

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ
им. В.И. Разумовского
Минздрава России
д.м.н., доцент

А.С. Федонников
«*де*» *декабря* 2025 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации о научно-практической значимости диссертационной работы Кокушина Дмитрия Николаевича на тему: «Хирургическое лечение детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника с использованием технологий 3D-моделирования и прототипирования», представленной на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия

Актуальность темы выполненной работы

Частота встречаемости врожденных сколиозов составляет до 2% в общей структуре деформаций позвоночника, несмотря на это, прогрессирующие формы врожденных аномалий развития позвоночника в процессе роста и развития ребенка приводят к тяжелым, а порой необратимым последствиям. К одному из наиболее серьезных и грубых осложнений относится возникновение неврологических нарушений, которые формируются в результате вертебро-медулярного конфликта. Врожденные сколиозы выделяются среди заболеваний позвоночника в связи с тем, что у пациентов данной группы проявления имеющейся аномалии присутствуют и прогрессируют уже с рождения, а на фоне продолжающегося роста наблюдают, как правило, только усугубление врожденного искривления. Отсутствие лечения приводит к грубому нарушению биомеханики движения и баланса туловища, при этом консервативные методы лечения таких пациентов неэффективны и необходимость проведения оперативных вмешательств безальтернативна.

Существуют различные варианты хирургических вмешательств, направленных на этапную коррекцию врожденной деформации позвоночника. Многие авторы предлагают

осуществлять этапное хирургическое лечение «растущими» спинальными системами, однако применение такого подхода у детей с врожденными сколиозами связано с развитием большого количества различных осложнений при выполнении этапных дистракций и недостаточной коррекцией деформации позвоночника в процессе роста и развития ребенка.

Мало исследований посвящено изучению прочностных характеристик спинальных систем и их применения при различных вариантах врожденных деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника у детей. Почти не освещены данные о нагрузках транспедикулярными опорными элементами на костную ткань позвонков у детей дошкольного возраста.

В литературе продолжается дискуссия по поводу оптимального выбора метода хирургического лечения для наилучшего результата оперативного лечения. Несмотря на широкое внедрение спинальных металлоконструкций в клиническую практику и разнообразие способов этапного хирургического лечения, до настоящего времени остается нерешённым вопрос выбора оптимального метода лечения детей с множественными пороками развития позвоночника и синостозом ребер.

Решению этих актуальных научно-практических задач и посвящено диссертационное исследование Д.Н. Кокушина. Работа выполнена в ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Минздрава России.

Целью исследования являлась разработка и обоснование системы хирургического лечения детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника с использованием технологий 3D-моделирования и прототипирования.

Научная новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автором разработан оригинальный стенд испытательно-калибровочный полифункциональный для спинальных систем и блок динамометрический для контракции и дистракции при хирургическом лечении деформаций позвоночника, защищенный патентом РФ.

На основании компьютерного моделирования нагрузок на позвонки при моносегментарной транспедикулярной фиксации определены оптимальные типоразмеры, вид и компоновка опорных элементов, нагрузки при коррекции врожденной деформации позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков у детей дошкольного возраста.

Обоснован выбор оптимальных вариантов компоновки низкопрофильной реберно-позвоночной конструкции у детей с тяжелыми врожденными деформациями позвоночника и грудной клетки.

Разработана программа-планировщик «Платформа для планирования и моделирования хирургических операций на позвоночнике».

Разработана на уровне изобретений линейка отечественных спинальных систем для коррекции врожденных деформаций позвоночника у детей.

Автором предложены усовершенствованные методики хирургического лечения детей с врожденным сколиозом, а также разработан способ коррекции врожденного сколиоза при нарушении формирования позвонков у детей.

Впервые с применением системы активной оптической 3D-КТ навигации и программы-планировщика «Платформа для планирования и моделирования хирургических операций на позвоночнике» проведен сравнительный анализ корректности и стабильности установки транспедикулярных винтов в тела позвонков у детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника.

Впервые у детей с врожденной деформацией позвоночника и синостозом ребер проведен сравнительный анализ результатов хирургического лечения с использованием усовершенствованных технологий 3D-моделирования и прототипирования.

Автором разработаны новый методологический подход и оригинальная система хирургического лечения детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника с применением технологий 3D-моделирования и прототипирования.

Значимость полученных автором результатов для науки и практики

Применение технологий 3D-моделирования и прототипирования позволяет осуществить индивидуальный подход к хирургическому лечению детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника при изолированных и множественных пороках развития позвонков и синостозе ребер. Предлагаемое предоперационное планирование с расчетом индивидуальных параметров anomalно развитых структур позвоночника, учитывающее их прочностные и антропометрические особенности, моделирование шаблонов-направителей для установки транспедикулярных винтов, использование разработанных способов и спинальных систем при коррекции врожденных деформаций позвоночника грудной и поясничной локализации достоверно улучшило результаты лечения детей и снизило количество послеоперационных осложнений. Профилактика осложнений заключается в

дифференцированном хирургическом подходе, основанном на алгоритмизированных принципах применения технологий 3D-моделирования и прототипирования.

Вышеизложенное подтверждает научную значимость диссертации для теоретической и практической медицины.

Основные положения диссертации внедрены в практическую работу отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург; детского травматолого-ортопедического отделения ФГБУ "ФЦТОЭ" Минздрава России, г. Чебоксары; травматолого-ортопедического отделения для детей ГУ «РНПЦ травматологии и ортопедии» МЗ Республики Беларусь, г. Минск; отделения ортопедии №6 «Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Батпенова Н.Д.» МЗ Казахстана, г. Астана.

Положения диссертации включены в учебный процесс кафедры детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России и учебного отдела ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России.

По теме диссертационного исследования опубликовано 34 печатные работы, из них 1 монография, 18 работ в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикаций результатов диссертационных исследований, 1 статья в журнале, индексируемом в наукометрической базе Scopus, получено 2 евразийских патента, 7 патентов РФ, свидетельство на компьютерную программу, 4 свидетельства на базы данных.

Содержание автореферата и печатных работ соответствует материалам диссертации.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов исследования

Работа выполнена на достаточном научно-методическом уровне и на большом клиническом материале – 225 детей с врожденной деформацией позвоночника грудной и поясничной локализации, который включал ретроспективное и проспективное клинические исследования.

В связи с особенностью применяемых лечебных подходов 120 детей дошкольного возраста с изолированными пороками развития грудного и поясничного отделов позвоночника были разделены на две группы: контрольная группа – 60 пациентов, у которых применялся метод «свободной руки»; основная группа – 60 детей, у которых были использованы технологии 3D-моделирования и прототипирования.

80 пациентов с врожденной деформацией позвоночника грудной и поясничной локализации на фоне множественных пороков развития позвонков были разделены на

3 группы: две основные - 20 детей, оперированных с применением шаблонов-направителей, и 30 детей, оперированных с применением системы активной оптической 3D-КТ навигации; и контрольную группу - 30 детей, оперированных с применением метода «свободной руки». 25 детей с врожденными деформациями грудного и грудопоясничного отделов позвоночника на фоне множественных пороков развития позвонков и синостоза ребер были разделены на 2 группы: основная - 10 детей, оперированных с применением усовершенствованной низкопрофильной реберно-позвоночной системы с использованием технологий 3D-моделирования и прототипирования; контрольная - 15 детей, оперированных без использования данных технологий.

В работе были использованы современные методы диагностики, обследования и хирургического лечения больных, адекватные поставленным задачам.

Результаты проведенного исследования иллюстрированы достаточным количеством рисунков и таблиц, что облегчает восприятие материала. Выводы и практически рекомендации закономерно вытекают из представленного материала, отражают содержание диссертации и соответствуют поставленным задачам.

Структура и общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы и приложения. Материал диссертационного исследования изложен на 333 страницах компьютерного текста. Работа иллюстрирована 50 таблицами и 157 рисунками. Библиографический указатель включает источники литературы, в том числе, 81 отечественных и 191 иностранных авторов.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, обозначена степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи работы, освещены научная новизна и практическая ценность, изложены основные положения, выносимые на защиту, представлены сведения о реализации и апробации работы, объеме и структуре диссертации.

В первой главе представлен обзор литературы о современном состоянии проблемы хирургического лечения детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника. Рассмотрены основные методы и область применения стеновых испытаний, проводимых в хирургии позвоночника. Проведен анализ особенностей использования твердотельного анализа, основанного на методе конечных элементов, при моделировании позвоночника и применяемых для спинальных систем. Освещено современное состояние вопросов применения и эффективности шаблонов-направителей для установки транспедикулярных винтов в целом при различной патологии позвоночника у взрослых, и в частности, у детей. Показано отсутствие алгоритмизированных системных подходов при использовании аддитивных технологий при хирургическом лечении детей с врожденными деформациями позвоночника.

Во второй главе описаны материалы и методы исследования, включающие: стендовый метод, твердотельное моделирование методом конечных элементов, методы лучевой диагностики (спондилография и мультиспиральная компьютерная томография позвоночника), хронометрический метод, метод моделирования операций *in silico*, метод 3D-прототипирования (*in vitro*), метод «ретроспективной реконструкции», статистический метод. Показаны варианты оценки результатов хирургического лечения детей с врожденными деформациями позвоночника. Представлены сведения о статистической обработке данных.

В третьей главе на основании разработанного автором оригинального стенда испытательно-калибровочного полифункционального для спинальных систем проведены стендовые испытания по определению нагрузок и корригирующих усилий спинальных систем, используемых для коррекции врожденной деформации позвоночника у детей. При помощи позвоночного и реберного дистракторов, оснащенных тензодатчиками, установлены величины усилий, возникающих на опорных элементах низкопрофильной реберно-позвоночной системы при дистракции. Создан оригинальный блок динамометрический для контракции и дистракции, позволяющий объективизировать величину прилагаемых сил к опорным элементам спинальных систем и осуществлять дозированную контролируемую нагрузку.

В четвертой главе на основании физико-механической модели позвонков у детей дошкольного и дошкольного возраста с изолированной врожденной деформацией позвоночника автором приведены результаты выполненного твердотельного моделирования с учетом возникающих нагрузок на позвоночно-двигательный сегмент при его транспедикулярной фиксации. Проведено масштабное твердотельное моделирование критических осевых нагрузок на низкопрофильные реберно-позвоночные системы при различных комбинациях типоразмеров ее компонентов с использованием метода конечных элементов. Данные методики моделирования подробно описаны и иллюстрированы.

В пятой главе изложены принципы применения 3D-моделирования и прототипирования при хирургическом лечении детей с врожденными деформациями позвоночника. Описаны основные особенности при использовании оригинальной программы-планировщика «Платформа для планирования и моделирования хирургических операций на позвоночнике». Приведены сведения об образцах усовершенствованных спинальных систем, послуживших основанием для разработки линейки спинальных систем, защищенных патентами РФ и евразийскими патентами.

В шестой главе представлен сравнительный анализ результатов лечения двух групп детей с изолированными пороками развития грудного и поясничного отделов позвоночника в зависимости от способа хирургического лечения.

В седьмой главе представлен сравнительный анализ результатов лечения трех групп детей с множественными пороками развития грудного и поясничного отделов позвоночника и двух групп пациентов с множественными пороками развития позвоночника и синостозом ребер в зависимости от способа хирургического лечения.

Заключение дает полное представление о проделанной работе. В данном разделе автором подведены общие итоги проведенной работы, последовательно представлены и кратко обсуждены сведения по решению всех восьми задач диссертационного исследования.

В целом, диссертационное исследование хорошо изложено, с научной точки зрения достаточно корректно, основные положения, выводы и практические рекомендации сформулированы четко и отражают суть проведенного исследования.

Автореферат диссертации написан в полном соответствии с требованиями п. 25 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. и достаточно полно отражает основные положения диссертации. Выводы и практические рекомендации диссертационного исследования соответствуют его содержанию, поставленной цели и решаемым задачам.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты, выводы и практические рекомендации диссертационной работы Кокушина Дмитрия Николаевича на тему: «Хирургическое лечение детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника с использованием технологий 3D-моделирования и прототипирования» могут быть рекомендованы для внедрения в практику ортопедических отделений институтов и специализированных центров, проводящих хирургическую коррекцию деформаций позвоночника у детей с врожденными сколиозами грудной и поясничной локализации.

Принципиальных замечаний по содержанию и оформлению работы нет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Кокушина Дмитрия Николаевича на тему «Хирургическое лечение детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника с использованием технологий 3D-моделирования и прототипирования», представленная на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенных автором исследований решена актуальная задача в области вертебрыологии врожденных деформаций позвоночника у детей на основе

научного обоснования, разработки и внедрения в клиническую практику усовершенствованной тактики лечения.

По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований, глубине анализа полученных данных и их доказательности, научной и практической ценности выводов и практических рекомендаций, диссертация полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор Кокушин Дмитрий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора медицинских наук по специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании научной проблемной комиссии по травматологии, ортопедии и нейрохирургии № ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, протокол заседания № 2 от 18.02.2025 г.

Директор Научно-исследовательского института
травматологии, ортопедии и нейрохирургии
ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России
410002, г. Саратов, улица Чернышевского, дом 148
8 (8452) 393-191, sarniito@yandex.ru
профессор кафедры травматологии и ортопедии
ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России
доктор медицинских наук (3.1.8. Травматология и ортопедия), доцент
Островский Владимир Владимирович

« 18 » февраля 2025 года

Подпись д.м.н. В.В. Островского заверяю
Ученый секретарь
ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России
д.м.н., доцент

Липатова Татьяна Евгеньевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 410012, Приволжский федеральный округ, Саратовская область, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112, e-mail: meduniv@sgmu.ru, телефон: +7(845-2)-27-33-70.