

На правах рукописи

РЕДЧЕНКО

Игнатий Александрович

ОРТЕЗИРОВАНИЕ ДЕТЕЙ С ВРОЖДЕННЫМ НАРУШЕНИЕМ
ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗВОНКА ГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ
НА ЭТАПАХ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

3.1.8. Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург

2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель: член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук профессор **Виссарионов Сергей Валентинович**

Официальные оппоненты:

Кулешов Александр Алексеевич – доктор медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, научный отдел вертебрологии, руководитель.

Михайловский Михаил Витальевич - доктор медицинских наук профессор ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, отделение детской и подростковой вертебрологии, главный научный сотрудник

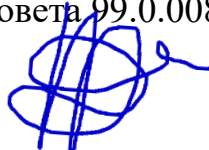
Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится 30 мая 2023 года в ____ часов на заседании объединенного диссертационного совета 99.0.008.02 в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена» Минздрава России (195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, дом 8).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБУ «НМИЦ ТО имени Р.Р. Вредена» Минздрава России и на сайте <http://dissovet.niito.ru/>
Автореферат разослан _____ 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета 99.0.008.02

кандидат медицинских наук



Денисов А.О.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Распространенность врожденных пороков развития позвоночника составляет 1 на 1000 новорожденных (Feng Y. et al., 2016). У пациентов детского возраста нарушение формирования позвонков встречаются с частотой 9,1 на 100 000 случаев (Passias P.G. et al., 2019). Общеизвестно, что прогрессирующие врожденные деформации позвоночника требуют хирургического лечения в раннем возрасте ребенка. Объем оперативного вмешательства направлен на полную радикальную коррекцию врожденного искривления, восстановление анатомии позвоночного канала и физиологических изгибов позвоночника на уровне аномального развитого позвонка с фиксацией минимального количества позвоночно-двигательных сегментов металлоконструкцией и костно-пластической стабилизацией (Рябых С.О., 2014; Виссарионов С.В. с соавт., 2019; Chang D.G. et al., 2015). Устранение основной врожденной сколиотической дуги хирургическим путем нередко приводит к формированию или прогрессированию ранее существовавших компенсаторных противодуг выше или ниже установленной металлоконструкции, которые развиваются по законам диспластического сколиоза, и их коррекция и профилактика прогрессирования трудная и до конца не решенная на данный момент задача (Kaspiris A. et al., 2011).

Зарубежные специалисты для коррекции компенсаторных противодуг у пациентов с идиопатическим сколиозом активно применяли ортезы на туловище различных конструкций. В европейских странах, в основном, используют корсет Шено (Chêneau J., 1994, 1997) и его производные, например, Rigo-Chêneau (Rigo M., Jelačić M., 2017) и The ScolioLogiC® Chêneau lighth brace (Grivas T.B., Kaspiris A., 2010; Weiss H.R., Werkmann M., 2010). Создание CAD/CAM технологий позволили классифицировать идиопатический сколиоз для целей ортезирования и частично автоматизировать производство этих сложных пространственно-фигурных изделий (Rigo M., 2010; Weiss H.R., Kleban A., 2015; Rigo M., Jelačić M., 2017). Отечественные специалисты также создавали ортезы на туловище, применяемые в лечении заболеваний и травм позвоночника (Михайловский М.В. с соавт., 2007; Спивак Б.Г. с соавт., 2018; Спивак Б.Г., 2019), активно осваивали европейскую систему ортезирования туловища ортезами Шено и его разновидностями (Леин, Г.А. с соавт., 2012; Виссарионов С.В., с соавт., 2012; Николаев В.Ф. с соавт., 2019).

Таким образом, выбор ортезов на туловище весьма разнообразен, но в связи с отсутствием научных исследований, основанных на принципах доказательной медицины, единого взгляда на предпочтительную конструкцию этого изделия при сколиотической деформации позвоночника нет, что подтверждается данными Международного общества по исследованию сколиоза SOSORT, а по отношению использования ортезов на туловище при врожденном сколиозе встречаются разные мнения, нередко диаметрально противоположные.

Степень разработанности темы исследования

Большинство авторов считают, что ортезное лечение не является эффективным для лечения врожденных ригидных сколиотических дуг. Так, попытки применить корригирующие усилия с помощью жестких ортезов у маленьких детей с фиксированными деформациями могут вызвать или усугубить искривление грудной клетки (Stücker R., 2019). Другие специалисты высказывают мнение, что ортезирование при врожденном сколиозе является эффективным с точки зрения отсрочки времени хирургического вмешательства, направленного на коррекцию врожденной деформации (Tanaka T., 1988; Weiss H.R., 2008; Demirkiran H.G. et al., 2015; Cao J. et al., 2017; Wang Y. et al., 2019).

Некоторые исследователи утверждают, что ортезирование может быть использовано только с позиции замедления темпов прогрессирования структурных компенсаторных протяженных мобильных дуг деформации, развивающихся проксимальнее или дистальнее основной дуги врожденного сколиоза, и дальнейшего контроля за их течением в процессе роста ребенка (Shen F.H., Lubicky J.P., 2004; Hedden D., 2007; Shen F.H., Arlet V., 2008; Yazici M. et al., 2016; Pahys J.M., Guille J.T., 2018). В этих случаях ортезирование туловища может быть продолжено до завершения костного роста (Kaspiris A. et al., 2011). Лишь в единичных работах отражен режим использования ортезов в послеоперационном периоде (King J.D., Lowery G.L., 1991). Серия исследований по ортезированию на этапе хирургического лечения пациентов детского возраста с врождёнными аномалиями развития позвоночника показывает, что достигнуты положительные результаты при использовании корсетов на туловище с целью воздействия на имеющиеся до операции или формирующиеся после хирургического лечения компенсаторные дуги деформации (Yang X. et al., 2016; Fekete T.F. et al., 2016). Однако в этих работах нет дифференцированного подхода к выбору тактики ортезирования и его продолжительности с учетом наличия металлоконструкций, а также с учетом формирования различных

вариантов компенсаторных противодуг. Отсутствуют четкие рекомендации по ведению пациентов детского возраста после операции, снабженных ортезами, не определены конструктивные модели изделий, основанные на индивидуальных особенностях основных врожденных дуг и компенсаторных противодуг искривления, не обозначены конкретные регламенты по времени и продолжительности ношения ортеза с последующей его отменой.

С другой стороны, в работах хирургической направленности, практически, нет упоминаний о необходимости ортезирования пациентов после оперативного лечения при наличии компенсаторных противодуг, которые нередко в последующем требуют этапного оперативного лечения. Учитывая вышеизложенное, проблема комплексного лечения детей с врожденными деформациями позвоночника на фоне изолированного нарушения формирования позвонка, включающего обоснованное сочетание хирургического лечения и ортезирования, остается актуальной на данный момент и нуждается в дальнейшем изучении и разработке.

Цель исследования: улучшить результаты лечения пациентов с изолированными врожденными недоразвитиями позвонков в грудном и поясничном отделах позвоночника после операции с помощью современных методов индивидуального ортезирования.

Задачи исследования

1. На основании клинико-рентгенологической оценки состояния позвоночного столба определить медико-технические требования к ортезам на туловище у детей после хирургической коррекции врожденной деформации грудного или поясничного отдела позвоночника на фоне изолированной аномалии развития позвонка.

2. Разработать модели ортезов на туловище, отвечающие медико-техническим требованиям и учитывающие индивидуальные особенности состояния позвоночника, у детей с врожденной деформацией грудного или поясничного отдела после хирургического лечения.

3. Отработать методику виртуального моделирования ортезов на туловище в программной среде Rodin4D, а также методику ортезирования после хирургического лечения детей с врожденным сколиозом грудного или поясничного отдела позвоночника.

4. Оценить результаты комплексного лечения детей с изолированной врожденной аномалией развития позвонка грудного и поясничного отдела после хирургического лечения с применением разработанных ортезов туловища.

5. Разработать алгоритм ведения детей с врожденным сколиозом на фоне изолированной аномалии развития позвонка грудного или поясничного отдела позвоночника с использованием ортезов на туловище после хирургического лечения.

Научная новизна исследования

1. На основании клинико-рентгенологических особенностей, выявленных у пациентов после выполненной коррекции врожденной деформации и фиксации металлоконструкцией, научно обоснованы задачи ортезирования и медико-технические требования к моделям ортезов на туловище.

2. Предложено семь усовершенствованных моделей ортезов на туловище, из них четыре функционально-корректирующих и три фиксирующих, учитывающих индивидуальные клинико-рентгенологические особенности состояния позвоночника после проведенного хирургического лечения и отвечающих медико-техническим требованиям.

3. Разработана методика виртуального моделирования семи моделей ортезов на туловище в программной компьютерной среде Rodin4D для последующего производства по CAD/CAM технологии; предложена методика ортезирования туловища после хирургической коррекции врожденной деформации грудного или поясничного отдела позвоночника.

4. Проведена динамическая оценка результатов воздействия функционально-корректирующих ортезов на туловище на компенсаторные противодуги, а также на фронтальный дисбаланс, имеющие место после проведенного хирургического лечения.

5. Разработан алгоритм ведения детей с врожденным сколиозом на фоне изолированной аномалии развития позвонка грудного или поясничного отдела позвоночника с использованием ортезов на туловище после хирургического лечения.

Практическая значимость работы

Разработаны дифференцированные медико-технические требования к ортезам на туловище на основании клинико-рентгенологических особенностей позвоночника у детей после хирургической коррекции врожденной деформации грудного или поясничного отдела позвоночника, на основании которых предложены семь разновидностей ортопедических изделий.

Предложена методика сканирования туловища и виртуального моделирования четырех разновидностей функционально-корректирующих и трех фиксирующих ортезов на туловище в компьютерной среде Rodin4D.

Разработанная технология ортезирования в зависимости от особенностей состояния позвоночного столба после проведенного хирургического лечения, в том числе с применением датчиков времени ношения ортеза, позволила получить положительные результаты воздействия на компенсаторные противодуги искривления позвоночника и фронтальный дисбаланс туловища.

Обоснована глубина выборки грудного и поясничного пелотов ортезов на туловище в зависимости от величины компенсаторной противодуги путем метода виртуального моделирования.

Методология и методы исследования

Методология диссертационного исследования основана на изучении и обобщении современных данных мировой литературы по ортезированию туловища после хирургического лечения детей с врожденными деформациями позвоночника на фоне изолированного недоразвития позвонка в грудном или поясничном отделе, оценке степени изученности и актуальности темы. Согласно поставленной цели и задачам разработан диссертационный план работы, обозначен объект исследования и определен комплекс необходимых методов, который, помимо таких, как клинический, рентгенологический, статистический, включал современные компьютерные 3D методы моделирования протезно-ортопедических изделий, основанные на сканировании туловища и позволяющие проводить топографические исследования, а также использован метод термометрии для анализа времени ношения ортеза. Материал исследования составили истории болезней 70 пациентов, которым в ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России проведена операция, направленная на коррекцию врожденной деформации грудного или поясничного отдела позвоночника. В зависимости от

состояния позвоночного столба после хирургического лечения пациенты разделены на три группы: больные с компенсаторными противодугами в грудном или поясничном отделе позвоночника; пациенты с наличием фронтального дисбаланса туловища, дети, не имеющие компенсаторных противодуг и фронтального дисбаланса. В первой группе выделены две подгруппы: первой установлена металлоконструкция в поясничном отделе позвоночника с наличием грудной компенсаторной противодуги, второй - конструкция установлена в грудном отделе позвоночника и имелась поясничная компенсаторная противодуга. В каждой группе исследования на основании клинической характеристики определены задачи ортезирования, обоснованы медико-технические требования к ортезам, которые легли в основу разработки семи базовых моделей ортезов на туловище. Каждому пациенту по медицинским показаниям изготовлен индивидуальный ортез на туловище с применением CAD/CAM технологии. Ортез моделировали виртуально в компьютерной среде Rodin4D Cube, что позволило разработать методику компьютерного моделирования всех семи базовых моделей ортезов. Пациенты в ортезе находились под наблюдением от года до трех лет с обследованием каждые три месяца. Личное участие автора на всех этапах ортезирования туловища легло в основу оценки результатов ортезирования после выполненной операции. Положительные результаты ортезирования, подтвержденные статическим анализом, положены в основу разработки алгоритма ведения пациента с ортезом на туловище после хирургической коррекции врожденной деформации грудного или поясничного отдела позвоночника на фоне изолированного нарушения формирования позвонка. В целом проделанная работа позволила осуществить цель диссертационного исследования.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Назначение конструкции ортеза на туловище после выполнения хирургической коррекции врожденной деформации должно основываться на клинико-рентгенологических особенностях состояния позвоночника: наличии или отсутствии компенсаторных противодуг, их выраженности, фронтального дисбаланса, а также локализации установленной металлоконструкции.

2. Назначение ортеза на туловище после хирургического лечения должно иметь обоснованный временной регламент, основанный на раннем начале ортезирования, периодических контрольных осмотрах, включая рентгеновские снимки в ортезе и без него, контроле режима ношения в каждом

из последовательных периодов (адаптации к ортезу, коррекции деформации позвоночника в ортезе и этапе отмены ортеза).

3. После хирургической коррекции врожденной деформации позвоночника функционально-корректирующие ортезы туловища, изготовленные на основе компьютерного проектирования и производства, позволяют достичь стойкий корректирующий эффект при наличии компенсаторных противодуг и фронтального дисбаланса, а также добиться удержания туловища в физиологическом положении при отсутствии компенсаторных противодуг и фронтального дисбаланса за счет фиксирующих свойств ортезов туловища.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Задачи и положения, выносимые на защиту диссертации, соответствуют формуле специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия.

Личный вклад автора

Диссертационная работа представляет самостоятельный труд автора, основанный на результатах сбора и анализа данных пациентов после хирургического лечения врожденной деформации грудного или поясничного отдела позвоночника на фоне изолированной аномалии развития позвонка. Автором самостоятельно подготовлен аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы по теме диссертационного исследования, осуществлен сбор материала, изучены и проанализированы данные объективных и субъективных методов обследования. На основании сформулированных медико-технических требований разработаны семь моделей функционально-корректирующих и фиксирующих ортезов на туловище, автором самостоятельно в компьютерной среде Rodin4 смоделированы ортезы на туловище, изготовленные с применением CAD/CAM технологии. Автором проведено динамическое наблюдение за больными, осуществлены выдачи, подгонки и замены ортезов, оценены результаты ортезирования туловища в зависимости от состояния позвоночника после хирургического лечения, осуществлена статистическая обработка полученных данных и интерпретация основных результатов проведенных исследований, сформулированы выводы и практические рекомендации, написаны все главы диссертационного исследования и автореферат.

Апробация работы

О результатах диссертационного исследования доложено на XI Всероссийском съезде травматологов-ортопедов, Санкт-Петербург, 2018; научно-практической конференции «Турнеровские чтения», Санкт-Петербург, 2020; научно-практической онлайн конференции «Scolio Russia», Санкт-Петербург, 2020.

По результатам работы опубликовано 6 печатных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

Реализация результатов исследования

Результаты исследования внедрены в образовательную деятельность ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, материалы диссертации включены в программу дополнительного профессионального образования врачей, а также используются в практической работе протезно-ортопедического центра ООО «Сколиолоджик.ру» (Санкт-Петербург) и ООО «Северо-Западный научно-практический центр реабилитации и протезирования «Ортетика» (Санкт-Петербург). Разработанные модели ортезов на туловище изготавливаются компанией-партнером ООО «Стилиан» (Санкт-Петербург).

Объем и структура диссертации

Материалы диссертации представлены на 189 страницах. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Диссертационная работа содержит 75 рисунков и 17 таблиц. Список литературы содержит 154 источника, из них 72 публикации отечественных авторов и 82 – зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, освещены его научная новизна и практическая значимость, изложены положения, выносимые на защиту, представлены сведения об апробации и реализации работы, объеме и структуре диссертационной работы.

В **первой главе** диссертационного исследования представлен аналитический обзор научных публикаций по частоте встречаемости врожденных деформаций позвоночника, естественному течению и тактике

ведения детей с врожденным сколиозом, историческим аспектам ортезирования туловища при сколиотических деформациях позвоночника, ортезированию туловища в структуре комплексного лечения пациентов со сколиотическими искривлениями позвоночного столба.

Анализ научной литературы показал, что проблема лечения пациентов с врожденным сколиозом в результате аномалий развития позвонков не потеряла своей актуальности и значимости до настоящего времени в связи с возрастающим количеством больных и неуклонным прогрессирующим заболеванием, что приводит к инвалидизации ребенка уже в раннем возрасте. В настоящее время вопросы относительно сроков и методик хирургического лечения детей с врожденным сколиозом практически решены и не имеют диаметрально противоположных подходов. При этом, проблемы использования средств ортезирования туловища после операции остаются нерешенными. Для ортезирования туловища до сих пор используется большое количество конструктивно различных изделий. Единичные исследования по ортезированию на этапах хирургического лечения пациентов детского возраста с изолированными врожденными аномалиями развития позвонков показывают, что достигнуты положительные результаты использования корсетов на туловище с целью воздействия на имеющиеся компенсаторные противодуги искривления. Однако в этих работах нет дифференцированного подхода к выбору тактики ортезирования и его продолжительности с учетом наличия металлоконструкций, а также в зависимости от различных вариантов компенсаторных противодуг. Отсутствуют четкие рекомендации по ведению пациентов в послеоперационном периоде, снабженных ортезами, не указаны их конструктивные особенности, нет четких регламентов по времени и срокам их ношения с последующей отменой изделия. Таким образом, проблема комплексного лечения детей с врожденными изолированными аномалиями развития позвонков, включающая обоснованное сочетание хирургического лечения и ортезирования, остается актуальной на данный момент и нуждается в дальнейшем изучении и разработке.

Во **второй главе** представлены материалы и дизайн исследования. Работа основана на результатах обследования, хирургического лечения и наблюдения за 70 детьми в возрасте от 2 до 12 лет с врожденным сколиозом на фоне изолированного нарушения формирования позвонка грудного или поясничного отдела позвоночника на этапах хирургического лечения. Всем пациентам в условиях в ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Минздрава России с 2017 по 2021 г.г. проведено оперативное лечение

в объеме удаления тела аномального полупозвонка с коррекцией локальной врожденной деформации многоопорной металлоконструкцией.

Первый этап исследования включал изучение клинико-рентгенологических особенностей состояния позвоночника после хирургического лечения. Пациенты были разделены на 3 группы: первая - больные с наличием компенсаторных противодуг искривления в грудном или поясничном отделе позвоночника; вторая - пациенты с наличием фронтального дисбаланса и третья – дети, не имеющие компенсаторных противодуг и фронтального дисбаланса. Выявленные особенности позвоночного столба легли в основу формулировки задач ортезирования и разработки медико-технических требований к конструкциям ортезов на туловище. Это позволило создать семь базовых моделей ортезов на туловище, из них: четыре функционально-корректирующих и три фиксирующих. *На втором этапе исследования* после проведенной операции в ранние сроки от момента вмешательства выполнено ортезирование туловища пациентов разработанными базовыми моделями ортезов с использованием современной CAD/CAM технологии, основанной на сканировании туловища и виртуальном моделировании индивидуального ортеза в компьютерной среде Rodin4D Cube. Осуществлено самостоятельное виртуальное моделирование каждой из семи базовых моделей ортеза на туловище при первичном ортезировании и при заменах ортеза, что позволило разработать и обосновать методику. *На третьем этапе исследования* осуществлена оценка результатов ортезирования функционально-корректирующими и фиксирующими корсетами в сроки от 12 до 36 месяцев. Пациенты проходили осмотры и обследования каждые 3 месяца с проведением коррекции ортеза, при необходимости его замены. Полученные результаты ортезирования позволили разработать технологию ортезирования и алгоритм ведения пациента с ортезом на туловище после хирургического лечения с применением функционально-корректирующих и фиксирующих корсетов. Использованы клинический, рентгенологический, статистический методы, а также современная компьютерная программа Rodin4D Cube, позволяющая проводить топографические исследования. Кроме того, применен метод термометрии с целью анализа времени ношения ортеза на туловище.

Третья глава посвящена разработке моделей ортезов на туловище после хирургического лечения детей с изолированным врожденным нарушением формирования позвонка в грудном или поясничном отделе позвоночника. Для этого наблюдаемые больные были распределены на следующие группы: первая - пациенты с металлоконструкцией в поясничном отделе с наличием грудной компенсаторной противодуги 25 детей (35,7%); вторая – больные с

металлоконструкцией в грудном отделе с наличием поясничной компенсаторной противодуги (19 пациентов – 27,1%); третья – пациенты с металлоконструкцией в грудном или поясничном отделе с наличием фронтального дисбаланса туловища (13 детей – 18,6%); четвертая – дети с металлоконструкцией в грудном или поясничном отделе без противодуг и фронтального дисбаланса (13 человек – 18,6% случаев). Таким образом, более половины наблюдаемых больных (62,8%) имели компенсаторные противодуги искривления в противовес основной врожденной дуге деформации.

Компенсаторные грудные противодуги (25 детей) имели различную протяженность, при этом локализация находилась в пределах от Th5 до Th12 позвонков. Отмечено, что чем выше локализовался поясничный полупозвонок, тем более выраженной была компенсаторная грудная противодуга. После оперативного лечения у всех пациентов величина компенсаторных противодуг была уменьшена, но не была устранена полностью.

Компенсаторные поясничные противодуги (19 пациентов) локализовались в пределах от L1 до L5 позвонков. Установлено, что чем ниже локализовался грудной полупозвонок, тем более выраженной была компенсаторная поясничная противодуга. После оперативного лечения у всех пациентов группы наблюдения величина компенсаторных противодуг была уменьшена, но не была устранена полностью.

Группа пациентов с фронтальным дисбалансом составила 13 человек. Чаще всего данное состояние позвоночника наблюдалось при локализации полупозвонка в поясничном отделе (11 случаев – 84,6%). Превалирующая локализация полупозвонка в поясничном отделе – L1 (10 наблюдений). Протяженность основной врожденной дуги искривления составила 3 позвонка. Расположение полупозвонка до операции в грудном отделе отмечено лишь у 2 детей (15,4%) на уровне Th5 и Th9 позвонков.

Группа из 13 пациентов с установленной металлоконструкцией в грудном или поясничном отделе без противодуг и фронтального дисбаланса. У 10 из них (76,9%) до операции наблюдались компенсаторные противодуги незначительной выраженности величиной от 5° до 12°. В результате хирургического лечения удалось полностью устранить как локальную врожденную дугу деформации, так и компенсаторную противодугу, а также восстановить физиологическое состояние позвоночника.

На основе уточнения медико-технических требований к моделям ортезов на туловище сформулированы задачи ортезирования в каждой из клинических

групп, которые учитывали особенности состояния позвоночника после операции. В ходе исследования разработаны 7 моделей ортезов.

При наличии компенсаторных противодуг, а также фронтального дисбаланса туловища пациентам после операции применяли разработанные четыре модели высоких асимметричных функционально-корректирующих ортезов, один из которых имел головодержатель, назначаемый при установленной металлоконструкции в верхнегрудном отделе позвоночника. При отсутствии компенсаторных противодуг и фронтального дисбаланса туловища использовали одну из трех моделей, фиксирующих ортезов: высокий - при локализации металлоконструкции в грудном отделе позвоночника, высокий с головодержателем - при наличии металлоконструкции на верхнегрудных сегментах позвоночника и короткий - при локализации металлоконструкции в поясничном отделе позвоночного столба. Все разработанные конструкции ортезов на туловище были изготовлены по CAD/CAM технологии.

В четвертой главе рассматривается важный этап - обработка и создание 3D модели ортеза на туловище в специальной компьютерной программе. В начале моделирования выставляются так называемые «лэндмарки» - центральный уровень, проходящий через вертелы остей, передние подвздошные ости, уровень под грудью, подмышками и уровень ярёмной вырезки. Далее в виртуальную модель тела пациента устанавливается рентгеновский снимок позвоночника в прямой проекции в соответствии с анатомическими ориентирами и выставленными «контрольными точками». При выставлении тела в баланс, которое производится в программе автоматически, дополнительно оценивается положение тела, сдвиг таза и плечевого пояса. При гиперлордозировании или избыточном кифозировании использовали полуавтоматический инструмент «Shift», позволяющий перемещать выбранный сегмент дорсально или вентрально в зависимости от необходимости, при этом уменьшая выраженность изгибов, доводя их до физиологического состояния. По завершению всех подготовительных работ приступали непосредственно к моделированию ортеза. Моделирование ортеза в программной среде проводили по принципу «снизу-вверх». Заканчивали моделирование формированием так называемые «trim line» - линии обрезки корсета в окончательном варианте. Подробно описаны особенности моделирования и изготовления каждой из семи разновидностей моделей: функционально-корректирующих и фиксирующих ортезов (рис.1).

Уточнена методика ортезирования туловища после хирургической коррекции врожденной деформации в грудном или поясничном отделе, включая

период привыкания (адаптации) к ортезу на туловище и его отмены, особенности первой примерки и подгонки ортеза, сроки ношения ортеза в зависимости от клинической картины состояния позвоночника.

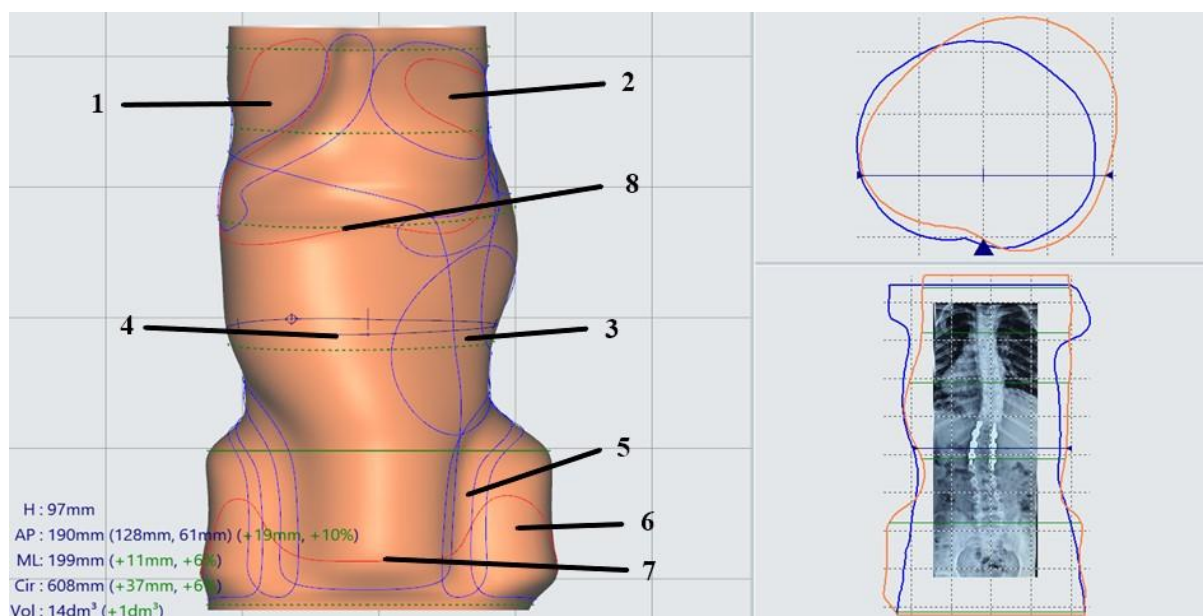


Рис.1 Виртуальная модель функционально-корректирующего ортеза при металлоконструкции в поясничном отделе позвоночника и грудной компенсаторной противодуге, вид спереди: 1- правый подключичный пелот; 2 - левый подключичный пелот; 3- передний грудной пелот; 4 - передняя грудная разгрузка (полость); 5 - подвздошные пелоты; 6 - разгрузка левой подвздошной ости; 7 - нижний край ортеза; 8 - верхний край ортеза

Пятая глава посвящена оценке результатов комплексного лечения детей с изолированным врожденным недоразвитием позвонка грудного или поясничного отдела позвоночника после хирургического лечения с использованием ортезирования туловища (таблицы 1, 2). Через 3 месяца у большинства пациентов в функционально-корректирующем ортезе на туловище отмечалась коррекция исходной величины компенсаторной противодуги в пределах 50%, как грудной ($p=0,001$), так и поясничной локализации ($p=0,007$).

Через 6 месяцев в ортезе коррекция грудной и поясничной компенсаторных противодуг увеличилась и составляла уже 60% от исходной величины ($p=0,001$, $p=0,002$ соответственно). На этапном результате через 12 месяцев с начала ортезирования выполняли контрольный рентгеновский снимок без ортеза на туловище для анализа фиксации достигнутой коррекции. Из 19 детей с грудными компенсаторными противодугами у 15 детей наблюдалось

уменьшение величины дуги деформации, у 4 детей наблюдалась стабилизация состояния.

Таблица 1

Величина компенсаторных дуг грудной и поясничной локализации в течение 12 месяцев после операции в корсете и без ортеза на этапах лечения

Локализация компенсаторной дуги	Величина компенсаторной дуги в град. после операции и на различных этапах ортезирования						
	После операции	После операции в ортезе через 3 месяца	Уровень значимости различий* (p)	После операции в ортезе через 6 месяцев	Уровень значимости различий* (p)	После операции через 12 месяцев без ортеза	Уровень значимости различий* (p)
Грудной отдел (19 детей)	15,5 ± 4,5 (от 8 до 26)	9,0 ± 4,2 (от 2 до 17)	0,001	6,1 ± 2,1 (от 2 до 10)	0,001	8,9 ± 3,1 (от 2 до 20)	0,005
Поясничный отдел (25 детей)	11,2 ± 4,5 (от 3 до 19)	5,7 ± 3,2 (от 1 до 15)	0,007	4,6 ± 1,8 (от 1 до 14)	0,002	8,5 ± 3,8 (от 3 до 15)	0,002

* Значимость различий величины компенсаторной дуги в градусах (в ортезе) анализировалась за каждый из периода в сравнении с показателями после операции без ортеза.

Среднестатистические показатели доказывают, что без ортеза величина коррекции деформации несколько снижается, но при этом стабилизация и сохранение результата по сравнению с величиной компенсаторной противодуги после операции остается на уровне 40% (p=0,005). У пациентов с компенсаторными противодугами поясничного отдела позвоночника (25 детей) получены следующие годовые результаты. В 16 наблюдениях отмечалось уменьшение величины противодуги искривления, в 9 – стабилизация процесса. При этом данные таблицы показывают, что через 12 месяцев без ортеза у

пациентов данной группы в коррекция при надетом ортезе происходит и при снятии ортеза с туловища она частично фиксируется ($p=0,002$).

Таблица 2

Величина компенсаторных противодуг грудной и поясничной локализации после операции и в периоды 12, 24 и 36 месяцев без ортеза.

Локализация компенсаторной дуги	Величина компенсаторной дуги в град. после операции и на различных этапах ортезирования						
	После операции без ортеза	После операции без ортеза через 12 месяцев	p*	После операции без ортеза через 24 месяца	p*	После операции через 36 месяцев без ортеза	p*
Грудной отдел (19 пациентов)	15,5 ± 4,5 (от 8 до 26)	9,0 ± 4,2 (от 2 до 17)	0,001	9,0 ± 3,5 (от 2 до 20)	0,003	7,6 ± 4,3 (от 3 до 25)	0,002
Поясничный отдел (25 пациентов)	11,2 ± 4,5 (от 3 до 19)	8,5 ± 3,8 (от 3 до 15)	0,002	6,1 ± 2,8 (от 2 до 11)	0,005	3,4 ± 1,8 (от 1 до 7)	0,001

* Значимость различий величины компенсаторной дуги в градусах анализировалась в каждом из периодов в сравнении с показателями после операции без ортеза

При сравнении результатов ортезирования функционально-корректирующими ортезами у оперированных пациентов с грудными компенсаторными дугами сразу после операции и через 36 месяцев отмечалась положительная динамика в сравнении с исходными данными. Если после операции величина компенсаторной грудной дуги составляла $15,5 \pm 4,5^\circ$, то в срок 36 месяцев при использовании ортеза ее величина даже при снятом ортезе статистически значимо уменьшалась до значения $7,6 \pm 4,3^\circ$ ($p = 0,002$).

У пациентов с поясничными противодугами также наблюдалась положительная тенденция. Изначально их величина составляла $11,2 \pm 4,5^\circ$, через 12 месяцев на рентгенограмме без ортеза - $8,5 \pm 3,8^\circ$ ($p=0,002$), через 24 месяца - $6,1 \pm 2,8^\circ$ ($p=0,005$), а через 36 месяцев - $3,4 \pm 1,8^\circ$ ($p=0,001$). Это указывает, что с увеличением срока использования ортеза на туловище коррекция поясничной противодуги происходит в течение всего периода ношения корсета и полностью ликвидируется к 3 годам после операции.

За 12 месяцев ортезирования 13 пациентов с фронтальным дисбалансом функционально-корректирующими ортезами на туловище у 11 детей (84,6%) удалось добиться коррекции от 46,2 до 100 %. Фронтальный дисбаланс после операции в среднем составлял $15,7 \pm 2,8$ мм, а через 1 год ношения корсета достигал $7,9 \pm 1,7$ мм.

В группе наблюдений, носивших фиксирующие ортезы (13 пациентов), 12 пациентов из них (92,3%) этапно прошли плановую полноценную отмену ортеза в течение 6-8 месяцев после 12 месячного периода ношения корсета. Дополнительно пациентам рекомендована лечебная физическая культура, направленная на укрепление мышц спины, брюшного пресса, верхних и нижних конечностей, прохождение курсов массажа спины.

В ходе исследования установлено, что чем больше величина противодуги, тем более глубокая выборка пелота требуется для осуществления достаточной первичной коррекции искривления в корсете. Пределом выборки пелота для грудных компенсаторных противодуг стало значение в 20 мм, для поясничных противодуг искривления - 25 мм. При этом самые лучшие показатели коррекции наблюдались в группе пациентов с поясничными искривлениями (от 47% до 100%). Менее поддающимися коррекции деформациями следует считать грудные противодуги (коррекция от 37% до 80%). При попытках дальнейшего увеличения величины выборки поясничных и грудных пелотов выше указанных значений, первичная коррекция компенсаторных противодуг в ортезе не увеличивалась, при этом возникал повышенный психоэмоциональный и болевой дискомфорт у пациента, что требовало снижения уровня воздействия ортеза на позвоночник.

На основании анализа результатов ортезирования разработан алгоритм ведения детей с использованием ортезов на туловище после проведенной хирургической коррекции врожденной деформации позвоночника на фоне изолированного недоразвития позвонка грудного или поясничного отдела (рис.2).

В представленном алгоритме предусмотрены все действия врача травматолога-ортопеда, необходимые в практической работе, для корректного ведения пациента детского возраста после хирургического лечения врожденной деформации позвоночника в результате нарушения формирования позвонка в грудном или поясничном отделе.

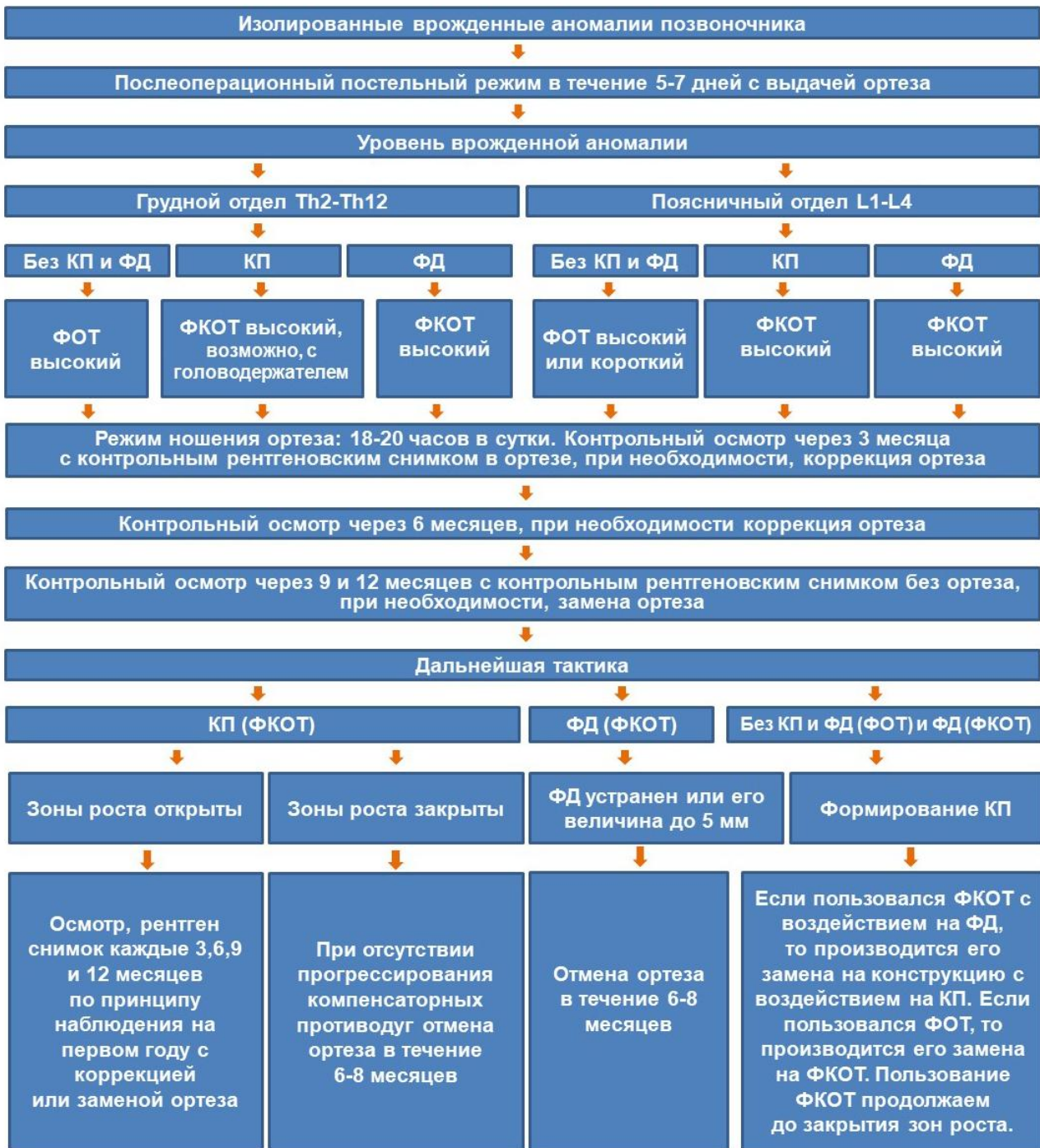


Рис. 2. Алгоритм ведения детей с использованием ортезов на туловище после проведенной хирургической коррекции врожденной деформации позвоночника на фоне изолированного аномального позвонка грудного или поясничного отдела

В **заключении** подведены общие итоги диссертационного исследования, представлены сведения по решению всех пяти задач диссертационной работы и кратко обсуждены полученные результаты.

ВЫВОДЫ

1. На основании клинико-рентгенологических особенностей позвоночника после выполнения хирургической коррекции врожденной деформации грудного или поясничного отдела позвоночника определены медико-технические требования к функционально-корректирующим ортезам на туловище, оказывающим воздействие на компенсаторные противодуги искривления и фронтальный дисбаланс за счет формирования соответствующих пелотов и зон разгрузок, и фиксирующим ортезам, удерживающим туловище в физиологическом положении.

2. Клинико-рентгенологические особенности состояния позвоночного столба после хирургического лечения, характеризующиеся наличием противодуг искривления, фронтального дисбаланса или без них, обусловили необходимость дифференцированного подхода к ортезированию и разработке четырех конструкций функционально-корректирующих и трех конструкций фиксирующих ортезов на туловище, отличающихся медико-техническими особенностями воздействия на деформацию позвоночника и изготавливаемых при помощи компьютерного проектирования и производства.

3. Разработанная методика виртуального моделирования каждой из семи разновидностей ортезов в программной среде Rodin4D на основании скана туловища и рентгенограмм позвоночника пациента предусматривает персонализированное моделирование соответствующих деформациям туловища пелотов и соответствующих зон разгрузки для последующего CAD/CAM производства. Методика ортезирования туловища после хирургического лечения предполагает ряд последовательных этапов: адаптации к ортезу, коррекции деформации позвоночника в ортезе и отмены ортеза.

4. Оценка результатов функционально-корректирующего ортезирования туловища в динамике за три года показала достижение статистически достоверного корректирующего эффекта по отношению к компенсаторным противодугам: их выраженность в грудном отделе позвоночника уменьшилась с $15,5 \pm 4,5^\circ$ до $7 \pm 4,3^\circ$ ($p = 0,002$), а в поясничном отделе - с $11,2 \pm 4,5^\circ$ до $3,4 \pm 1,8^\circ$ ($p = 0,001$). Применение в течение года функционально-корректирующих ортезов на туловище при фронтальном дисбалансе позволило добиться его коррекции в 84,6% наблюдений.

5. Алгоритм ведения пациента с ортезом на туловище после операции включает назначение определенного варианта ортеза в зависимости от клинико-рентгенологических особенностей позвоночника, раннее начало ортезирования,

периодичность контрольных осмотров, включая рентгеновские снимки в ортезе и без ортеза, суточный режим ношения ортеза, а также формирование последующей тактики ортезирования в зависимости от клинико-рентгенологических особенностей позвоночника и состояния ростковых зон.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Выбор конструкции ортеза на туловище зависит от состояния позвоночника после операции и соответствующих им задач ортезирования: металлоконструкция в грудном отделе позвоночника и поясничная компенсаторная противодуга, металлоконструкция в поясничном отделе позвоночника и грудная компенсаторная противодуга; металлоконструкция в грудном или поясничном отделе позвоночника и фронтальный дисбаланс; металлоконструкция в грудном или поясничном отделе позвоночника и отсутствие противодуг и фронтального дисбаланса.

2. Пациентам с металлоконструкцией в грудном отделе и поясничной компенсаторной противодугой, с металлоконструкцией в поясничном отделе и грудной компенсаторной противодугой, а также с установленной металлоконструкцией в грудном или поясничном отделе и фронтальным дисбалансом изготавливается функционально-корректирующий высокий асимметричный ортез на туловище с разгрузкой области металлоконструкции, включающий различные варианты пелотов и соответствующие зоны разгрузок. Пациентам с установленной металлоконструкцией без компенсаторных противодуг и фронтального дисбаланса изготавливается фиксирующий высокий симметричный ортез на туловище (металлоконструкция в грудном отделе позвоночника) либо короткий симметричный ортез на туловище (металлоконструкция в поясничном отделе позвоночника). При расположении металлоконструкции на верхне-грудных позвонках ортез дополняется головодержателем.

3. Виртуальное моделирование ортеза на туловище в программной среде Rodin4D основывается на внесенном в программу скане туловища и его рентгенограмме. Пациентам с установленной металлоконструкцией в грудном отделе и поясничной компенсаторной противодугой формируются боковой грудной, поясничной, тазовой пелоты. Чем более выражена поясничная компенсаторная противодуга, тем выборка поясничного пелота на вершине дуги

должна быть более глубокой, но до определенного предела: КП 5-8° - глубина от 3 до 7 мм; КП 8-15° - глубина 7-12 мм; КП 15-19° - глубина 12-18 мм. Пациентам с установленной металлоконструкцией в поясничном отделе и грудной компенсаторной дугой формируются грудной, боковой поясничный и тазовый пелоты. Зависимость глубины выборки пелота от выраженности грудной компенсаторной противодуги сохраняется - чем более выражена грудная компенсаторная противодуга, тем выборка грудного пелота на вершине противодуги должна быть более глубокой, но до определенного предела. При величине грудной компенсаторной противодуги в 5-10° - глубина от 4 до 9 мм; КП 10-20° - глубина 9-17 мм; КП 20-25° - глубина в 17-20 мм. Пациентам с металлоконструкцией в грудном или поясничном отделе и фронтальным дисбалансом моделируются грудной, поясничный и тазовый пелоты. Каждому пелоту следует смоделировать соответствующие зоны разгрузки. Методика ортезирования предполагает ряд последовательных этапов: адаптации к ортезу; коррекции деформации позвоночника в ортезе; этап отмены ортеза. Для контроля времени ношения ортеза целесообразно в его стенку впаивать температурный датчик ношения ортеза на туловище, например, «Orthotimer» (Германия).

4. Результаты ортезирования необходимо оценивать через 3, 6, 9 и 12 месяцев. Через 3 месяца производится осмотр для оценки эффективности лечения с последующей коррекцией ортеза. Через 6 месяцев проводится рентгенологический снимок позвоночника в ортезе с последующей коррекцией. Через 9, 12 месяцев проводится рентгенологический снимок без ортеза, в связи с изменением антропометрических данных (рост более 3 см, изменение объёмных параметров на 4 см и более) требуется замена ортеза. После 1 года пользования ортезом наблюдение осуществляется каждые 3-4 месяца, при необходимости производится коррекция, замена или этапная отмена ортеза.

5. После периода адаптации к ортезу на туловище (7-10 дней) время ношения в сутки должно составлять 18-20 часов. Носить функционально - корригирующий ортез, назначенный для воздействия на компенсаторную противодугу, следует до окончания периода роста (показатель теста Риссера III-IV). Этап отмены функционально-корригирующего ортеза, назначенного для воздействия на фронтальный дисбаланс, следует начать при его устранении или величине до 5 мм. Фиксирующий ортез на туловище следует носить не менее 12 месяцев после оперативного лечения, после чего время ношения постепенно

уменьшается вплоть до полной отмены. Отмена ортезного лечения назначается после контрольного рентгенологического исследования и осуществляется поэтапно в течение 6 -12 месяцев с контрольными осмотрами каждые 3 месяца.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПЕЧАТНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Мурашко, В.В. Ортезирование пациента с врожденной деформацией позвоночника после хирургического лечения / В.В. Мурашко, Д.Н. Кокушин, С.В. Виссарионов, Г.А. Леин, И.В. Павлов, И.А. Редченко // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. - 2018. - Т. 6. - Вып. 4. - С. 103-109.

2. Редченко, И. А. Базовые 3D модели ортезов на туловище после хирургического лечения врожденных изолированных аномалий развития позвонков / И.А. Редченко, Г.А. Леин, М.Г. Гусев, И.В. Павлов // Ежегодная научно-практическая конференция, посвященная актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста «Турнеровские чтения», 08-09 октября 2020 года. Сборник статей: СПб., 2020. - С. 307-312.

3. Редченко, И.А. Результаты ортезирования компенсаторных противодуг после хирургического лечения врожденных изолированных аномалий развития позвонков / И.А. Редченко, М.Г. Гусев, Г.А. Леин, И.В. Павлов // Ежегодная научно-практическая конференция, посвященная актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста «Турнеровские чтения», 07-08 октября 2021 года. Сборник статей: СПб., 2021. - С. 160-164.

4. Редченко, И.А. Этапные результаты ортезирования детей после оперативного лечения врожденной деформации позвоночника (предварительное сообщение) / И.А. Редченко, С.В. Виссарионов, М.Г. Гусев, Г.А. Леин, И.В. Павлов // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. - 2021. - Т. 9. - Вып. 1. - С. 41-50.

5. Редченко, И.А. Применение ортезов на туловище в лечении врожденных деформаций позвоночника (обзор литературы) / И.А. Редченко, С.В. Виссарионов, М.Г. Гусев, Г.А. Леин, И.В. Павлов // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. - 2021. - Т. 9. - Вып.2. - С. 235-244.

6. Редченко, И.А. Алгоритм ведения пациента с ортезом на туловище после операции экстрипации полупозвонка / И.А. Редченко // Комплексное лечение

детей с деформациями позвоночника [Электронный ресурс]: материалы научного симпозиума; Санкт-Петербург, 22-23 сентября 2022 года – СПб.: Научные технологии, 2022. С. 66-68.