдела позвоночника позволяет обоснованно планировать оперативное лечение с учетом выявленных факторов риска осложнений и, благодаря этому, способствует уменьшению частоты развития в отдаленном послеоперационном периоде проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций.

Методология и методы исследования

Представленное диссертационное исследование включало три последовательно выполненные части, объединенные общей целью: ретроспективную клиническую, экспериментальную и проспективную клиническую. Ретроспективное клиническое исследование было проведено в рамках первой части диссертационной работы и включало анализ медицинской документации, а также целенаправленные осмотры 382 пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, проходивших хирургическое лечение в клинике ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и в стационаре ГБУЗ «НИИ – Краевая клиническая больница № 1 им. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края в период с 2009 по 2015 год.

На первом этапе ретроспективного клинического исследования в рамках решения первой задачи диссертационной работы были целенаправленно проанализированы особенности и причины развития у профильных пациентов двух наиболее частых осложнений операций инструментальной фиксации позвоночно-двигательных сегментов: проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций. Для этого все пациенты были разделены на несколько клинических групп: с клинико-рентгенологическими проявлениями ППК или НМК и без таковых на основании двухлетнего периода наблюдения после выполненных операций. Далее был проведён комплексный анализ результатов клинического и рентгенологического обследования пациентов

указанных групп, а также количественная оценка выраженности болевого синдрома, качества жизни и функционального состояния. Для этого были использованы шкалы VAS, ODI и Nurick. Диагностику развития ППК и НМК проводили на основании клинической картины, физикального обследования, неврологического статуса, данных рентгенографии и компьютерной томографии (КТ). Кроме того, были целенаправленно определены основные механизмы развития этих осложнений и сроки их возникновения. Выявление факторов риска развития изучаемых осложнений и определение их значимости было проведено в описанных выше клинических группах с использованием статистических методик регрессии Кокса и ROC анализа.

На втором этапе исследования в рамках решения второй задачи диссертационной работы на основании анализа материалов ретроспективной клинической группы была оценена и уточнена клиническая эффективность различных методов лучевой диагностики: рентгенография стоя в полный рост, функциональные рентгенограммы для определения мобильности или ригидности грудного кифоза и поясничного лордоза, определение проксимального переходного угла (ППУ)/Proximal Junctional Angle (PJA) и прочее, применительно к возможностям выявления значимых факторов риска развития ППК и НМК после проведенных операций у профильных больных. Эти факторы риска и методики их выявления были определены по результатам проведения первого этапа ретроспективного клинического исследования. Благодаря этому, на втором этапе работы удалось усовершенствовать диагностическую программу предоперационного обследования пациентов изучаемого нами профиля.

Третья задача диссертационной работы решалась в ходе третьего этапа исследования – в экспериментальной его части. На этом этапе на специальном нефиксированном анатомическом материале – нефиксированных блоках позвоночника, включающих 7 позвонков (Th10–L4) с сохраненными межпозвонковыми дисками и капсульно-связочным аппаратом, были воссозданы условия повышенного риска развития ППК и НМК на основании выводов, полученных в ретроспективной части исследования. Далее на указанных блоках

посредством специальных нагрузочных проб оценивали возможности повышения прочности позвонков посредством моделирования операций двусторонней фиксации системой «Universal Clamp» и профилактической цементной вертебропластики тел позвонков. Результаты экспериментов на анатомическом материале послужили надёжной основой для последующего успешного использования указанных операций в ходе третьей – проспективной клинической части диссертационного исследования.

В рамках третьей части и, соответственно, четвёртого этапа диссертационной работы для решения её четвёртой задачи в ходе проспективного клинического исследования были оценены в сравнительном плане результаты лечения 140 пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, которые были разделены на 4 клинические группы в зависимости от методов их хирургического лечения с учётом выявленных факторов риска развития изучаемых осложнений: ППК и НМК. В частности: 1-я группа: включала 36 пациентов, которым выполняли коррекцию поясничного лордоза не более 30° ; 2-я группа: состояла из 24 пациентов, которым проводили коррекцию поясничного лордоза не более 30° и дополнительно устанавливали ламинарные фиксаторы; 3-я группа: включала 20 профильных больных с полным восстановлением сагиттального и фронтального баланса позвоночника вне зависимости от выявленных факторов риска, которым дополнительно выполняли профилактическую цементную вертебропластику; 4-я группа: состояла из 60 пациентов с полным восстановлением сагиттального и фронтального баланса позвоночника вне зависимости от выявленных факторов риска. Все перечисленные клинические группы пациентов были обследованы и проанализированы по основным клинико-рентгенологическим параметрам до операции, а также в сроки через 3, 6, 12 и 24 месяца после хирургического лечения. Сравнительный анализ полученных количественных данных по результатам лечения пациентов указанных клинических групп был выполнен с использованием непараметрических статистических методов.

На заключительном – пятом этапе диссертационного исследования в рамках третьей его части решали последнюю – пятую задачу. На данном этапе в ходе обобщения всех материалов проведенных клинических и экспериментальных исследований, а также анализа профильных научных публикаций была обоснована и успешно апробирована в клинике система профилактики проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции при хирургическом лечении пациентов с дегенеративными сколиозами поясничного отдела позвоночника, что и являлось целью нашего диссертационного исследования. Для этого, в частности, был разработан и проверен клинической практикой оригинальный алгоритм выбора тактики хирургического лечения профильных пациентов, направленный на профилактику проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций с учётом установленных нами значимых факторов риска развития указанных осложнений.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Факторы риска развития проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций после оперативного лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, определённые посредством математического и статистического анализа, могут быть эффективно использованы для профилактики указанных осложнений в ходе целенаправленного предоперационного планирования.

2. Усовершенствованная диагностическая программа обследования пациентов изученного профиля позволяет детализировать имеющиеся изменения в зоне операции, а также выявлять и учитывать факторы риска указанных осложнений инструментальной фиксации позвоночника, что обеспечивает выбор рациональной тактики хирургического лечения.

3. Выполненное экспериментальное обоснование применения хирургических технологий ламинарной двухсторонней фиксации позвоночно-двигательных сегментов и цементной вертебропластики для повышения прочности тел позвонков позволило эффективно использовать их в клинической

практике для профилактики развития в послеоперационном периоде проксимального переходного кифоза у пациентов с изученной патологией.

4. У пациентов с нарушениями позвоночно-тазовых взаимоотношений и высоким риском развития проксимального переходного кифоза или нестабильности металлоконструкций объем стандартного хирургического лечения целесообразно дополнять ламинарной фиксацией позвоночно-двигательных сегментов и/или цементной вертебропластикой, продемонстрировавшими в ходе проспективной части нашего клинического исследования высокую эффективность в плане профилактики указанных осложнений в послеоперационном периоде.

5. Предложенный в результате проведенного нами исследования алгоритм выбора тактики хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, направленный на профилактику наиболее частых осложнений – проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций, успешно прошёл клиническую апробацию и обеспечил достоверное улучшение отдалённых результатов лечения профильных пациентов, что позволяет рекомендовать его к более широкому клиническому использованию.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Результаты диссертационного исследования основаны на анализе 200 профильных научных публикаций, клиническом исследовании 522 пациентов с дегенеративными сколиозами поясничного отдела позвоночника после инструментальной фиксации. В ходе научной работы были использованы адекватные задачам современные методики исследования. Полученные данные были подвергнуты адекватной статистической обработке. С учётом сказанного результаты проведенных исследований представляются достоверными, а сделанные выводы – обоснованными.

Основные положения диссертационного исследования доложены и обсуждены на всероссийском конгрессе с международным участием «Медицинская помощь при травмах и неотложных состояниях в мирное и военное

время. Новое в организации и технологиях» (Санкт-Петербург, 2016, 2018); Евразийском ортопедическом форуме (Москва, 2017); VII, VIII, IX съезды хирургов-вертебрологов (Москва, 2016, Иркутск, 2017, Санкт-Петербург, 2018); II форум нейрохирургов Сибири (Новосибирск, 2018); Международном конгрессе Eurospine (Копенгаген, 2015); международном конгрессе Spine week (Сингапур, 2016), а также на международных конгрессах Global Spine Congress (Буэнос Айрес, 2015; Дубай, 2016, Милан, 2017, Сингапур, 2018).

Реализация результатов диссертационного исследования

По теме диссертации опубликованы 21 печатная работа, в том числе 15 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований. Получено 2 патента РФ на изобретения, связанные с темой диссертационной работы. Лечение и обследование пациентов проводилось квалифицированным персоналом при использовании сертифицированного оборудования в соответствии с принятыми на территории Российской Федерации стандартами.

Результаты исследований внедрены в клиническую практику ГБУЗ НИИ ККБ №1 им проф. С.В. Очаповского МЗ Краснодарского края и ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, где были апробированы разработанные алгоритмы предоперационного обследования. Материалы диссертационного исследования используются при чтении лекций и проведении семинарских занятий с клиническими ординаторами и аспирантами, а также врачами, проходящими усовершенствование по программам дополнительного профессионального образования на базе ФГБОУ Кубанского Государственного Медицинского Университета МЗ Российской федерации, а также на базе ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России.

Личное участие автора в получении результатов

Диссертационная работа представляет самостоятельный труд автора, основанный на результатах собственных клинических исследований. Автор самостоятельно выбрал направления исследования, для чего был проведён критический анализ отечественной и зарубежной литературы с оценкой

актуальности выбранной темы диссертационного исследования, определением проблемных вопросов и путей их решения. Автору принадлежит ведущая роль в проведении патентно-информационного поиска и подготовки заявок на изобретения, составлении исследовательских протоколов и формировании компьютерной базы собранных материалов исследования. Полностью самостоятельно проведена экспериментальная часть исследования и осуществлена интерпретация основных её результатов. Автором также лично выполнен анализ результатов клинических исследований, предложены соответствующие алгоритмы, сформулированы выводы и практические рекомендации, полностью самостоятельно выполнена статистическая обработка полученных количественных данных, написаны все разделы диссертации и её автореферат.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 239 страницах текста и состоит из введения, пяти глав (обзор литературы, характеристика материала и методов исследования, собственные результаты и их обсуждение), заключения, выводов, практических рекомендаций. Список литературы содержит 200 источников, в том числе 44 отечественных и 156 иностранных авторов. Работа иллюстрирована 66 рисунками и 42 таблицами.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, освещены его научная новизна и практическая ценность, изложены основные положения, вынесенные на защиту, представлены сведения о реализации и апробации работы, объёме и структуре диссертации.

В первой главе диссертации представлен аналитический обзор отечественных и зарубежных публикаций по проблеме лечения взрослых пациентов с дегенеративными деформациями поясничного и груднопоясничного отделов позвоночника, а также анализ таких осложнений хирургического лечения как формирование проксимального переходного кифоза (ППК) и развитие нестабильности металлоконструкции (НМК).

В результате был сделан вывод о том, что, несмотря на крайне высокую частоту развития описываемых осложнений хирургического лечения дегенеративного сколиоза у взрослых, на сегодняшний день знания о патологии проксимального переходного сегмента и нестабильности металлоконструкции остаются в значительной степени неполными.

В тоже время, в последние годы наметилась тенденция к увеличению хирургической активности в лечении выраженной дегенеративной патологии у взрослых, в том числе с использованием протяжённой инструментальной фиксации. Во многом это обусловлено увеличением продолжительности жизни и возрастанием уровня анестезиологического и хирургического обеспечения. При этом увеличение хирургической активности неминуемо приводит к росту абсолютного числа осложнений отдалённого послеоперационного периода. Кроме того, развитие такой патологии как НМК или ППК резко снижает качество жизни пациентов и в подавляющем большинстве случаев требует ревизионного оперативного лечения. Изучение причин развития данной патологии на сегодняшний день привело к накоплению огромного несистематизированного объёма информации нередко с противоречивыми и взаимоисключающими выводами. Биомеханические исследования *in vitro* имеют ряд характерных для них ограничений, в то время как масштабные клинические исследования с продолжительным отдалённым периодом наблюдения и однородным материалом встречаются довольно редко. Такое положение привело к отдалению теоретических разработок от практики. Появление новых параметров, формул, описывающих баланс позвоночного столба, в конечном итоге заставил многих авторов усомниться в возможности и целесообразности их практического использования. Поэтому все чаще стали появляться мнения о «занаученности» понятия баланса туловища на фоне лимитированных возможностей их интраоперационной коррекции и особенно рентгенологической оценки, достигнутых результатов. Проведённый анализ профильных научных публикаций показал, что причины и механизмы развития ППК и НМК после хирургического лечения дегенеративных сколиозов изучены недостаточно, а значимость многих

факторов риска развития данной патологии требует специального изучения. При этом существующие на сегодняшний день диагностические программы не позволяют определить факторы риска развития данной патологии, что определяет необходимость совершенствования диагностики у профильных пациентов. Следует также отметить, что планирование и проведение хирургического вмешательства не всегда учитывает возможные меры профилактики развития ППК и НМК и требует разработки алгоритма выбора оптимального метода оперативного лечения у взрослых пациентов с дегенеративными сколиозами. Перечисленные выше нерешенные вопросы определили направленность диссертационного исследования, его цель и задачи.

Во второй главе диссертации представлена структура диссертационного исследования, которое было построено на анализе отдалённых результатов оперативного лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, общая характеристика больных и методы исследования. При этом определяющим было выявление клинико-рентгенологических проявлений ППК и НМК, а также проведение анализа, направленного на определение наиболее значимых факторов риска развития данной патологии. Все изучаемые явления и сравниваемые характеристики были определены общей целью и единой направленностью в решении поставленных задач.

В третьей главе представлена ретроспективная часть исследования, включающая наблюдение за 382 пациентами с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, проходившими хирургическое лечение в клинике РНИИТО им. Р.Р. Вредена и ГБУЗ «НИИ – Краевая клиническая больница №1 им. С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края с 2009 по 2015 год.

Ретроспективная часть исследования состояла из двух основных этапов. На первом этапе, в рамках решения первой задачи диссертационной работы, нами был проведён анализ особенностей и причин развития у профильных пациентов двух наиболее частых осложнений операций инструментальной фиксации позвоночно-двигательных сегментов: ППК и НМК. После этого клинические

группы пациентов с клинико-рентгенологическими проявлениями ППК или НМК и без таковых были оценены на предмет значимости этих факторов в снижении качества жизни пациентов в отдаленном (более 3 лет) послеоперационном периоде.

На втором этапе нашего исследования для решения второй задачи в результате анализа материалов ретроспективной клинической группы была оценена и уточнена клиническая эффективность различных методов лучевой диагностики (телерентгенографии с подробным изучением параметров сагиттального баланса, проксимального переходного угла (РJA), функциональных рентгенограмм для определения мобильности сегментов позвоночника и прочее) применительно к возможностям выявления значимых факторов риска развития ППК и НМК у пациентов.

Методы исследования и критерии оценки ретроспективной части. Во всех случаях нами был проведён комплексный анализ результатов клинического и рентгенологического обследования, а также количественная оценка уровня болевого синдрома, качества жизни и функционального состояния пациентов. Для этого были использованы шкалы VAS, ODI и Nurick. Диагностика развития ППК и НМК проводилась на основании клинической картины, физикального обследования, неврологического статуса, данных рентгенографии и КТ. Кроме того, были целенаправленно определены основные механизмы развития изучаемой патологии и сроки её возникновения. Для выявления факторов риска развития проксимального переходного кифоза и нестабильности МК, а также определения их значимости нами был проведён статистический многофакторный анализ. В данный анализ были включены факторы риска, наиболее часто упоминаемые в литературе. В их число вошли факторы, связанные с пациентом (возраст, пол, наличие остеопороза, индекс массы тела, курение), хирургические факторы (тип остеотомии, величина коррекции поясничного лордоза, включение в зону фиксации крестца) и рентгенологические параметры (PI, TK, LL, SVA, PI-LL, РJA). Выявление факторов риска и определение их значимости было проведено

нами в описанных выше группах статистическими методами регрессии Кокса и ROC анализа.

Оценка результатов данной части исследования показала:

1. Более чем у половины пациентов (50,8%) проксимальный переходный кифоз развился вследствие перелома смежного позвонка проксимальнее точки окончания фиксации. Менее частым патологическим механизмом развития ППК являлся изолированный перелом позвонка проксимальной точки фиксации (29,5%). Выявленные сочетанные переломы позвонка проксимальной точки фиксации и вышележащего позвонка были причиной ППК в 10,6%. Выраженные дегенеративные изменения смежного вышележащего межпозвонкового диска приводили к формированию ППК в 9,1% случаев. В результате анализа клинко-рентгенологических особенностей пациентов с ППК нами были выявлены статистически значимые отличия в средних сроках развития ППК вследствие дегенерации вышележащего м/п диска и переломов позвонков. Так ППК вследствие дегенерации межпозвонкового диска развивался в более поздние сроки, чем ППК вследствие переломов. Кроме того, средние значения показателя РЖА у пациентов с ППК вследствие дегенерации межпозвонкового диска были статистически значимо ниже, чем у пациентов с ППК вследствие переломов. Сочетанные переломы позвонка проксимальной точки фиксации и вышележащего позвонка характеризуются значимым увеличением проксимального переходного угла ($RJA = 42,6^\circ \pm 9,3^\circ$) и более ранним развитием данной патологии ($8,2 \pm 3,2$ мес.).

2. При анализе влияния уровня проксимальной точки фиксации на частоту развития ППК статистически значимых корреляций выявлено не было.

3. Анализ результатов проведённого оперативного лечения пациентов с деформациями поясничного отдела позвоночника показал, что статистически значимое влияние на развитие ППК оказывали сопутствующий остеопороз ($p = 0,001$), коррекция поясничного лордоза более 30° ($p = 0,036$) и послеоперационный проксимальный переходный угол более 10° ($p = 0,001$). При этом, по результатам регрессионного анализа Кокса, можно сделать выводы, что

при наличии остеопороза вероятность развития ППК увеличивается в 2,5 раза ($\text{Exp (B)} = 2,532$; $p = 0,001$), а при восстановлении поясничного лордоза более чем на 30° в 1,5 раза ($\text{Exp (B)} = 1,475$; $p=0,036$). Кроме того, по результатам проведённого анализа нами было показано, что проксимальный переходный угол с величиной равной и более 10° является статистически значимым фактором риска развития ППК, увеличивая вероятность его появления в 3,5 раза ($\text{Exp (B)} = 3,487$; $p=0,001$). Также нами была выявлена прямая корреляция увеличения проксимального переходного угла и частоты развития ППК. Так с увеличением данного показателя на 1° риск развития ППК возрастает в 1,258 раза или на 25,8% ($\text{Exp (B)} = 1,258$; $p=0,001$). Кроме того, мы отметили статистически значимую зависимость увеличения показателя PJA от выраженной коррекции поясничного лордоза. Так частота достоверного увеличения проксимального переходного угла составила 63% в случаях восстановления поясничного лордоза более чем на 30° .

4. Изучая клинико-рентгенологические особенности нестабильности МК, нами было выявлено, что средние сроки появления клинической симптоматики соответствуют срокам появления рентгенологических признаков в случаях развития нестабильности МК по типу миграции ($p = 0,633$) и статистически значимо превышают данные сроки в случаях остеолита вокруг винтов ($p = 0,031$).

5. Результатом проведённого многофакторного анализа стало определение факторов риска развития нестабильности МК. Исключив из основной когорты пациентов с ППК, нами были определены статистически значимые факторы, оказывающие независимое влияние на развитие нестабильности МК. К таким факторам были отнесены остеопороз ($p = 0,018$), коррекция поясничного лордоза более 30° ($p = 0,034$) и отклонение сагиттальной вертикальной оси кпереди более 5 см ($p = 0,001$).

Определяя степень влияния данных параметров на частоту развития нестабильности МК, нами было выявлено, что вероятность развития нестабильности МК увеличивается в 1,8 раза при наличии остеопороза ($\text{Exp (B)} = 1,812$; $p = 0,018$), а также в 1,7 раза при восстановлении поясничного лордоза более чем на 30° ($\text{Exp (B)} = 1,722$; $p=0,034$). Также нами было показано, что

смещение сагиттальной вертикальной оси (SVA) кпереди более чем на 50 мм является статистически значимым фактором риска развития нестабильности МК, увеличивая вероятность ее развития в 3,3 раза ($\text{Exp (B)} = 3,292$; $p=0,001$).

Кроме того, определив пороговое значение параметра SVA и сопоставив его с результатами регрессионного анализа Кокса, мы выявили, что при возрастании сагиттального дисбаланса относительно SVA, превышающего 50 мм на 1 мм, риск развития нестабильности МК увеличивается в 1,088 раза или на 8,8% ($\text{Exp (B)} = 1,088$; $p=0,001$). Т.е. при увеличении показателя SVA на 1 см риск развития нестабильности МК увеличивается в 2,3 раза ($1,088^{10} = 2,324$).

Таким образом, статистическая значимость в развитии обеих групп изучаемых осложнений была выявлена нами в случаях наличия сопутствующего остеопороза или гиперкоррекции поясничного лордоза. Кроме того, наибольшая степень влияния на развитие ППК была определена у показателя PJA с величиной более 10° ($\text{Exp (B)} = 3,487$; $p=0,001$), а в случаях нестабильности МК у показателя SVA со смещением кпереди более чем на 5 см ($\text{Exp (B)} = 3,292$; $p=0,001$).

На основании полученных данных, проведя оценку клинической эффективности существующих методов лучевой диагностики относительно выявления обнаруженных факторов риска (рентгенография стоя в полный рост, с определением параметров сагиттального баланса, PJA, функциональные рентгенограммы для определения ригидности грудного кифоза и поясничного лордоза и прочее) позволила разработать диагностическую программу на втором этапе работы. Её особенностью является параллельное изучение глобального сагиттального баланса и локальная диагностика состояния сегментов позвоночника в зоне клинических проявлений и предполагаемого вмешательства, позволяющая рекомендовать необходимые, и исключать ненужные способы исследования, а так же определить направления дальнейшего принятия решения о лечении больного (рисунок 1).

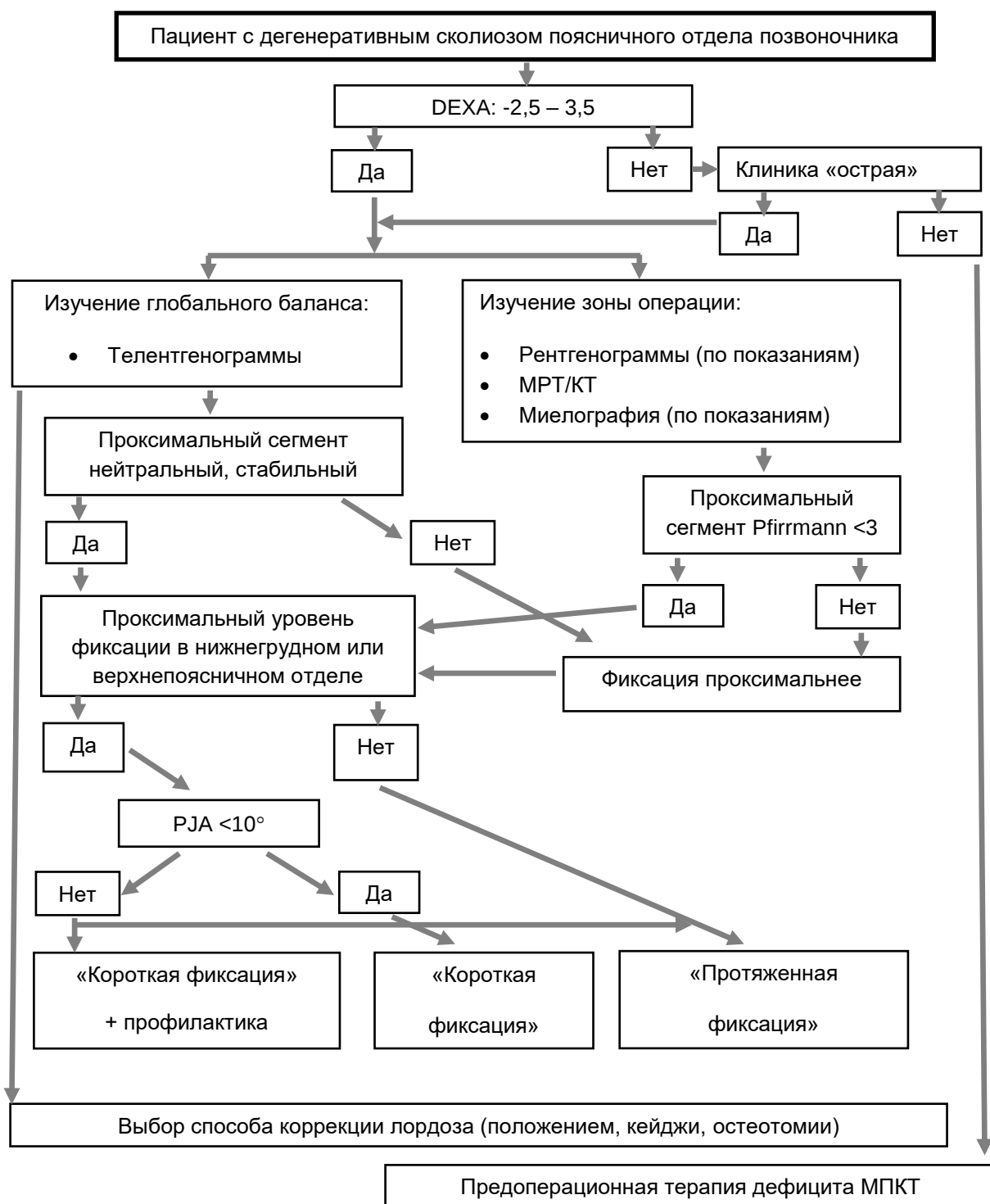


Рисунок 1. Алгоритм диагностики и принятия решения о виде операции у пациентов с дегенеративным сколиозом

После клинически детерминированной зоны интереса в первую очередь необходимо определить качественное состояние костной ткани. При наличии выраженного остеопороза и отсутствии острых клинических проявлений пациент

направляется к профильным специалистам для коррекции минерального баланса костной ткани. При наличии острой клинической картины лечение остеопороза начинается уже на стадии диагностики. Согласно представленному алгоритму всем пациентам выполняются телерентгенограммы в прямой и боковой проекции для изучения, обозначенных выше, показателей глобального баланса туловища, а также КТ и МРТ для локальной оценки сегментов позвоночника в зоне предполагаемой фиксации. Для определения степени мобильности деформации и необходимости той или иной остеотомии требуется выполнение функциональных рентгенограмм в положениях боковых наклонов или тракции позвоночника. Кроме того, если качество телерентгенограмм не позволяет оценить локально деформацию (например, у пациентов с ожирением) необходимо выполнить прицельные рентгенограммы заинтересованного сегмента.

Анализ полученных данных позволит принять решение об объеме декомпрессии невралгических структур, выбрать оптимальную стратегию коррекции деформации (коррекция положением на столе, необходимость межтеловых кейджей и их локализацию, при наличии показаний - варианты остеотомии), а также определить уровни спондилодеза. Последний аспект является наиболее важным, так как от него зависит количество сегментов, выключенных из функции (а, следовательно, перераспределение нагрузок с риском перегрузки смежных сегментов), профилактика как PJK, так и PJF.

В четвертой главе исследования представлена экспериментальная часть, посвящённая решению третьей задачи. На данном этапе на 15 специальных нефиксированных анатомических блоках, состоящих из полноценных препаратов 7 позвонков (Th10 - L4) с сохранёнными межпозвонковыми дисками и капсульно-связочным аппаратом, нами были воссозданы условия повышенного риска развития ППК и НМК на основании выводов, полученных в ретроспективной части исследования. Затем, посредством специальных нагрузочных проб, мы оценили возможности ламинарной фиксации системой «Universal Clamp» и цементной вертебропластики тел позвонков для профилактики указанных осложнений.

Анализ полученных данных позволил заключить, что постепенное нарастание вертикально направленной нагрузки на анатомические блоки позвоночных сегментов контрольной группы первоначально приводит к появлению незначительной кифотической деформации преимущественно за счёт компрессии диска Th11-Th12. При этом ventральные отделы Th11 оказываются в биомеханически наиболее невыгодных условиях по отношению к дальнейшему увеличению вертикально направленного усилия. В результате чего при достижении относительно небольшой величины 0,78-0,94 kN происходит локальное разрушение в ventральной части костного массива тел Th11 (микропереломы). Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к более грубому разрушению трабекул тела этого позвонка, что на диаграмме отображается в виде ещё нескольких «провалов», характеризующих продолжающиеся процессы переломов, которые прогрессируют и вызывают выраженную кифотическую деформацию, что на рентгенограмме определяется как компрессионный перелом с потерей высоты тела. Таким образом, эксперименты с блоками позвоночных сегментов контрольной группы показали, что по отношению к вертикальной нагрузке наиболее слабым местом является ventральные отделы тела Th11, находящегося непосредственно над транспедикулярной системой. В случае использования ламинарных фиксаторов за дуги вышележащего позвонка на этом уровне формируется пограничная зона между фиксированным ригидной металлоконструкцией отделом позвоночника и свободно подвижной вышележащей зоной нефиксированного позвоночника. Образовавшаяся буферная зона на уровне ламинарной фиксации с одной стороны делает предохраняемый уровень полуригидным, а с другой стороны уменьшает прямую нагрузку на вышележащий позвонок над металлоконструкцией. Оба этих фактора приводят к более значительной устойчивости смежного с транспедикулярной системой позвонка. В итоге, первые графические признаки перелома в этой группе были выявлены в пределах 0,96-1,48, что в 1,2-1,6 раз превышает аналогичные параметры контрольной группы. Таким образом, использование ленточной

ламинарной фиксации можно рассматривать, как способ профилактики перелома позвонка над транспедикулярной системой.

В экспериментах с блоками позвоночных сегментов группы 3 с профилактической вертебропластикой при аналогичных нагрузках переломы в телах Th11, в которые был введён костный цемент, не происходили. Блоки выдерживали усилия до 1,78-2,05 kN, что в 1,7-2,3 раза превышающих аналогичные параметры контрольной группы. При этом происходили переломы в нецементированных телах Th10, т.е. над позвонками с вертебропластикой – Th11 (СВП+1). Таким образом, вертебропластика вышележащего от уровня ТПФ позвонка Th11 является самым эффективным способом предупреждения его перелома и может рассматриваться как профилактическая по отношению к возникновению стресс-перелома и проксимального кифоза над фиксированными ПДС.

Однако переломы вышележащих позвонков (над позвонками с вертебропластикой) являются своеобразной «ахиллесовой пятой» в рекомендации данного способа к клиническому применению методики профилактики ППК. Хотя стоит отметить, что эти переломы происходили при усилиях, превышающих аналогичные в первой и второй группах ($1,898 \pm 0,222441$, против $0,86 \pm 0,13784$ и $1,21 \pm 0,385227$ kN соответственно). Анализ графических данных, отображающих возникновение глубокого разрушения тел позвонков, с появлением рентгенологически определяемого компрессионного перелома показывает, что возникновение указанных изменений группе 1 (нативная фиксация без методов профилактики) отмечаются в диапазоне 1,24 – 1,6 (в среднем $1,426 \pm 0,292438$) kN, в группе 2 (с ламинарной фиксацией) – 2,06-2,95 (в среднем $2,44 \pm 0,69685$) kN, а в группе 3 (с профилактической вертебропластикой) – 2,12-2,88 (в среднем $2,522 \pm 0,528848$) kN.

Таким образом, выявлено, что возникновение рентген-негативных микропереломов, в телах вышележащих от металлоконструкции позвонков в группе анатомических блоков с ламинарной фиксацией возникает раньше, чем в группе блоков с использованием профилактической вертебропластики ($1,21$

против 1,89 kN). Однако, глубокое разрушение тел изучаемых позвонков возникает на сопоставимых показателях как при использовании ламинарной фиксации, так и при использовании профилактической вертебропластики (2,44 против 2,52 kN). Ламинарная фиксация повышает устойчивость к возникновению перелома в сравнении с нативной группой (группа №1) на 71%, а профилактическая вертебропластика на 77%. Ни в одном случае испытаний анатомических препаратов не было выявлено перелома нижележащего позвонка вне зависимости от наличия или отсутствия вертебропластики.

Таким образом, резюмируя результаты, полученные в ходе экспериментальной части исследования можно отметить, что наиболее уязвимым местом в отношении возникновения перелома над транспедикулярной системой является ближайший, краниально расположенный позвонок. Ленточная ламинарная фиксация за дугу позвонка над металлоконструкцией полностью не предохраняет от возникновения его или смежного с ним перелома, однако повышает устойчивость позвонка к нагрузкам в отношении возникновения первых графических признаков микроперелом 1,2-1,6 раза. Профилактическая вертебропластика вышележащего от уровня ТПФ позвонка зарекомендовала себя как весьма эффективный способ предупреждения его перелома и может рассматриваться как профилактическое мероприятие к возникновению стрессперелома и проксимального кифоза над фиксированными ПДС, но не предохраняет от перелома вышележащего позвонка. Возникновение глубокого (рентген-позитивного) разрушения позвонка при продолжающейся нагрузке возникает при чрезмерных усилиях (в среднем 2,44-2,52 kN), а устойчивость проксимальных от металлоконструкции сегментов возрастает на 71% при использовании профилактической ламинарной фиксации, и на 77% при использовании профилактической вертебропластики в сравнении с контрольной группой (№1) без использования методов профилактики. Профилактическую вертебропластику каудального от уровня фиксации позвонка проводить нецелесообразно ввиду незначительного риска его перелома.

Полученные нами результаты в ходе экспериментальной части работы послужили основой для последующего успешного использования указанных операций в ходе третьей – проспективной клинической части диссертационного исследования.

В пятой главе представлена проспективная часть исследования, в ходе которого, для решения его четвёртой задачи, нами были оценены результаты лечения 140 пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника и сопутствующим остеопорозом.

Методы исследования и критерии оценки проспективной части были схожими с ретроспективной частью. Был проведён комплексный анализ динамики рентгенологических результатов по основным показателям баланса позвоночного столба (указанных ранее), и клинических данных (регресс болевой и неврологической симптоматики, улучшение качества жизни больных) по шкалам VAS, ODI и Nurick.

Критериями включения в данную когорту являлись:

- принципы когортности – единство места (ГБУЗ «НИИ – Краевая клиническая больница №1 им. С.В. Очаповского Министерства здравоохранения Краснодарского края»);

- возраст - взрослые пациенты не старше 66 лет; - нозологическая группа – пациенты с деформациями поясничного и грудопоясничного отделов позвоночника, на дегенеративно-дистрофического процесса или системного остеопороза;

- наличие сопутствующего остеопороза (Т-критерий менее -2,5 SD). При этом диагноз остеопороз тяжелой степени был установлен у 62 пациентов на основании Т-критерия ниже -3,5 SD (n=21; 34%) и наличия в анамнезе как минимум одного низкоэнергетического перелома (n=41; 66%). Критериями исключения являлись:

- смещение сагиттальной вертикальной оси кпереди более чем на 15 см;
- наличие фронтального дисбаланса свыше 5 см;

- величина проксимального переходного угла, рассчитываемая на этапе предоперационного планирования, превышающая 10° .

Параметры оптимальных позвоночно-тазовых соотношений были определены нами в соответствие с формулой, предложенной Kim et al. в 2009 году. Согласно проведённому авторами исследованию, сумма значений параметров тазового угла (PI), поясничного лордоза (LL) и грудного кифоза (TK) менее 45° обеспечивает сохранение оптимального сагиттального профиля у пациентов на протяжении двухлетнего периода наблюдения с чувствительностью в 91%. В дальнейшем исследователи доработали формулу, определив нижнюю границу суммы данных показателей в 20° . Таким образом, на этапе предоперационного планирования нами была рассчитана величина необходимой коррекции поясничного лордоза в соответствие с формулой $20^\circ < PI + LL + TK < 45^\circ$. Однако, восстановление сагиттального баланса подразумевает отсутствие значимого смещения сагиттальной вертикальной оси (SVA), что не всегда соответствует достаточно широкому интервалу значений согласно используемой формуле. Т.е. величина рассчитанной по формуле остеотомии, попадая в границы данного интервала, не всегда приводит к полному восстановлению сагиттального профиля вследствие наличия остаточного смещения SVA. Согласно M.C. Makhni с соавторами (2018), целевые значения остеотомии, необходимой для восстановления сагиттального профиля позвоночника, рассчитываются не только в соответствии с описанной выше формулой, но и с учетом смещения SVA в пределах от 0 до 3 см кпереди. Однако авторами описывается допустимое восстановление сагиттального профиля до субоптимальных значений, при которых SVA смещена от 3 до 8 см, а сумма значений PI, LL и TK соответствует заданному интервалу от 20° до 45° (Makhni M.C. et al., 2018). Таким образом, нами было предложено сравнение методик восстановления оптимального и субоптимального сагиттального профиля с учётом различной коррекции величины поясничного лордоза и мероприятий, направленных на профилактику развития ППК.

Расчёты проводились на основании анализа телерентгенограмм в программной среде «Surgimap version 2.2.9.9».

Все пациенты были разделены на 4 ревалентные клинические группы в зависимости от методов хирургического лечения с (без) учётом выявленных факторов риска развития ППК и НМК.

Особенностью хирургического этапа лечения пациентов первой группы, включающей в себя 36 пациентов, являлась величина коррекции поясничного лордоза, не превышающая 30° , вне зависимости от требуемой для восстановления оптимальных позвоночно-тазовых соотношений. В данной группе мы достигали субоптимальных значений сагиттального профиля с суммой значений PI, LL и TK от 20° до 45° и смещением SVA кпереди не более 8 см.

Во вторую группу с коррекцией поясничного лордоза не более 30° и профилактической ламинарной фиксацией смежного вышележащего позвонка вошли 24 пациента.

Третья группа включала 20 профильных больных с полным восстановлением сагиттального и фронтального баланса позвоночника вне зависимости от выявленных факторов риска, которым дополнительно выполняли профилактическую цементную вертебропластику.

В четвертую группу мы включили 60 пациентов, оперированных также с полным восстановлением глобального баланса позвоночника без каких-либо дополнительных методов профилактики развития ППК и НМК.

Данные группы пациентов были проанализированы по основным клинорентгенологическим параметрам до операции, а также через 3, 6, 12, и 24 месяца. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов описанных групп был выполнен с использованием непараметрических статистических методов.

На основании оценки предоперационных рентгенологических параметров и данных денситометрии нами статистически было подтверждено отсутствие значимых различий в показателях позвоночно-тазовых соотношений и степени тяжести остеопороза у пациентов проспективных групп на дооперационном этапе. Это позволило сделать выводы о сопоставимости сравниваемых групп.

Анализ рентгенологических параметров после оперативного лечения показал, что статистически значимые различия были выявлены между группами с полным восстановлением сагиттального профиля (3 и 4) и группами с коррекцией поясничного лордоза не более 30° (1 и 2) в параметрах поясничного лордоза (LL), разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL) и смещения сагиттальной вертикальной оси (SVA). Кроме того, послеоперационные значения показателя PJA у пациентов второй группы значимо отличались от соответствующих показателей у пациентов остальных групп. Также нами было выявлено статистически значимое увеличение показателя PJA после операции у пациентов 3 и 4 групп.

Отдаленные результаты хирургического лечения были проанализированы у пациентов всех групп на основании оценки уровня болевого синдрома по VAS, качества жизни по ODI, а также числа и характера развившихся осложнений на протяжении двухлетнего периода наблюдения.

Оценка динамики болевого синдрома в спине в послеоперационном периоде показала отсутствие статистически значимых различий между группами в первые 6 месяцев после операции ($p = 0,988$; $p = 0,922$) и значимую разницу через 12 и 24 месяца ($p = 0,001$; $p = 0,001$). Группы со значимыми различиями были, в дальнейшем, проанализированы попарно. Данный анализ показал значимое снижение интенсивности болевого синдрома у пациентов второй группы по сравнению с пациентами остальных групп через 12 и 24 месяцев после оперативного вмешательства. Оценка динамики интенсивности болевого синдрома в каждой группе показала его значимое снижение с 6 месяца после операции во всех группах ($p = 0,021$; $p = 0,011$; $p = 0,004$; $p = 0,001$). При этом во второй группе было выявлено значимое снижение уровня болевого синдрома в спине на протяжении всего периода наблюдения ($p = 0,011$; $p = 0,001$).

Анализ интенсивности болевого синдрома в ногах показал статистически значимое отличие до и послеоперационных значений во всех группах с 3 месяца после операции ($p = 0,001$; $p = 0,016$; $p = 0,001$; $p = 0,001$). Оценка данного болевого синдрома в дальнейшем послеоперационном периоде не показала

статистически значимой динамики ни в одной группе ($p = 0,954$; $p = 0,146$; $p = 0,331$; $p = 0,844$). Данная тенденция может свидетельствовать об эффективности декомпрессивного этапа лечения во всех группах пациентов.

Оценка качества жизни пациентов проводилась посредством анализа средних значений индекса нарушения жизнедеятельности по ODI. Предоперационные значения данного индекса значимо не отличались между исследуемыми группами ($p = 0,532$). Положительная динамика в виде снижения данного индекса на протяжении послеоперационного периода наблюдалась во всех группах ($p = 0,001$), однако наиболее выраженная тенденция улучшения качества жизни наблюдалась у пациентов второй группы. Данная тенденция была статистически подтверждена попарным сравнением групп с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни.

Динамика интенсивности болевого синдрома и качества жизни пациентов исследуемых групп представлена на рисунках 2 – 4.

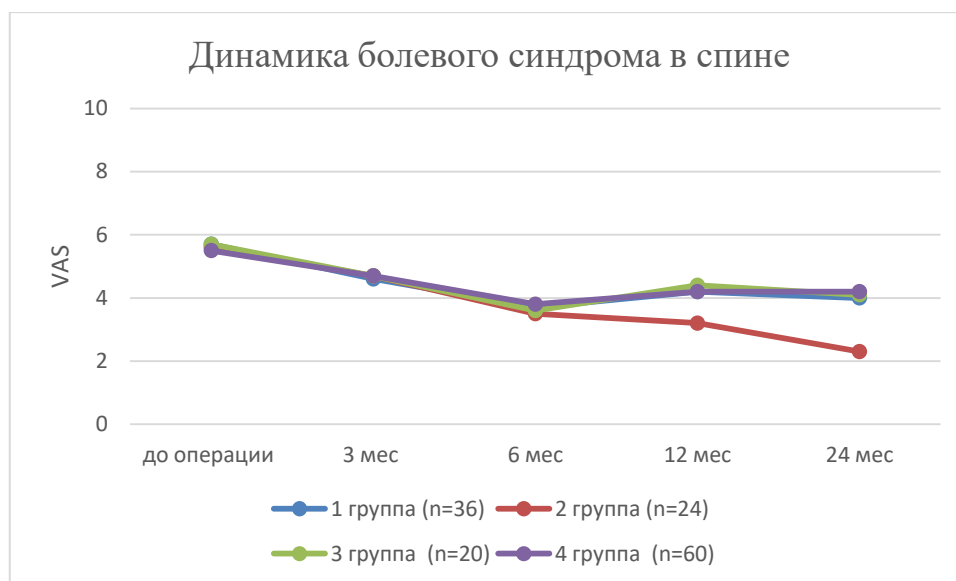


Рисунок 2. Динамика болевого синдрома в спине у пациентов исследуемых групп

В целом проведённый анализ показал, что уже через 6 месяцев после оперативного лечения на позвоночнике выраженность болевого синдрома в спине статистически значимо ($p < 0,05$) снижалась в среднем на 2 балла по визуально-аналоговой шкале во всех исследуемых группах. В дальнейшем положительная

динамика в виде снижения интенсивности болевого синдрома до 2,3 баллов по VAS отмечалась у пациентов второй группы ($p = 0,001$). В остальных группах отмечалась статистически незначимая тенденция нарастания болевого синдрома ($p = 0,362$; $p = 0,188$; $p = 0,682$).

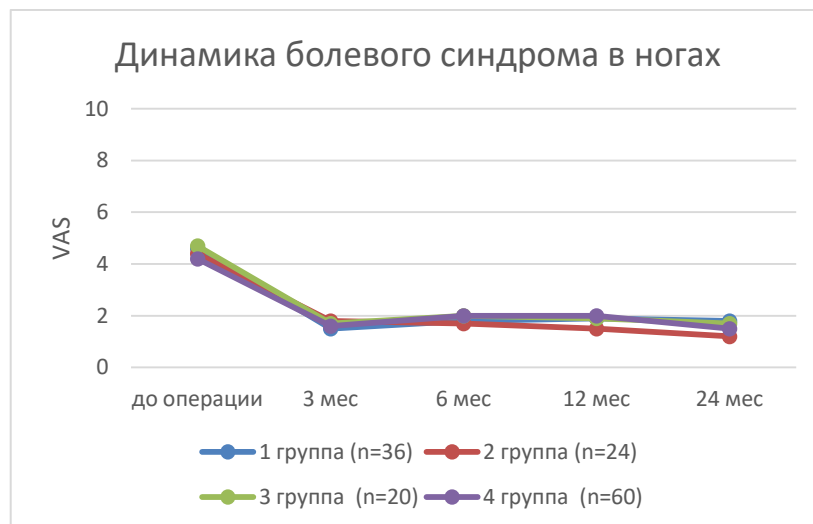


Рисунок 3. Динамика болевого синдрома в ногах у пациентов исследуемых групп

Интенсивность болевого синдрома иррадирующего в ноги статистически значимо ($p < 0,05$) снижалась во всех группах к 3 месяцу после операции в среднем на 3 балла по VAS и оставалась на данном уровне на протяжении двухлетнего периода наблюдения.

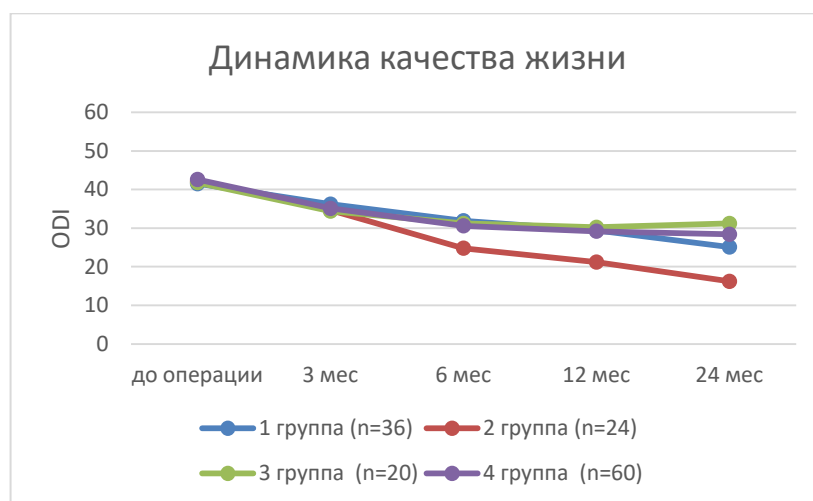


Рисунок 4. Динамика качества жизни (ODI) у пациентов исследуемых групп

Оценка качества жизни пациентов показала уменьшение средних значений индекса нарушения жизнедеятельности у пациентов всех групп на величину от 24% до 62% с более выраженной положительной динамикой во второй группе.

Неудовлетворительные результаты хирургического лечения были подробно изучены по характеру осложнений, частоте их встречаемости и зависимости от используемого метода оперативного вмешательства. В целом на протяжении двухлетнего периода наблюдения у пациентов проспективной части исследования нами было выявлено 86 (61%) случая развития осложнений. Среди них к ранним осложнениям послеоперационного периода нами были отнесены 10 (7%) случаев развития инфекции области хирургического вмешательства, 9 (6%) случаев появления неврологического дефицита и 13 (9%) случаев ликворреи. Развитие данных осложнений было диагностировано в течение первого месяца после операции. К осложнениям отдаленного периода мы отнесли 53 (38%) случая развития ППК и нестабильности МК (рисунок 5).



Рисунок 5. Структура осложнений у пациентов проспективной части исследования.

Для изучения зависимости развития данных осложнений от метода оперативного лечения нами была проанализирована частота возникновения

патологии отдельно в каждой из групп. Результаты проведённого анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Осложнения послеоперационного периода у пациентов проспективных групп

Осложнения	1 группа (n=36)	2 группа (n=24)	3 группа (n=20)	4 группа (n=60)	P значение (H - тест)*
ППК	8 (22%)	1 (4%)	4 (20%)	19 (32%)	0,001
• дегенеративный	-	-	1	2	-
• перелом СВП	5	-	-	12	0,001
• перелом СВП + 1	-	-	2	-	
• перелом ППТФ	2	1	1	3	0,454
• перелом ППТФ + СВП	1	-	-	2	-
НМК	6 (17%)	4 (17%)	3 (15%)	8 (13%)	0,342
• остеолит	2	2	2	4	0,471
• миграция	0	-	-	1	-
• перелом	4 (11%)	2 (8%)	1 (5%)	3 (5%)	0,076
Неврологический дефицит	2 (6%)	1 (4%)	1 (5%)	5 (8%)	0,192
ПИОХВ	2 (6%)	1 (4%)	-	4 (7%)	0,433
ГИОХВ	1 (3%)	-	-	2 (3%)	0,121
Ликворрея	3 (8%)	2 (8%)	2 (10%)	6 (10%)	0,532
Всего	22 (61%)	9 (38%)	10 (50%)	44 (73%)	0,001

*На основании критерия Краскела-Уоллиса.

ППК – проксимальный переходный кифоз; СВП – смежный вышележащий позвонок; СВП+1 – позвонок краниальнее смежного вышележащего позвонка; ППТФ – позвонок проксимальной точки фиксации; НМК – нестабильность металлоконструкции; ПИОХВ – поверхностная инфекция области хирургического вмешательства; ГИОХВ – глубокая инфекция области хирургического вмешательства.

По результатам проведённого анализа развитие ППК, обусловленного переломами позвонков наблюдались в 29 из 32 случаев (91%). При этом наибольшая частота развития ППК была выявлена у пациентов 4 группы (n=19;

32%). Данный показатель значительно отличался от показателей 1 ($n=8$; 22%), 2 ($n=1$; 4%) и 3 ($n=4$; 20%) групп ($p < 0,05$). Также значимые различия в частоте развития данного осложнения наблюдались между второй группой пациентов ($n=1$; 4%) и остальными группами проспективного исследования ($p=0,001$). Анализ характера развития ППК показал, что в большинстве случаев возникновение данного осложнения было обусловлено переломом смежного вышележащего позвонка ($n=17$; 53%). Однако данных вариантов ППК не было выявлено во 2 и 3 группах. Перелом позвонка проксимальной точки фиксации был причиной развития ППК в 7 случаях (22%), при этом значимых различий между исследуемыми группами выявлено не было ($p=0,454$). Однако следует отметить, что перелом ППТФ в 3 группе возник в случаях с отсутствием сочетанной вертебропластики данных позвонков. В более чем в половине случаев ($n = 12$) в данной группе пациентов нами проводилась аугментация ППТФ костным цементом и введение транспедикулярных винтов до момента его полимеризации. Кроме того, анализ результатов лечения данной группы пациентов показал наличие переломов позвонков, расположенных краниальнее СВП с костным цементом ($n=2$; 6%).

Анализ частоты развития нестабильности МК в исследуемых группах не выявил значимых различий в зависимости от определенных вариантов лечения ($p=0,342$), а также различных вариантов течения данного осложнения ($p=0,471$; 0,076).

Явления неврологического дефицита, развившиеся после операции, были представлены нижними моностеральными парезами и, во всех случаях, регрессировали на фоне проводимой консервативной терапии.

Частота развития инфекционных осложнений не превышала средних значений соответствующих показателей, описываемых в мировой литературе ($n=10$; 7%).

Ревизионное хирургическое лечение потребовалось в 30 случаях (94%) при развитии ППК. Исключения составили 2 пациента (6%) с формированием ППК вследствие дегенеративных изменений смежного вышележащего

межпозвонкового диска, которым проводилось комплексное консервативное лечение с положительным эффектом.

В случаях развития нестабильности МК ревизионного лечения требовали 18 (86%) пациентов. В 3 случаях нестабильности МК вследствие развития остеолита (14%) на фоне консервативного лечения наблюдалась положительная динамика в виде уменьшения болевого синдрома с образованием костного блока.

В случаях развития инфекционного процесса ревизионное оперативное лечение проводилось у всех пациентов, при этом во всех случаях с сохранением МК.

Таким образом, резюмируя характер и частоту осложнений, возникших в проспективных группах, можно сказать, что ППК у пациентов с остеопорозом развивается с высокой частотой (23%) несмотря на восстановление оптимального сагиттального профиля позвоночника и применение профилактической вертебропластики (20%). По всей видимости, ключевая роль в развитии данного осложнения принадлежит значительному изменению величины поясничного лордоза и, как следствие, компенсаторному увеличению локального кифоза за счет ближайших подвижных сегментов. При этом выраженная ригидность грудного отдела на фоне дегенеративных изменений, способствует перегрузке ПДС краниальнее зоны инструментальной фиксации.

Уменьшению локального кифоза проксимальнее установленной металлоконструкции способствует снижение величины коррекции поясничного лордоза и применение систем ламинарной фиксации переходного отдела.

При этом частота развития ППК значительно уменьшается в условиях отсутствия выраженной коррекции поясничного лордоза даже, несмотря на неполное восстановление сагиттального профиля.

Нестабильность МК у пациентов изучаемого профиля развивается несколько чаще в субоптимальных условиях сагиттального баланса (SVA от 3 до 8 см), чем в случаях полного восстановления данных параметров.

Частота общих хирургических осложнений не превышала среднюю частоту по данным мировой литературы.

Таким образом, проспективное исследование подтвердило результаты, полученные на первых этапах исследования. Проведённый анализ рентгенологических параметров показал возможность хирургической коррекции величины проксимального переходного угла (ППУ; PJA) без продления транспедикулярной фиксации и применения различных остеотомий. Так у пациентов второй группы, оперированных с использованием ламинарной фиксации дуги смежного вышележащего позвонка, было отмечено статистически значимое уменьшение ППУ после операции в среднем на 5° ($p=0,001$). Использование данной методики позволило исключить такой значимый фактор риска развития ППК, как ППУ превышающий 10° . В дальнейшем анализ отдалённых результатов лечения показал статистически значимое уменьшение ППК во второй группе в сравнении с остальными ($p=0,001$) и более выраженные тенденции снижения интенсивности болевого синдрома и индекса нарушения жизнедеятельности ODI. Расхождение данных проспективного исследования с результатами проведённого нами эксперимента, в которых ламинарная фиксация вышележащего сегмента не предохраняет от перелома СВП, обусловлено, по всей видимости, снижением нагрузки в зоне проксимальной точки фиксации вследствие изменения биомеханики в данной области позвоночника. Ламинарная фиксация СВП приводит не только к уменьшению локального кифоза над зоной инструментальной фиксации, но и снижает нагрузку ventральных отделов позвонка, смещая кзади вертикальную ось и устраняя чрезмерную подвижность в данном сегменте во время постоянных переменных осевых нагрузок. Однако воссоздать идентичные условия в эксперименте, на сегодняшний день, не представляется возможным. Тем не менее, данные предположения и полученные выводы, безусловно, требуют дальнейшего изучения и, прежде всего, экспериментального подтверждения в условиях модели физиологической биомеханической нагрузки.

Применение профилактической вертебропластики смежного вышележащего позвонка у пациентов 3 группы значимо не снизило частоту развития ППК в целом, однако привело к перераспределению вариантов данной

патологии с появлением переломов позвонков смежных с позвонком цементной фиксации.

Наибольшая частота развития ППК ($n=19$; 32%) была выявлена нами у пациентов 4 группы, несмотря на полноценное восстановление сагиттального профиля во всех случаях. Это, по всей видимости, обусловлено комплексным влиянием таких факторов риска развития ППК как остеопороз, ППУ более 10° и коррекция поясничного лордоза, превышающая 30° .

Частота развития нестабильности МК в целом имела определённую тенденцию к снижению в 3 и 4 группах, но при этом не была подтверждена статистически ($p=0,342$). Однако при анализе частоты возникновения отдельных вариантов нестабильности МК нами была выявлена статистически неподтвержденная тенденция уменьшения частоты развития переломов МК у пациентов 3 и 4 групп ($p=0,076$). Данная тенденция, на наш взгляд, обусловлена отсутствием в группах с полноценной коррекцией сагиттального профиля такого фактора риска, как смещения сагиттальной вертикальной оси кпереди более чем на 5 см. Однако прямой зависимости частоты развития нестабильности МК от полноценного восстановления сагиттального баланса получено не было. Это может быть обусловлено влиянием гиперкоррекции поясничного лордоза как значимого фактора риска нестабильности МК, появляющегося в результате хирургического лечения по этой методике.

Результаты, полученные нами на предыдущих этапах исследования, позволили решить его пятую, заключительную задачу. В результате обобщения и подробного анализа ретроспективных, экспериментальных и проспективных данных была обоснована система диагностики, лечения и профилактики ППК и НМК у пациентов с дегенеративными сколиозами позвоночника. Схематически она состоит из двух блоков – диагностического и хирургического (рисунок 6).

«Диагностическая» часть была представлена ранее (рисунок 1). Как было отмечено, она не только позволяет провести сортировку пациентов на оперативное лечение относительно минеральной плотности кости и выраженности клинско – рентгенологических нарушений, но и определить показания к протяженности фиксации позвоночника и применению способов профилактики ППК и НМК

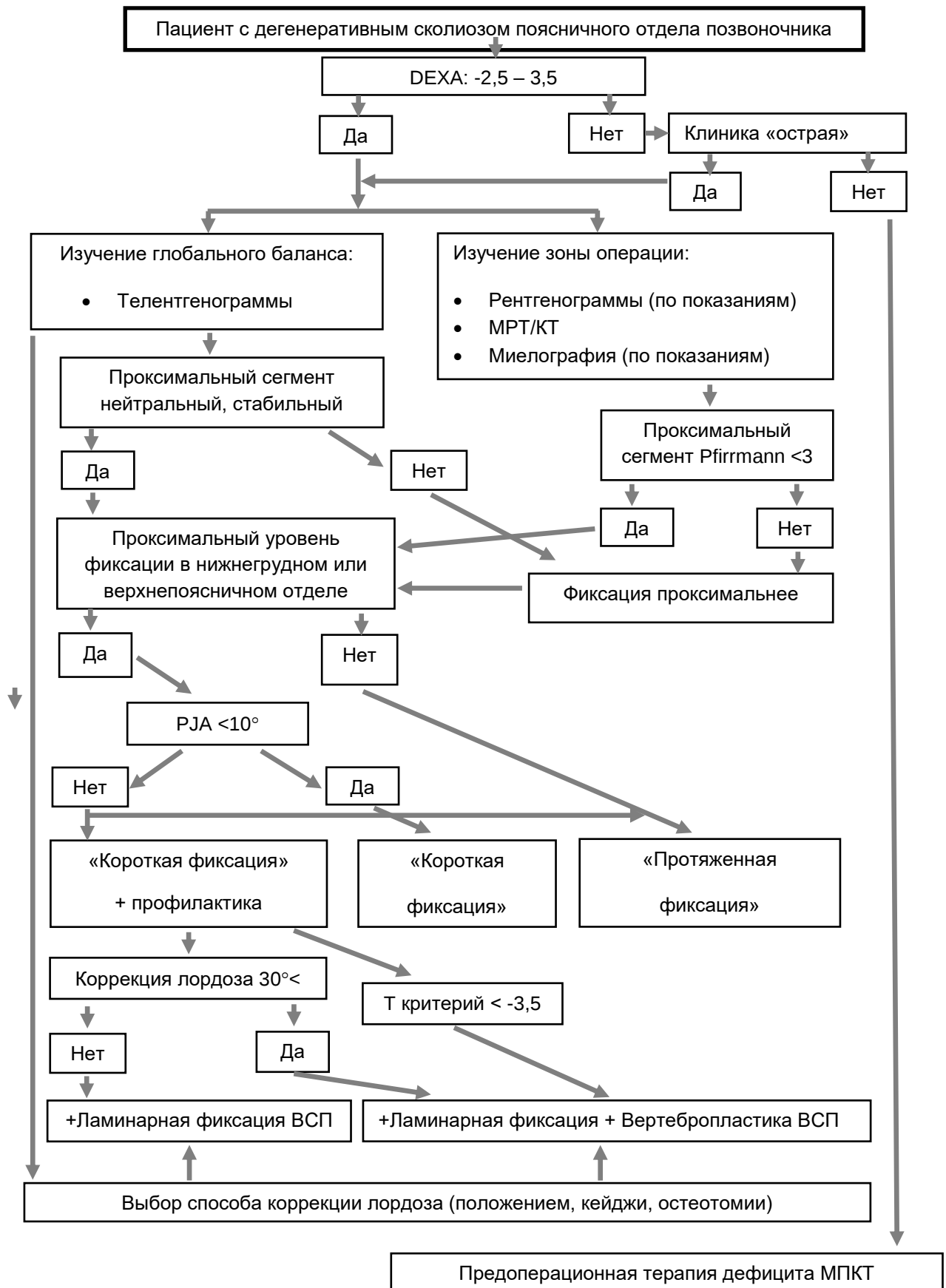


Рисунок 6. Алгоритм диагностики и лечения пациентов с дегенеративным сколиозом

«Хирургическая» часть программы позволяет определить способ профилактики ППК и НМК. Так, при необходимости коррекции РJA при нормальной минеральной плотности кости достаточно будет выполнить ламинарную фиксацию СВП, а при наличии остеопороза и при коррекции лордоза более 30° его дополнительная вертебропластика позволяет снизить частоту осложнений (ППК и НМК).

В заключении подведены общие итоги проведённой работы, представлены сведения по решению задач диссертационного исследования и реализации его цели. В стиле дискуссии полученные результаты были обсуждены и сопоставлены с данными ведущих мировых исследователей, подтвердивших их высокую актуальность, научную и практическую значимость.

Таким образом, в ходе нашего диссертационного исследования удалось последовательно решить все пять поставленных задач и, благодаря этому, реализовать его цель, заключающуюся в обосновании и клинической апробации системы хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, с учётом факторов риска развития проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкций, направленную на их профилактику. Сделанные при этом выводы и практические рекомендации представлены далее.

ВЫВОДЫ

1. Статистически достоверными факторами риска возникновения проксимального переходного кифоза (ППК) являются исходный остеопороз, коррекция поясничного лордоза в ходе оперативного вмешательства более, чем на 30°, а также величина проксимального переходного угла (РJA) более 100. Для нестабильности металлоконструкций (НМК) таковыми факторами являются исходный остеопороз, коррекция поясничного лордоза в ходе оперативного вмешательства более, чем на 30°, а также фактор смещения сагиттальной вертикальной оси позвоночника (SVA) более, чем на 50 мм кпереди от нормального физиологического положения.

2. Наличие остеопороза повышает риск развития ППК – в 2,5 раза, а НМК – в 1,8 раза; чрезмерная коррекция во время операции исходного лордоза (более 300) приводит к возрастанию риска ППК – в 1,5 раза, а НМК – в 1,7 раза, увеличение PJA более 100 повышает риск возникновения ППК в 3,5 раза, и еще в 1,3 раза на каждый последующий 10; а смещение оси SVA более, чем на 50 мм кпереди увеличивает вероятность развития НМК в 3,3 раза, и в 2,3 раза на каждый последующий 1 см.

3. Для выявления потенциально опасных предоперационных факторов риска развития ППК и НМК необходимо проведение полноценной клинической, инструментальной и лучевой диагностики с обязательным включением в диагностическую программу рентгеновской денситометрии, компьютерной и магниторезонансной томографии, миелографии, расчета показателей PJA и SVA, а также предоперационное интерактивное планирование с помощью существующих компьютерных программ, что в совокупности позволит не только обоснованно выбрать рациональную методику оперативного лечения профильных пациентов, но и определить необходимую протяженность транспедикулярной фиксации.

4. Экспериментально доказано, что в зоне повышенного риска в отношении перелома находится смежный вышележащий позвонок, перелом которого в более чем 50% случаев определяет развитие ППК. Возникновение перелома отмечается при вертикальной нагрузке в пределах от 0,78 до 0,94 kN, а исследуемые методы профилактики повышают устойчивость указанного позвонка к вертикальным нагрузкам: ламинарная фиксация повышает устойчивость в 1,2 – 1,6 раз, а профилактическая цементная вертебропластика укрепляет его в 1,7 – 2,3 раза.

5. У пациентов проспективной клинической группы с частичной коррекцией поясничного лордоза (не более 300) и выполненной профилактической ламинарной фиксацией вышележащего позвонка получены достоверно наилучшие клинические результаты (более, чем на 50%, $P=0,001$) по сравнению с тремя другими клиническими группами в виде снижения уровня болевого синдрома и улучшения показателя качества жизни, а также отмечено

наименьшее число случаев развития изученных осложнений: ППК – на 16 – 28% ($P = 0,001$), а НМК – на 10 – 20% ($P=0,001$).

6. К развитию ППК наиболее часто приводила чрезмерная коррекция лордоза (более 300) и увеличение PJA после операции, а в развитии НМК наибольшую роль играла остаточная SVA более 50мм. При этом каждый из рассматриваемых методов профилактики ППК оказался эффективным применительно к тем условиям, в которых был использован.

7. Основой сформированной системы профилактики ППК и НМК при хирургическом лечении пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, является алгоритм, включающий в себя два взаимосвязанных блока – диагностический и хирургический, при этом ключевыми моментами в снижении вероятности возникновения ППК и НМК являются учет факторов риска возникновения данных осложнений, а также выбор метода хирургического пособия с учетом использования возможных методов профилактики, что в итоге обеспечивает достоверное улучшение результатов лечения на протяжении двух лет после выполненных операций.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для уменьшения осложнений хирургического лечения дегенеративного сколиоза поясничного отдела позвоночника на этапе его планирования необходимо учитывать наиболее значимые факторы риска развития ППК и НМК, такие как – остеопороз, значение проксимального переходного угла (PJA) более 10°, коррекция лордоза свыше 30°, и остаточная величина SVA более 5 см.

2. Диагностическая программа пациента с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника должна включать в себя рентгеновскую денситометрию, магниторезонансную и компьютерную томографию, миелографию, расчет показателей PJA и SVA, а также предоперационное компьютерное планирование, для выявления факторов риска развития ППК и НМК и определения объема хирургического вмешательства.

3. Хирургическое лечение пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника должно проводиться в ближайшие сроки после

диагностики заболевания, пока поясничный лордоз и отклонение SVA не достигли критических отметок.

4. Наиболее оптимальный клинический результат, с минимальным риском развития ППК и НМК в послеоперационном периоде, может быть достигнут при помощи «короткой» фиксации у пациентов с нормальной величиной минеральной плотности костной ткани, если величина коррекции поясничного лордоза не превышает 30° , а «остаточная» величина SVA не превышает 5 см.

5. Ламинарная фиксация проксимального смежного позвонка рекомендована при необходимости коррекции проксимального переходного угла если тот изначально, или в ходе коррекции превышает величину 10° .

6. При необходимости выраженной коррекции поясничного лордоза (превышающим 30° от исходного), а также остеопорозе следует выполнять профилактическую вертебропластику верхнего смежного позвонка.

ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЯ

И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Выполненная научная работа позволила полностью реализовать поставленную цель диссертационного исследования — посредством анализа среднесрочных и отдалённых результатов, и внедрения в клиническую практику собственных разработок усовершенствовать диагностическую программу и систему хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, существенно снизить число возникающих осложнений. Дальнейшая работа в рамках этой научной темы представляется весьма актуальной и целесообразной. Это касается создания компьютерной программы (математического моделирования), помогающей в принятии решения в выборе тактики лечения и разработки точных методов интраоперационной оценки величины коррекции позвоночно-тазовых параметров. Кроме того, необходимо продолжать накапливать опыт для выявления новых обоснованных данных, способствующих улучшению результатов лечения этой тяжёлой категории больных.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Афаунов А.А., Басанкин И.В., Кузьменко А.В., Шаповалов В.К. Анализ причин ревизионных операций при хирургическом лечении больных с поясничными стенозами дегенеративной этиологии//Кубанский научный медицинский вестник. - 2013. № 7.-с. 173-176.**
2. Басанкин И.В., Тахмазян К.К., Пташников Д.А., Афаунов А.А., Понкина О.Н. Экспериментальное изучение путей профилактики перелома смежного с транспедикулярной системой позвонка//Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные принципы и технологии остеосинтеза костей конечностей, таза и позвоночника», 12-14 февраля 2015 г.-Санкт-Петербург, 2015,-с.13.
3. **Афаунов А.А., Басанкин И.В., Мишагин А.В., Кузьменко А.В., Тахмазян К.К. Ревизионные операции в хирургическом лечении грудного и поясничного отделов позвоночника //Хирургия позвоночника. – 2015. №4, с. 8-16.**
4. Basankin I., Tahmazyan K., Afaunov A., Ptashnikov D., Ponkina O., Shapovalov V. Experimental Substantiation of the Possibility of Prevention of Vertebral Fractures Related to the Level of Transpedicular Fixation //Global Spine J. - 2015; 05 - P118 DOI: 10.1055/s-0035-1554613.
5. Basankin I., Porhanov V., Tahmazyan K., Shapovalov V., Malakhov S., Volynsky A. The Influence of the Fusion Degree of the Vertebrae on the Process of Destabilization of the Pedicle Fixation System after TLIF and PLIF//Global Spine J 2016; 06 - GP079, DOI: 10.1055/s-0036-1583102.
6. **Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В. Дифференцированный подход к лечению пациентов с переломами тел нижнегрудных и поясничных позвонков с травматическими стенозами позвоночного канала//Хирургия позвоночника.- 2016. Т. 13. №2, с. 8-17.**
7. **Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В. Дифференцированный подход к лечению больных с травматическими стенозами позвоночного канала на нижнегрудном и поясничном уровне//Инновационная медицина Кубани, 2016. № 2, с. 5-16.**

8. Басанкин И.В., Тахмазян К.К., Афаунов А.А., Пташников Д.А., Понкина О.Н., Гаврюшенко Н.С., Малахов С.Б., Шаповалов В.К. Способ профилактики переломов смежных позвонков при транспедикулярной фиксации на фоне остеопороза//Хирургия позвоночника. – 2016. Т. 13. №3, с. 8-14.
9. Афаунов А.А., Басанкин И.В., Кузьменко А.В., Шаповалов В.К. Осложнения хирургического лечения поясничных стенозов дегенеративной этиологии//Хирургия позвоночника. – 2016. Т. 13. №4, с. 66-72.
10. Басанкин И.В., Плясов С.А. Лечение раневых осложнений, связанных с применением погружных имплантов в хирургии позвоночника//Инновационная Медицина Кубани. – 2016. №3. с.19-22
11. Басанкин И.В., Тахмазян К.К., Афаунов А.А., Понкина О.Н., Малахов С.Б., Шаповалов В.К., Волынский А.Л. Перелом позвонка над металлоконструкцией у пациентов с остеопорозом. Можем ли мы предупреждать эти повреждения?//Гений ортопедии. – 2017. Т. 23. №2, с. 154-161.
12. Басанкин И.В., Тахмазян К.К., Афаунов А.А., Малахов С.Б., Шаповалов В.К., Волынский А.Л. Проксимальный переходный кифоз после протяженной металлофиксации позвоночника (РJK, РJF). Клинический случай развития осложнения и его лечения//Гений ортопедии. – 2017. Т. 23. №2, с. 209-215.
13. Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В., Агеев М.Ю. К вопросу о классификации посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника //Хирургия позвоночника. -2018. Т. 15. № 2. С. 23-32.
14. Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В., Агеев М.Ю. Ортопедическая классификация посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника//Кубанский научный медицинский вестник. 2018. Т. 25. № 2. С. 16-24.
15. Basankin I.V., Porkhanov V.A., Afaunov A.A., Kuzmenko A.V., Shapovalov V.K. COMPLICATIONS OF SURGICAL TREATMENT OF LUMBAR STENOSIS IN THE EARLY POSTOPERATIVE PERIOD//Coluna. [online]. 2018, vol.17, n.3, pp.185-187. ISSN 1808-1851. <http://dx.doi.org/10.1590/s1808-185120181703200487>.
16. Шевченко Е.Г., Агурина Н.В., Зяблова Е.И., Басанкин И.В., Ясакова Е.П.,

Топилина С.В. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в оценке состояния позвоночника после оперативных вмешательств с использованием метода транспедикулярного остеосинтеза//Инновационная медицина Кубани. 2018. №2 (10). С. 17-23.

- 17. Колесов С.В., Казьмин А.И., Швец В.В., Гуца А.О., Полторако Е.Н., Басанкин И.В., Кривошеин А.Е., Бухтин К.М., Пантелеев А.А., Сажнев М.Л., Переверзев В.С. Сравнение эффективности применения стержней из нитинола и титановых стержней при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника с фиксацией пояснично-крестцового отдела//Травматология и ортопедия России. 2019. Т. 25. №2 С. 59-70.**
- 18. Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В., Агеев М.Ю. Шкала оценки риска неврологических осложнений хирургического лечения больных с посттравматическими деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника//Кубанский научный медицинский вестник. 2019. Т. 26. №1. С.45-57.**
- 19. Басанкин И.В., Порханов В.А., Пташников Д.А., Тахмазян К.К., Афаунов А.А., Томина М.И., Малахов С.Б., Шаповалов В.К. Анализ причин развития проксимального переходного кифоза после инструментальной фиксации на фоне дефицита минеральной плотности костной ткани// Гений ортопедии, 2019. Т. 25. №1, с. 65-70.**
- 20. Басанкин И.В., Афаунов А.А., Шаповалов В.К., Кузьменко А.В., Тахмазян К.К. Патент №2527150 от 07.07.2014 «Способ реконструкции поясничного позвоночно-двигательного сегмента». Заявка №2013123961 от 24.05.2013.**
- 21. Басанкин И.В., Афаунов А.А., Пташников Д.А., Тахмазян К.К., Волынский А.Л., Малахов С.Б. Патент №2669028 от 05.10.2018г. «Способ профилактики переломов смежных позвонков при транспедикулярной фиксации на фоне остеопороза». Заявка №2017106842 от 01.03.2017.**