

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ, ПРОТЕЗИРОВАНИЯ
И РЕАБИЛИТАЦИИ ИНВАЛИДОВ ИМ. Г.А. АЛЬБРЕХТА»
МИНИСТЕРСТВА ТРУДА И СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБУ «СПБ НЦЭПР ИМ. Г.А. АЛЬБРЕХТА» МИНТРУДА РОССИИ)**

На правах рукописи

ПАВЛОВ ИВАН ВИКТОРОВИЧ

**РАННЕЕ ОРТЕЗИРОВАНИЕ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ДЕТЕЙ
С КОМПРЕССИОННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ГРУДНОГО И
ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА**

14.01.15 – Травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
д.м.н. С.В. Виссарионов

Санкт-Петербург - 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ПРИМЕНЕНИЕ ОРТЕЗОВ ТУЛОВИЩА ПРИ КОНСЕРВАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ ДЕТЕЙ С КОМПРЕССИОННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПОЗВОНКОВ ГРУДНОЙ И ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
1.1. Статистические данные и актуальность проблемы	11
1.2. Особенности ведения детей с компрессионными переломами позвоночника	15
1.3. Методы консервативного лечения детей с компрессионными переломами позвоночника	18
1.4. Ортезирование при компрессионных переломах позвоночника	21
1.5. Резюме	28
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	30
2.1. Характеристика наблюдаемых больных	30
2.2. Методы исследования	41
2.2.1. Клинический метод	41
2.2.2. Лучевой метод	42
2.2.3. Магнитно-резонансная томография	44
2.2.4. Динамометрический метод	46
2.2.5. Статистический метод	49
ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОРРИГИРУЮЩЕГО КОРСЕТА НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕФЕКТНОГО ПОЗВОНКА	50
3.1. Математическая моделирование	50
3.2. Материалы и методы моделирования	50
3.3. Результаты	63
ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГИПЕРЭКСТЕНЗИОННЫХ АКТИВНО-КОРРИГИРУЮЩИХ КОРСЕТОВ ПРИ КОМПРЕССИОННЫХ ПЕРЕЛОМАХ ПОЗВОНОЧНИКА	64

4.1.	Принцип действия гиперэкстензионного корсета	64
4.2.	Тактика ведения пациентов с компрессионным переломом позвоночника в гиперэкстензионном корсете	66
4.3.	Процесс изготовления гиперэкстензионного корсета	68
4.3.1.	Изготовление гипсового негатива	68
4.3.2.	Коррекция и обработка гипсового позитива	70
4.3.3.	Изготовление гильзы корсета	72
4.3.4.	Примерка и подгонка гильзы корсета	73
4.4.	Модели гиперэкстензионных корсетов	75
4.5.	Медико-технические требования к гиперэкстензионным ортезам	79
4.6.	Особенности клинического использования гиперэкстензионных корсетов у детей с компрессионными переломами тел позвонков	80
ГЛАВА 5.	РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С КОМПРЕССИОННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПОЗВОНОЧНИКА	88
5.1.	Сравнение основной и контрольной групп	88
5.2.	Анализ клинического метода исследования	91
5.3.	Анализ лучевых методов исследования	93
5.4.	Анализ данных динамографии	97
5.5.	Статистический анализ	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		113
ВЫВОДЫ		121
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ		123
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ		124
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ		125
ПРИЛОЖЕНИЕ		137

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность вопроса

Проблема лечения пострадавших с компрессионными переломами грудных и поясничных позвонков на протяжении последних десятилетий сохраняет свою актуальность. Связано это с неуклонным ростом количества переломов позвоночника в общей структуре травм костно-мышечной системы. Увеличение количества пациентов с вертебральными повреждениями обусловлено ростом транспортного, производственного травматизма, а также увеличением числа пострадавших при падении с высоты (Губин А.В. с соавт., 2013). Частота встречаемости всех повреждений позвоночника у детей по данным различных авторов составляет от 1% до 10 %, с разбросом, от 1,9 до 19,9 случаев на миллион детского населения (Костив Е.П., 2004; Епифанов В.А., 2008; Puisto V. et al., 2010; Chien L. et al., 2012). По свидетельству Р.Мeyer в 1913 году их доля составляла 0,33% от общего количества больных с различными травмами, в 1932-1936 годах - уже 5%, а в 1949-1950 годах - превышала 6%.

По современным статистическим данным, повреждения позвоночника составляют от 0,5% до 8% от всех травм опорно-двигательного аппарата, при этом 20–30% пострадавших нуждаются в оперативном лечении на уровне одного-двух позвоночно-двигательных сегментов и одновременно консервативном лечении смежных сегментов (Полищук Н.Е. с соавт., 2001). По данным литературных источников, компрессионные переломы позвоночника у детей составляют от 0,65% до 9,47% от всех повреждений позвоночного столба (Виссарионов С.В., 2010).

В настоящее время при лечении больных с компрессионными переломами позвоночника применяют функциональный метод лечения по Гориневской – Древинг. Он предусматривает длительное (от 60 до 80 дней) пребывание ребенка на строгом постельном режиме, который дети плохо переносят и нередко его нарушают (Гориневская В.В. с соавт., 1933). При этом большинство авторов

(Казакевич И.Е., 1959; Полищук Н.Е. с соавт., 2001) рекомендуют назначение средств ортезирования только по завершении данного длительного периода лечения. В то же время в литературе встречаются единичные сообщения о случаях более раннего применения корсетов – в первые дни после травмы (Шенк Н.А., 1975; Жирнов В.А. с соавт., 2008). Однако четкие сроки начала использования корсетов, показания к назначению конкретных конструкций ортезов и методы ведения пациентов в них на сегодняшний момент отсутствуют.

Спектр применяемых при компрессионных переломах позвоночника корсетов на современном этапе развития медицины достаточно широк. Так, по данным различных авторов, широко применяются шиннокожаные, пластмассовые или матерчатые ортезы, а также существуют разработки модульных ортезов конструкции ЦИТО (Казьмин А.И., 1980). Принципы моделирования гиперреклинирующих корсетов в разных школах ортезирования являются противоречивыми и основанными в большей степени на непосредственном опыте специалистов (Puisto V. et al., 2010), чем на научно обоснованных объективных данных. Несмотря на редкие сообщения об отрицательных результатах их использования, применение гиперреклинирующих корсетов изменило практику ортезирования позвоночника и значительно уменьшило оперативную активность при компрессионно-оскольчатых повреждениях позвоночника. Н.Д. Мацкевич с соавторами (1987) пришли к выводу, что при последствиях переломов грудного отдела позвоночника использование реклинирующих ортезов КР1-10 или КР1-12 в сочетании со специальным комплексом лечебной гимнастики позволило получить хорошие результаты.

В основе действия корсетов, применяемых при компрессионных переломах позвоночника, лежит механизм гиперэкстензии, заключающийся в разгрузке вентральных отделов тел позвонков в пораженных сегментах, что создает условия для правильной фиксации и ограничения подвижности позвоночно-двигательного сегмента с возможностью контролируемого лечения. При этом в некоторых наблюдениях отмечено, что механизм действия корсета ведёт к увеличению поясничного лордоза со смещением нагрузки на межпозвонковые суставы.

В ФГБУ «СПб НЦЭПР им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России есть опыт применения индивидуально изготавливаемых корригирующих моделей пластиковых корсетов при идиопатическом сколиозе, предложенных J. Cheneau с соавторами (2004). Данный вид изделий отличается максимальной терапевтической эффективностью за счет оптимального соответствия формы корсета телу пациента, определения точек максимального воздействия корригирующих сил на деформированный сегмент позвоночника путем рентгенологического анализа искривленного отдела позвоночника во время естественного акта дыхания. Эта идеология взята за основу лечения пациентов детского возраста с компрессионными переломами тел позвонков.

В настоящее время отсутствуют методические рекомендации по правильному ведению больных с компрессионными переломами тел позвонков, снабженных гиперэкстензионными корригирующими ортезами, особенно в раннем периоде. Не отработаны четкие показания к назначению различных конструкций корсетов, технология их изготовления, а также сроки использования и отмены ортезов.

Таким образом, проблема комплексного консервативного лечения больных с компрессионными переломами позвоночника остается актуальной на сегодняшний момент и нуждается в дальнейшей разработке.

Цель работы: улучшить результаты лечения пациентов детского возраста с компрессионными переломами тел позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника.

Задачи работы:

1. На основе архивного материала оценить результаты консервативного метода лечения детей с компрессионными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника.
2. Разработать медико-технические требования и на их основе изготовить гиперэкстензионный ортез для лечения детей с компрессионными

переломами позвоночника. Оценить оптимальное давление, оказываемое пелотами корсета на грудную клетку в процессе активной гиперэкстензии.

3. Разработать тактику ведения детей с компрессионными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника с использованием разработанного ортеза.
4. Оценить ближайшие результаты лечения детей с компрессионными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника по разработанной методике.
5. Сравнить результаты лечения детей с компрессионными переломами грудных и поясничных позвонков функциональным методом и новым методом с использованием гиперэкстензионного корсета.

Научная новизна исследования

Впервые на основе ретроспективного анализа историй болезни пациентов детского возраста с компрессионными переломами тел позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника и собственного материала проведен сравнительный анализ эффективности различных методик лечения пациентов с данными повреждениями.

Разработаны новые конструкции и технологии изготовления ортезов активно-гиперэкстензионного типа с учетом локализации перелома и тяжести повреждения позвоночника (патент РФ на полезную модель № 136337 от 14 февраля 2014 года, патент РФ на полезную модель № 147767 от 15 октября 2014 года).

Проведен анализ эффективности использования новых средств раннего ортезирования в структуре лечения детей с компрессионными переломами позвоночника, определены характеристики различных современных средств ортезирования.

Впервые проведены оценка и сравнительный анализ показателей давления,

оказываемого профилирующими пелотами гиперэкстензионных корсетов различного вида, на участки туловища при компрессионных переломах позвоночника грудной и поясничной локализации.

Практическая значимость работы

На основании медико-технических требований к ортезам грудного и поясничного отделов позвоночника разработаны и созданы 4 модели гиперэкстензионных корсетов, предназначенных для лечения пациентов детского возраста с компрессионными переломами тел позвонков.

Выбор модели различных вариантов гиперэкстензионных корсетов при компрессионных переломах позвоночника грудной и поясничной локализации зависит от уровня повреждения позвонка, степени его компрессии и веса пациента.

Разработанная комплексная методика лечения детей с компрессионными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника включает раннее ортезирование и восстановительную терапию.

Определены места приложения, направление корректирующих сил и величина их давления в гиперэкстензионном корсете с целью полноценной разгрузки поврежденного позвоночно-двигательного сегмента.

Основные положения, выносимые на защиту

1. При функциональном методе лечения детей с компрессионными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника сохраняется болевой синдром у 24% пациентов и отсутствует восстановление высоты тела поврежденного позвонка у 48% больных.

2. В комплексе восстановительного лечения детей с компрессионными переломами тел позвонков грудной и поясничной локализации показано раннее ортезирование поврежденного отдела позвоночника на 7–10-е сутки от момента травмы гиперэкстензионным корсетом.

3. Разработанный метод консервативного лечения компрессионных переломов грудного и поясничного отделов позвоночника с применением гиперэкстензионных корсетов обеспечил восстановление высоты и формы тела поврежденного позвонка, сокращение сроков стационарного лечения и отсутствие болевого синдрома в отдаленный период от момента травмы

Апробация и реализация диссертационной работы

Основные результаты исследования доложены на научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы реабилитации и восстановительного лечения» (2010) и на X юбилейном всероссийском съезде травматологов-ортопедов России (2014).

По материалам диссертационного исследования опубликовано 9 работ, в том числе 2 – в рецензируемых журналах, рекомендованном ВАК РФ, 1 методическое пособие, 2 патента на полезные модели.

Результаты диссертационного исследования включены в учебные программы дополнительного профессионального образования, реализуемые в ФГБУ «СПб НЦЭПР им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России. Разработанные модели корсетов широко используются при ортезировании детей с компрессионными переломами позвоночника грудной и поясничной локализации. Результаты включены в программу повышения квалификации специалистов протезно-ортопедических предприятий «Ортезирование позвоночника по методу Шено». Материалы диссертации включены в изданное методическое пособие «Основы активно-корректирующего ортезирования в лечении деформаций и травм позвоночника», рассылка которого произведена на все протезно-ортопедические предприятия Российской Федерации.

Объем и структура работы:

Материалы диссертации представлены на 139 страницах текста, набранного на компьютере. Она состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов,

практических рекомендаций, содержит 22 таблицы и 51 рисунок. Список литературы включает 114 литературных источников, в том числе 66 отечественных и 51 зарубежных.

ГЛАВА 1

ПРИМЕНЕНИЕ ОРТЕЗОВ ТУЛОВИЩА ПРИ КОНСЕРВАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ ДЕТЕЙ С КОМПРЕССИОННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПОЗВОНКОВ ГРУДНОЙ И ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Статистические данные и актуальность проблемы

Проблема лечения детей с компрессионными переломами грудных и поясничных позвонков на протяжении последних десятилетий сохраняет свою актуальность как с точки зрения практической медицины, так и социальных аспектов. Связано это с неуклонным ростом количества пострадавших в общей структуре травм опорно-двигательного аппарата (Базилевская З.В. с соавт., 1980). Переломы позвоночника занимают следующее место после переломов трубчатых костей, повреждений внутренних органов и черепно-мозговой травмы (Берснев В.П. с соавт., 1998; Ардашев И.П., 1990). Частота встречаемости всех повреждений позвоночника в общей структуре травм опорно-двигательного аппарата у детей, по данным различных авторов, составляет от 1% до 10% с разбросом от 1,9 до 19,9 случаев на миллион детского населения (Костив Е.П., 2004; Елифанов В.А. с соавт., 2008; Chien L. et al., 2012; Puisto V. et al., 2010). По другим литературным источникам, компрессионные переломы составляют от 0,65% до 9,47% от всех повреждений позвоночника у детей (Макаревич С.В. с соавт., 1998; Дьячкова С.Я. с соавт., 2011; Саруханян О.О. с соавт., 2013).

Эти высказывания подтверждают современные статистические данные по городу Санкт-Петербургу, где процент компрессионных переломов позвоночника у пациентов детского возраста среди всех травм позвоночника увеличился с 5% до 7% (Виссарионов С.В., 2010). На основании данных статистических отчетов травматологических отделений города Санкт-Петербурга за 2010-2012 годы, в среднем в год получают компрессионные переломы тел позвонков более одной тысячи детей в возрасте до 18 лет. Лечение данной категории пациентов

традиционно занимает одно из первых мест по длительности лечения и занятости коечного фонда среди острых заболеваний позвоночника.

Часто переломы позвоночника сопровождаются повреждением конечностей (37–52%), травмами грудной клетки (5,7–14%), органов брюшной полости (14,1–30,8%) (Ардашев И.П., 1990; Волотовский А.И., 2001; Magerl F.P. et al., 1994; Meyer P.R., 1989; Magerl F.P. et al., 1998). Зарубежные авторы отмечают, что средний годовой показатель травм позвоночника у детей составляет 24,3 на 100 000 населения (Vinz H., 1964; Kaye J.J. Jr. et al., 1990; DeVivo M.J., 1997; Rush J.K. et al., 2013).

С одной стороны, это может быть связано с улучшением диагностики, а с другой – со снижением индекса здоровья детей. Отмечено, что у пациентов детского возраста с предрасполагающим фоном и сопутствующими заболеваниями (ювенильный остеопороз, ювенильный идиопатический артрит, дисплазия костной ткани, недостаточное питание детей) частота возникновения компрессионных переломов, даже при незначительной травме, больше по сравнению с группой здоровых детей. Кроме того, наблюдается, что у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом частота встречаемости компрессионных переломов позвоночника значительно выше и достигает, по некоторым данным, от 11% до 28 % (Саруханян О.О. с соавт., 2013; Aebi M. et al., 2005; Thornton J. et al., 2008; Nakhla M. et al., 2009; Markula-Patjas K.P. et al., 2012). Следует обратить внимание, что компрессионные переломы чаще возникают у детей, которые подвержены гиподинамии. Учитывая, что количество компрессионных переломов позвоночника у детей ежегодно увеличивается, проблема лечения данной категории пациентов сохраняет свою актуальность (Кондаков Е.Н. с соавт., 1989; Виссарионов С.В., 2010; Саруханян О.О. с соавт., 2013). На сегодняшний день существует несколько классификаций повреждений позвоночника, построенных по анатомическому либо биомеханическому принципу. По механизму повреждающего действия выделяют: сгибательные переломы, разгибательные переломы, ротационные переломы, повреждения от аксиального воздействия, рассекающие повреждения.

В основу классификации повреждений позвоночника, предложенной F. Magerl с соавторами (1994), положена зона повреждения позвонка с учетом механизма травмы. Согласно ей, выделяют 3 типа переломов:

- Тип А – повреждения позвонков, сопровождающиеся компрессией: А1 – вколоченные переломы, А2 – повреждения, вызывающие раскалывание позвонка, А3 – взрывные переломы.
- Тип В включает повреждение переднего и заднего опорных комплексов: В1 – повреждение заднего мышечно-связочного аппарата, В2 – повреждение костных структур заднего комплекса, В3 – повреждение переднего комплекса с вовлечением межпозвонкового диска.
- Тип С повреждение переднего и заднего комплекса с ротацией. С1 – компрессия тел позвонков, С2 – растяжение опорных колонн позвоночника, С3 – ротационное смещение в сочетании с горизонтальным сдвигом фрагментов.

Наиболее удобной для клинического применения с учетом детских возрастных особенностей строения позвоночного столба является классификация F. Denis (1983), объединяющая разные классификационные критерии и построенная на трехколонной модели строения позвоночника. Клинические проявления и тяжесть повреждения позвоночника определяются механизмом травмы, зоной повреждения, стабильностью поврежденного позвоночно-двигательного сегмента.

В зависимости от вовлечения той или иной колонны позвоночника повреждение может сопровождаться механической и/или неврологической нестабильностью.

Механическая нестабильность (нестабильность 1-го типа по F. Denis) характеризуется патологической подвижностью позвоночника, возникающей на уровне поврежденного сегмента в момент травмы, или появлением и прогрессированием деформации позвоночника в отдаленном периоде от момента повреждения.

Неврологическая нестабильность (нестабильность 2-го типа по F. Denis) определяется повреждением спинного мозга и его элементов костными фрагментами травмированного позвонка сразу после травмы или проявлением миелопатии в отдаленном периоде от момента повреждения при его неадекватном ведении. Данная взаимосвязь между патологической анатомией и клинической картиной легла в основу деления повреждений позвоночника на 2 класса – «малые» повреждения и «большие» повреждения.

«Малые» повреждения: переломы суставных отростков, поперечных отростков, остистых отростков, переломы межсуставных частей дуг.

«Большие» повреждения:

1. Компрессионные переломы

Компрессионные переломы – травма, при которой страдает только передняя колонна тел позвонков. Компрессионные переломы всегда механически и неврологически стабильные повреждения. Выделяют несколько вариантов компрессионных переломов: тип А – вертикальный перелом с повреждением обеих замыкательных пластинок, тип В – перелом с повреждением верхней замыкательной пластинки, тип С – перелом с повреждением нижней замыкательной пластинки, тип D – центральный перелом тела позвонка, захватывающий только переднюю колонну.

2. Взрывные переломы

Зона повреждения – передняя и средняя колонны позвоночника. Особенностью взрывных переломов является их неврологическая нестабильность, или угрожающая неврологическая нестабильность, имеющая место даже при отсутствии признаков ишемической миелопатии. Она обусловлена сдавлением спинного мозга фрагментами тела сломанного позвонка или ущемлением корешков спинного мозга за счет сужения межпозвонкового отверстия. Выделяют несколько типов взрывных переломов: А – перелом обеих замыкательных пластинок тел позвонков, В – перелом верхней замыкательной пластинки тела позвонка, С – перелом нижней замыкательной пластинки тела позвонка, Д – перелом с ротацией, Е – перелом боковой части тела позвонка.

3. Сгибательно-дистракционное повреждение (по типу ремней безопасности или seat-belt повреждение)

Зона повреждения – средняя и задняя колонны позвонков, возможно повреждения передней колонны. Эти повреждения являются механически нестабильными. Различают следующие варианты повреждений: А – одноуровневое чрезпозвоночное повреждение, В – одноуровневое с повреждение заднего связочного аппарата, С – двухуровневое костное повреждение средней колонны, D – двухуровневое повреждение с переломом дуги и дискового аппарата.

4. Переломовывихи

При этих переломах страдают все три колонны позвонка. Переломовывихи являются неврологически и механически нестабильными повреждениями. Различают следующие варианты: А – сгибательно-ротационный переломовывих (сохраняются нормальные взаимоотношения в одном дугоотростчатом суставе), В – срезающий разгибательный переломовывих, С – сгибательно-дистракционный с двусторонним вывихом (Виссарионов С.В., 2010).

1.2. Особенности ведения детей с компрессионными переломами позвоночника

Уже в раннем периоде лечения после травмы позвоночника ребенок, находясь на строгом постельном режиме, подвергается гиподинамии, его физическая активность снижается, уменьшается количество двигательной активности, ухудшается качество жизни. Длительная традиционная консервативная терапия компрессионных переломов тел позвонков, ограничение двигательной активности у ребенка нередко приводит к ухудшению его соматического состояния (McBride G.G., 1993; Eysel P. et al., 1994; Надулич К.А. с соавт., 1998; Корнилов Н.В., 2006). Долгое вынужденное пребывание на постельном режиме, особенно в сочетании с нарушением физиологического процесса питания, отрицательно влияет на структуру костной ткани (Афаунов

А.И. с соавт., 2002; Шеплягина с соавт., 2005; Denis F. et al., 1984; Genant H.K. et al., 1999). По мнению ряда авторов (Зельский И.А., 2006; Denis F. et al., 1984; Kovacs Z. et al., 1992), иммобилизация туловища гипсовым корсетом сроком более одного месяца и малая физическая активность являются факторами развития вторичного остеопороза. Все это подчеркивает целесообразность внедрения в клиническую практику новых подходов лечения и реабилитационного периода детей с компрессионными переломами позвоночника. Консервативное лечение может быть использовано практически при всех типах компрессионных переломов грудных и поясничных позвонков.

Некоторые сторонники консервативной тактики лечения повреждений позвоночника считают, что не следует стремиться к полному анатомическому восстановлению тела поврежденного позвонка, так как его компенсация достигается за счет изменения положения смежных позвоночно-двигательных сегментов (Андрушко Н.С. с соавт., 1977; An H.S. et al., 1992).

Однако, по мнению других авторов, даже незначительная клиновидная деформация тел позвонков, особенно в зоне грудопоясничного перехода, в отдаленные сроки после травмы приводит к осложнениям в виде деформации позвоночного столба, выраженному болевому синдрому и функциональной несостоятельности позвоночника (Рамих Э.А., 1996; Афаунов А.И. с соавт., 2002; Комков А.Р., 2002; Frankel H.L. et al., 1969; Vaccaro A. et al., 2001; Avanzi O. et al., 2007). Компенсаторное увеличение кривизны физиологического кифоза вследствие нарушения биомеханики неминуемо приводит к деформации позвоночника, раннему развитию остеохондроза и появлению болевого синдрома в области повреждения. Даже с помощью этапной реклинации крайне редко удается восстановить высоту тела травмированного позвонка (Корнилов Н.В. с соавт., 2000; Denis F., 1983; Denis F. et al., 1984; Benzel E.C., 1993).

В литературе можно найти различные данные, касающиеся сроков лечения детей с компрессионными переломами тел позвонков (Меламуд Э.Е., 1982; Молчанов В.И., 1990; Bersi G., 1984; Ferguson R.L. et al., 1984).

Согласно данным Н.Г. Дамье (1960), сроки консолидации переломов тел позвонков относительно короткие и составляют 30–60 дней.

З.В. Базилевская (1968), напротив, указывала, что перестройка губчатого вещества тела позвонка после перелома происходит медленно – в течение 10 месяцев. Экспериментальные исследования позволили З.В. Базилевской установить, что при компрессионных переломах тел позвонков глубоким изменениям подвергается не только губчатая ткань, но и костный мозг, который в области наибольшего разрушения подвергается некрозу. Эти глубокие изменения костного мозга и снижают темпы регенеративных процессов. Нередко полости, образовавшиеся после некроза балочек и костного мозга, заполняются рубцовыми массами, соединительной и хрящевой тканью, что еще больше увеличивает срок восстановления высоты тела позвонка и значительно сказывается на опорной функции позвоночника в целом.

По наблюдениям ряда авторов (Юмашев Г.С. с соавт., 1971; Уотсон-Джонс Р., 1972; Вайсс М., 1977; Кондратенко В.И. с соавт., 1979; Полищук Н.Е. с соавт., 2001; Cassar-Pullicino V.N. et al., 2006), в результате консервативного лечения детей с компрессионными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника в случаях повреждения замыкающих пластинок и компрессии передней колонны тела позвонка у 20% пациентов имеется опасность прогрессирования травматического кифоза.

Оптимальным методом лечения компрессионных переломов позвоночника является надежная иммобилизация поврежденного позвоночно-двигательного сегмента, которая одномоментно не мешала бы созданию «мышечного корсета» (Продан А.И. с соавт., 1990).

Основные принципы лечения – это разгрузка поврежденного позвоночного сегмента, адекватная фиксация, ранняя активизация больного, результатом которой является максимально быстрое и эффективное восстановление анатомических взаимоотношений в травмированном отделе.

1.3. Методы консервативного лечения детей с компрессионными переломами позвоночника

Существует несколько вариантов наиболее распространенных методов консервативного лечения детей с компрессионным переломом тела позвонка (Продан А.И. с соавт., 1990): а) метод одномоментной реклинации позвоночника с последующей иммобилизацией гипсовым корсетом; б) метод постепенной реклинации; в) функциональный метод Гориневской и Древинг.

Метод одномоментной реклинации с последующей иммобилизацией позвоночника гипсовым корсетом впервые применил Davis в 1929 году. В настоящее время одномоментную реклинацию путем переразгибания позвоночника проводят на ортопедическом столе (по A. Davis или по Z. Bohler) с последующим наложением гипсового корсета (Böhler L., 1934). Однако отдаленные результаты лечения пациентов подобной методикой представлены не были.

По мнению З.В. Базилевской (1980), одномоментная попытка репозиции и фиксации поврежденного отдела позвоночника не приводит к желаемым результатам. Объясняется этот факт тем, что при травме позвонка не происходит полного перерыва костных трабекул, что создает большое трение между балками, которое невозможно преодолеть при репозиции. Кроме того, велика вероятность вторичного повреждения спинного мозга при проведении манипуляции у больных с переломами грудных позвонков. В свою очередь, наложение гипсового корсета ведет к атрофии мышц спины и в дальнейшем способствует коллабированию тел позвонков в результате возрастающей статической нагрузки на позвоночный столб (Исламов С.А. с соавт., 2002; Kaneda K. et al., 1963; An H.S. et al., 1992).

Считается, что постепенная реклинация в остром периоде травмы позволяет восстановить нормальные анатомические взаимоотношения в поврежденном отделе позвоночника и избежать осложнений, связанных с проведением одномоментной репозиции (Цивьян Я.Л., 1971; Цивьян Я.Л. с соавт., 1985; Nicoll E.A., 1949; Mumford J. et al., 1993). Вытяжение в этом случае осуществляется на наклонной плоскости кровати в положении больного на спине и при помощи

лямок за подмышечные области под собственным весом тела пациента. В область поврежденного позвоночно-двигательного сегмента подкладывают валик с целью разгрузки передних отделов сломанного тела позвонка и создания условий переразгибания позвоночника. Вытяжение осуществляется в течение 4–6 недель. При переломах поясничного отдела позвоночника больного укладывают в гамак или с реклиацией проводят вытяжение за тазовый отдел (Жирнов В.А. с соавт., 2008; Newton P.O., 2006). После проведения постепенной репозиции следует использовать жесткий корсет в течение 6–8 месяцев для сохранения достигнутой коррекции. При проведении постепенной реклиации рекомендуется выполнение комплекса упражнений по методике Гориневской – Древинг (Манн К., 1973; Скрыбин Е.Г. с соавт., 2013). Основным недостатком данного варианта лечения заключается в длительности проведения лечебных мероприятий, а также предъявлении высоких требований к соблюдению пациентом режима лечения. При этом изменяется психологический настрой больных в связи с продолжительным пребыванием на койке и зависимостью от ухаживающего персонала и родственников. Всё это отрицательно сказывается на течении заболевания и резко ухудшает качество жизни. Кроме того, данная методика подразумевает соблюдение строгой преемственности между учреждениями здравоохранения на всех этапах лечения.

Функциональный метод Гориневской – Древинг получил широкое распространение в клиниках нашей страны с 1933 года (Гориневская В.В. с соавт., 1933; Древинг Е.Ф., 1954; Пап К., 1977).

Классическая методика лечения компрессионных переломов применяется и сейчас в детских стационарах Санкт-Петербурга (Виссарионов С.В., 2010). Лечение проводится в несколько этапов и предусматривает продолжение восстановительного лечения после стационара в реабилитационном центре.

Лечение проводится в несколько этапов.

1-й этап – острый болевой синдром. Длительность – 3–5 дней. Цель этапа – купирование болевого синдрома и разгрузка поврежденного отдела позвоночника. С момента поступления ребенка в клинику назначается строгий постельный

режим на жесткой кровати с функциональным вытяжением и реклинирующим валиком в зоне повреждения. Головной конец кровати поднимается под углом 30 градусов. При травме четырех верхних грудных позвонков вытяжение осуществляется на петле Глиссона при помощи груза, перекинутого через блок у головного конца кровати. При травме позвонков от уровня 5-го грудного позвонка и ниже вытяжение выполняется на кольцах Дельбе за подмышечные области. Вытяжение за подмышечные области осуществляется противотягой груза, перекинутого через блок у головного конца кровати, и весом самого пациента. Все периоды лечения больной должен лежать на спине с реклинирующим валиком в области перелома. Такое функциональное тракционно-реклинационное воздействие на позвоночник позволяет разгрузить передний отдел травмированных позвонков, что является одной из задач лечения.

В первый период травмы назначается физиотерапевтическое лечение (ФТЛ), направленное на купирование болевого синдрома: ДДТ №5 или электрофорез с 1% новокаином на паравертебральные области. В этот период назначаются упражнения лечебной физкультуры, направленные на улучшение работы органов дыхания, кровообращения, обмена веществ – дыхательные упражнения и двигательные упражнения для дистальных отделов конечностей. Все они выполняются, лежа на спине, поднимать голову и нижние конечности на этом этапе не рекомендуется.

2-ой этап – длительность составляет 10–15 дней. Цель этапа – нормализация кровообращения в зоне перелома. Пациент продолжает лежать в кровати на функциональном вытяжении. После получения первого курса ФТЛ, направленного на снятие болевого синдрома, назначается физиотерапия, направленная на восстановление и улучшение кровообращения в зоне перелома. Возможны различные варианты – магнитотерапия, электрофорез с 3% никотиновой кислотой, эуфиллином. Этот курс физиотерапевтического лечения может длиться до 15 дней. Однако возможна и другая схема: 10 раз ФТЛ, нормализующее кровообращение в зоне повреждения, и 5 раз ФТЛ (с последующим продолжением на 3-м этапе лечения), направленное на

формирование мышечного корсета (например, миостимуляция паравертебральных мышц). По мере исчезновения болей назначается симметричный стимулирующий массаж спины и лечебная физкультура, направленная на формирование "мышечного корсета". Со времени выполнения основных упражнений лечебной физкультуры пациенту разрешают поворот на живот с опорой на локти, постепенно увеличивая число поворотов до 6–8 раз в сутки.

При травме позвонков грудопоясничного перехода и поясничных позвонков пациент должен большую часть времени лежать на спине с реклинирующим валиком в зоне перелома, а поворот на живот разрешается только со второго периода лечебной физкультуры. Лечебную физкультуру выполняют не менее 4–5 раз в сутки.

3-й этап. Длительность – 7–10 дней. Цель этапа – подготовка к формированию мышечного корсета. Сохраняется постельный режим на вытяжении. Пациент продолжает получать физиотерапию, направленную на формирование мышечного корсета и курс стимулирующего массажа спины. На 20-е сутки с момента пребывания в стационаре назначается лечебная физкультура из положения на четвереньках. На 25–30-е сутки от начала лечения пациента переводят для продолжения курса консервативного лечения в реабилитационный центр.

Основным недостатком этого метода является длительный постельный режим, необходимость соблюдения преемственности в лечении между различными учреждениями здравоохранения, что не всегда возможно.

1.4. Ортезирование при компрессионных переломах позвоночника

Неотъемлемой составляющей в комплексе восстановительного лечения детей с компрессионными переломами тел позвонков является использование ортезов туловища. Основными задачами корсетной терапии является обеспечение необходимой стабилизации, разгрузки передних отделов поврежденных позвоночно-двигательных сегментов и восстановление правильной анатомии

травмированного отдела позвоночника (Андриевская А.О. с соавт., 2003; Скрыбин Е.Г. с соавт., 2013; Скрыбин Е.Г. с соавт., 2014; Meyer P.R., 1994; Khaim Z. et al., 2014).

В инструкциях по назначению ортопедических корсетов, используемых в практике ортезирования, на протяжении многих лет показания к назначению корсетов при компрессионных переломах позвоночника отождествлялись с таковыми при туберкулезном поражении позвоночника. В результате этого пациентам назначали фиксационно-разгружающие и фиксационно-корректирующие корсеты преимущественно жесткой конструкции – нитролаковые, желатиновые, шинно-кожаные, полиэтиленовые с грудными костыликами или без них (Копылов Ф.А. с соавт., 1962; Хайм З. с соавт., 1999; Шихмагомедов А.А. с соавт., 2002). В отечественной и зарубежной литературе описаны различные конструкции корсетов, которые используются в комплексном консервативном лечении сколиозов и могут применяться при восстановительном лечении пациентов с компрессионными переломами тел позвонков (Никитин С.Е. с соавт., 2002; Скрыбин Е.Г. с соавт., 2014; Magerl F.P., 1984; Magerl F.P. et al., 1985; Deamer R.M. et al., 1997; Kaneda K. et al., 1997).

Широко распространены за рубежом корсет Milwaukee (рис. 1), конструкции В.П. Блаунта и А.С. Шмидта, состоящие из двух тазовых пелотов, трех металлических раздвижных шин и головодержателя. Эти изделия просты по конструкции и изготавливаются из типовых модулей. Однако вся разгрузка позвоночника у этих изделий приходится на затылок и нижнюю челюсть, что при длительном использовании корсета приводило к формированию и прогрессированию деформации этих отделов.

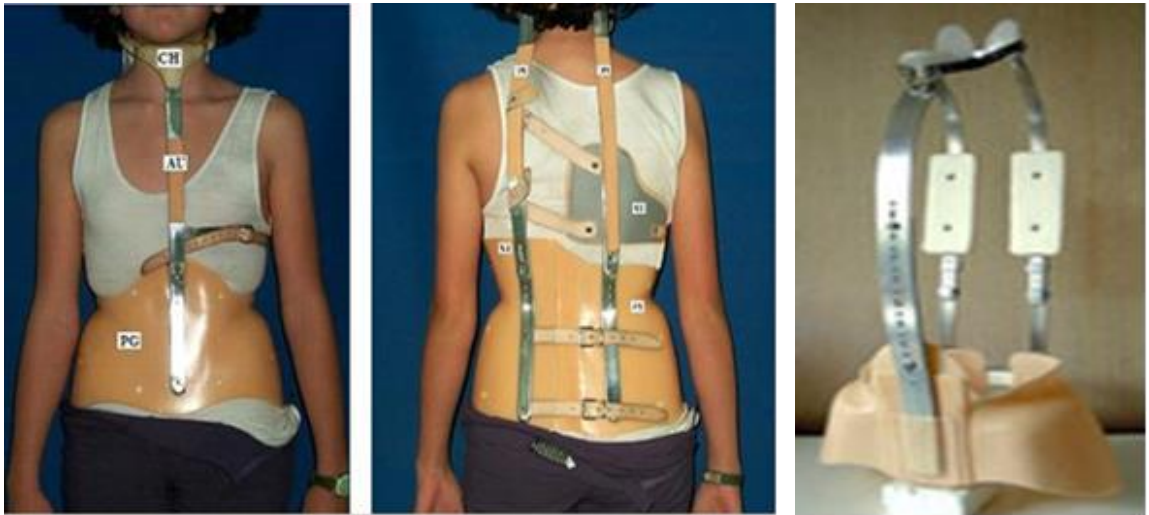


Рисунок 1. Корсет Milwaukee

Кроме общеизвестных корсетов при повреждениях позвоночника используют конструкции ортезов на модульной основе. Они изготавливаются из отдельных деталей в виде стандартных по величине и форме пластин из полимеров, скрепленных ремнями и другими креплениями в виде бандажей. В зависимости от уровня поражения позвоночника разработаны различные модули ортезов. При их производстве использовался общепринятый принцип опоры на три точки: грудина, лобковое сочленение и поясничный отдел – по принципу наложения реклинирующего гипсового корсета (Мацкевич Н.Д. с соавт., 1987; Глазырин Д.И. с соавт., 1994). Конструкции ортезов с опорой на три точки широко применяются для лечения пациентов с компрессионными переломами позвонков в зарубежных странах: Германии, США (Скоблин А.А. с соавт., 2003; Eldeeb H. et al., 2000).

Используемые жесткие ортезы для фиксации грудного и поясничного отделов позвоночника в своей основе имеют металлический каркас, выполненный из четырех механически скрепленных между собой профилированных пластин с жестко установленными на каркасе пелотами (Ашмарин В.С. с соавт., 2001). Данное устройство характеризуется низкой технологичностью и обладает значительным весом за счет наличия в нем большого количества крепежных

элементов и накладных планок, соединяющих между собой профилированные пластины (рис. 2).



Рисунок 2. Жесткий ортез для фиксации грудного и поясничного отделов позвоночника

Подгонка изделия в соответствии антропометрическими параметрами пациента за счет пластической деформации каркаса затруднена или вообще невозможна. Это особенно сложно и тяжело сделать в местах установки соединительных планок, так как суммарная толщина металла в этих точках достигает 6–8 мм. Именно поэтому подгонка таких изделий при определенных деформациях тела человека, даже если эти искривления характеризуются незначительными величинами, невозможна, а большой вес ортеза не способствует восстановлению поврежденного позвонка.

Ю.Ф. Синицкий с соавторами (1986) при лечении пациентов с компрессионными переломами позвонков предложили конструкцию устройства для коррекции и вытяжения позвоночника за счет раздвижения металлической рейки с винтовым механизмом, расположенной в тазовой и подмышечной областях. Однако данные клинических испытаний данной конструкции ортеза отсутствуют.

Традиционно считается, что корсеты больным с компрессионными переломами тел позвонков должны назначаться не ранее 3–4 месяцев после травмы с целью поддержки позвоночника после функциональных методов

лечения (Маяцкий С.И., 1966; Шихмагомедов А.А. с соавт., 2002; Андриевская А.О. с соавт., 2003). Однако ряд авторов (Андрианов В.Л. с соавт., 1985; Скрыбин Е.Г. с соавт., 2014), основываясь на том, что дети обычно не соблюдают постельный режим, а длительное нахождение в вынужденном горизонтальном положении вызывает адинамию, снижение мышечного тонуса, рекомендуют более раннее применение корсета, что может сократить сроки пребывания пациента в стационаре. С.М. Елистратов и А.П. Тяжелков (1986) рекомендуют отказаться от традиционного способа лечения больных с компрессионными переломами, то есть проводить раннюю вертикализацию и активизацию пациентов при помощи съемных экстензионных корсетов из поливика и возобновлять постельный режим лишь при появлении болевого синдрома.

В.А. Жирнов с соавторами (2008) высказали предположение, что изготовление ортезов позвоночника в первые дни после получения травмы позвоночника позволяет в более ранние сроки перевести больного на амбулаторное восстановительное лечение и добиться истинного восстановления тел пораженных позвонков. Однако работ, подтверждающих или опровергающих данное предположение, не проводилось.

Н.Д. Мацкевич с соавторами (1987) наблюдали 60 детей с различной патологией позвоночника, пользующихся корригирующими ортезами, и пришли к выводу, что при последствиях изолированного перелома грудного отдела позвоночника использование реклинирующего ортеза КР1-10,12 в сочетании с лечебной гимнастикой позволило получить хорошие результаты у всех больных. У пациентов отмечалось отсутствие жалоб на боли в спине, физиологическое восстановление фронтального и сагиттального профилей позвоночника, а также нормализация подвижности позвоночника в пределах нормы. При сравнительной оценке данных рентгенографии у детей до 12-летнего возраста при одинаковых перенесенных повреждениях процессы регенерации наступали раньше и полнее по сравнению с пациентами старшего возраста.

Кроме перечисленных ортезов после курса лечения детей с компрессионными переломами тел грудных и поясничных позвонков с целью

поддержки позвоночника используется реклинатор-корсет с пневмоподушками (Meyer P.R., 1989). Реклинатор-корсет состоит из трех пневмоподушек, соединенных жесткими штангами и гибкими ремнями регулируемой длины, что позволяет обеспечить размещение устройства на пациентах с разными антропометрическими данными и создать приложение постоянного реклинирующего воздействия на компримированный позвонок. Недостатком этого изделия является его громоздкость, что создает неудобство для больного за счет большой площади опорных пневмоподушек, а реклинирующее усилие, создаваемое пневмоподушками, недостаточное и не надежно фиксирует поврежденный позвонок.

На протезно-ортопедических предприятиях, в зависимости от уровня поражения и количества поврежденных позвонков, изготавливаются соответствующие конструкции ортезов. Наиболее широкое применение при болевом синдроме в позвоночнике получил матерчатый корсет Ленинградского типа, однако он не обеспечивает реклинацию и разгрузки грудного отдела позвоночника (рис. 3).



Рисунок 3. Корсет «Ленинградского типа»

При наличии только одного пораженного позвонка в грудном отделе применяют реклинатор, состоящий из двух частей (Каплан А.В. с соавт., 1980). Каждая из них выполнена в виде наплечной петли, соединенной с фигурным основанием, переходящим в пояс, и застежки, части которой расположены на поясах (Астахова Н.А. с соавт., 2012). Некоторые авторы (Цивьян Я.Л. с соавт.,

1985; Астахова Н.А. с соавт., 2013) предполагали, что эти корсеты оказывают дозированное силовое воздействие на позвоночник в сагиттальной плоскости, удерживают его в корригированном состоянии, предупреждая прогрессирование деформации, и одновременно обеспечивают частичную разгрузку поврежденного отдела позвоночника за счет переноса веса туловища с тел позвонков на задние отделы позвоночника. Кроме того, данные изделия уменьшают величину продольных сил сжатия, изгибающих и крутящих моментов на поврежденный отдел позвоночника.

К недостаткам корсета-реклинатора относят низкие прочностные показатели, не обеспечивающие при длительном использовании сохранение формы корсета, а также невозможность создавать значительные корригирующие усилия, способные изменять направления коррекции. Недостаточные прочностные характеристики этих ортезов не обеспечивали необходимого лечебного эффекта (Дамье Н.Г., 1960; Копылов Ф.А. с соавт., 1962).

Опыт нескольких десятилетий консервативного лечения больных с компрессионными переломами позвоночника показал несостоятельность перечисленных методов на примере высокого процента неудовлетворительных результатов (нарастание кифотической деформации, болевой синдром), составляющих от 11% до 57,2% (Цивьян Я.Л., 1986; Рамих Э.А., 1996; Maiman D.J. et al., 1985; Karjalainen M. et al., 1991; Korovessis P.G. et al., 1997).

Принципы моделирования гиперэкстензионных корсетов в разных школах ортезирования различаются, так как основаны на субъективном опыте специалистов (Perie D. et al., 2003) и недостаточно освещены в научной литературе. В ФГБУ «СПб НЦЭПР им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России были разработаны и применялись индивидуально изготавливаемые гиперэкстензионные модели пластиковых корсетов, принцип действия которых был основан на фиксации и активной коррекции. Данный вид изделий обеспечивает максимальную разгрузку поврежденного позвонка за счет оптимального соответствия формы корсета телу пациента, определения точек

воздействия гиперэкстензионных сил на поврежденный сегмент позвоночника путем анализа рентгенограмм поврежденного позвоночного столба.

Современная тактика лечения повреждений позвоночника должна учитывать целый комплекс патогенетических факторов и быть направлена на создание физиологических условий для восстановления утраченных функций позвоночного столба при осуществлении ранней активизации пациента (Синицкий Ю.Ф., 1986; Luque E.R. et al., 1982; Krengel W.F. et al., 1993). Компрессионные переломы тел позвонков являются стабильными повреждениями и могут полностью излечиваться консервативным путем с восстановлением нормальных соотношений в позвоночно-двигательном сегменте (Скоблин А.А. с соавт., 2003).

1.5. Резюме

Таким образом, анализ литературных данных подтверждает, что не существует дифференцированного подхода к выбору метода лечения и критериев выбора ортопедического обеспечения при компрессионных переломах грудного и поясничного отделов позвоночника у детей (Цивьян Я.Л., 1986; Яворский В.С. с соавт., 1979; Kraus R. et al., 2013; Muniz A. et al., 2011; Newton P.O., 2006). В комплексной структуре лечения пациентов с компрессионными переломами тел позвонков в настоящее время ортезирование используется в отдаленном периоде восстановительного лечения с целью закрепления полученного терапевтического эффекта от функциональных методов лечения. Применяемые в последнее время корсеты с ребрами жесткости или шинно-кожаные ортезы не соответствуют медицинским требованиям для использования их в раннем реабилитационном периоде лечения пациентов с компрессионными переломами позвоночника и не позволяют полноценно восстановить форму и высоту сломанного позвонка. Кроме того, не разработана методика применения жестких гиперэкстензионных ортезов позвоночника при компрессионных переломах тел позвонков у детей, не определены сроки их назначения и отмены. Единичные положительные сообщения о применении ортезов в раннем периоде лечения детей с

компрессионными переломами, основанные на наблюдениях из собственной практики авторов, показывают возможность использования гиперэкстензионного корсета для восстановления высоты и формы пораженных позвонков. Однако в литературе не описаны модели корсетов и методология лечения с их использованием. Данная проблема требует дальнейшего изучения и оценки результатов исследования.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика наблюдаемых больных

Под нашим наблюдением находилось 175 детей в возрасте от 3 до 18 лет с компрессионными переломами тел позвонков грудного и поясничного отделов. В своей работе мы использовали классификацию повреждений позвоночника F. Denis (1983), в которой компрессионные переломы относятся к стабильным переломам позвоночника. Все больные были разделены на две группы: контрольную и основную. Контрольную группу составили 143 пациента: из них у 26 (19%) имел место компрессионный перелом тела одного позвонка и у 117 (81%) – множественные компрессионные переломы позвонков грудного и поясничного отделов, которые получали консервативное лечение. Лечение детей с компрессионными переломами проводили по стандартной классической методике Гориневской – Древинг в период с 2007 по 2012 г. В основную группу вошли 32 ребенка в возрасте от 3 до 18 лет, лечившихся консервативно с применением раннего ортезирования жестким гиперэкстензионным корсетом в период с 2009 по 2012 г. В этой группе пациентов у 6 (18%) больных имел место компрессионный перелом тела одного позвонка, у остальных 26 (82%) детей наблюдались множественные компрессионные переломы позвонков грудного и поясничного отделов. В ходе исследования изучали механизм травмы, уровень повреждения позвоночника, характер переломов тел позвонков и степень их тяжести, а также варианты применяемого ортезирования.

Для отбора пациентов в исследование были разработаны критерии включения и исключения:

Критерии включения:

1. Пациенты в возрасте от 3 до 18 лет.
2. Пострадавшие с компрессионными переломами тел позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника.

3. Пациенты с изолированными и множественными компрессионными переломами тел позвонков грудной и поясничной локализации.

4. Данные клинико-рентгенологического обследования.

5. Пациенты контрольной группы, получившие полный курс консервативного лечения в стационаре и в восстановительном центре.

6. Пациенты основной группы, получившие курс консервативного лечения с применением раннего ортезирования гиперэкстензинными корсетами.

7. Катамнез не менее 2 лет.

Критерии исключения:

1. Возраст пациентов до 3 лет и старше 18 лет.

2. Пациенты с компрессионными переломами в шейном отделе позвоночника.

3. Пациенты с нестабильными повреждениями позвонков грудного и поясничного отделов.

4. Пациенты с патологией дыхательной системы.

Распределение наблюдаемых больных по полу и возрасту в обеих группах представлено в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Распределение пациентов по полу и возрасту в соответствии с классификацией Н.П. Гундобина 1906 г. (цит. по Майданник В.Г., 2008) в контрольной группе

Возраст пациентов, лет		Консервативное лечение		Всего	
		Пол			
		Муж.	Жен.	абс.	%
от 1 до 3		-	-	-	-
от 3 до 7		8	2	10	7
от 7 до 12		42	29	71	49
от 12 до 18		36	26	62	44
Итого	абс.	86	57	143	-
	%	60	40	-	100

Среди пациентов контрольной группы преобладали лица мужского пола – 60%, девочки составили 40%. Превалирующую возрастную группу составили дети от 7 до 12 лет (49%). Количество пациентов в возрастной группе от 12 до 18 лет составило 44%.

Таблица 2

Распределение пациентов по полу и возрасту в соответствии с классификацией Н.П. Гундобина 1906 (цит. По Майданник В.Г., 2008) в основной группе

Возраст пациентов		Ранее ортезирование		Всего	
		Пол			
		Муж.	Жен.	абс.	%
от 1 до 3 лет		-	-	-	-
от 3 до 7 лет		-	1	1	3
от 7 до 12		12	4	16	50
от 12 до 18		6	9	15	47
Итого	абс.	18	14	32	-
	%	56	44	-	100

В основной группе также преобладали лица мужского пола – 56%, девочки составили 44%. Превалирующей возрастной группой являлись дети от 7 до 12 лет (50%). Количество пациентов в возрастной группе от 12 до 18 лет составило 47%.

Распределение наблюдаемых больных по полу и возрасту в основной и контрольной группах было идентичным.

Распределение пациентов основной группы в зависимости от локализации повреждения представлено на рисунке 4.

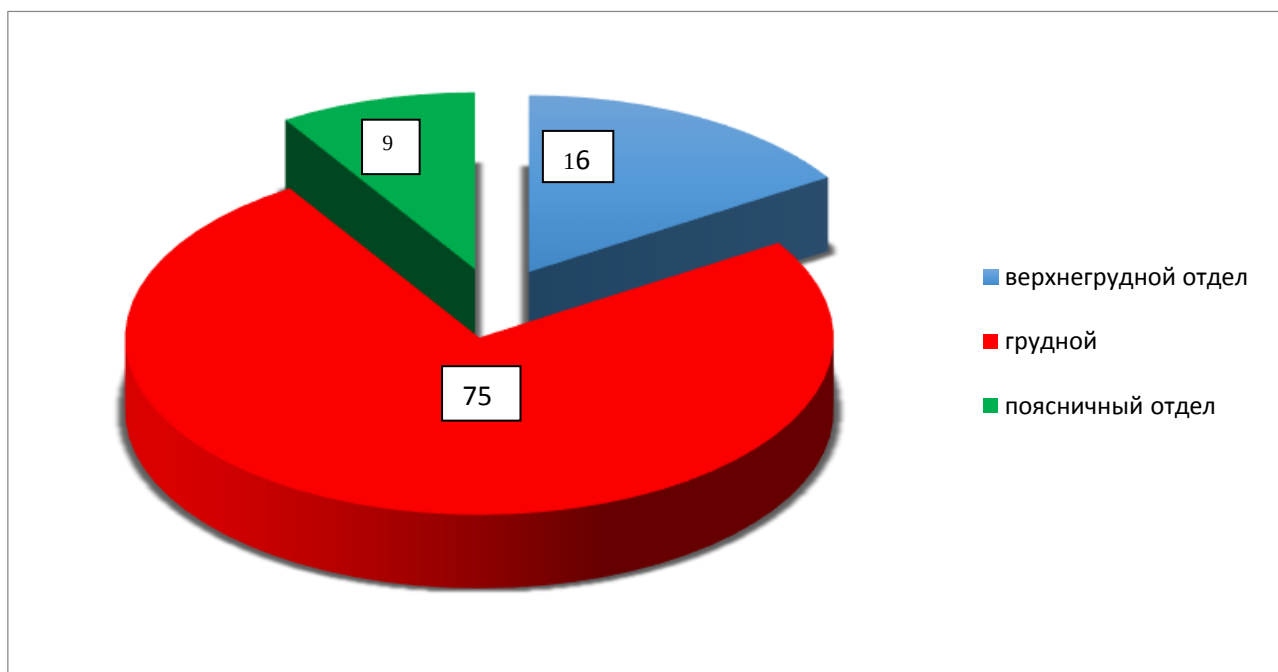


Рисунок 4. Локализация повреждений позвонков в основной группе пациентов

У основной массы детей (75%) компрессионный перелом позвоночника локализовался в грудном отделе, у 16% – в верхнегрудном и у 9% – в поясничном отделе позвоночника.

Взаимосвязь распределения пациентов в основной группе наблюдения по причине травмы и локализации повреждения представлена в таблице 3.

Таблица 3

Распределение пациентов по причине и локализации повреждения
в основной группе

Локализация повреждения		Причина травмы							
		ДТП		Падение с высоты		Прочие причины		Всего	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Th1-Th4		1	3	4	13	-	-	5	16
Th5-Th12		5	15	17	53	2	7	24	75
L1-L5		-	-	3	9	-	-	3	9
Итого	абс.	6	-	24	-	2	-	32	-
	%		18		75		7	-	100

Распределение пациентов контрольной группы по локализации повреждения представлено на рисунке 5.

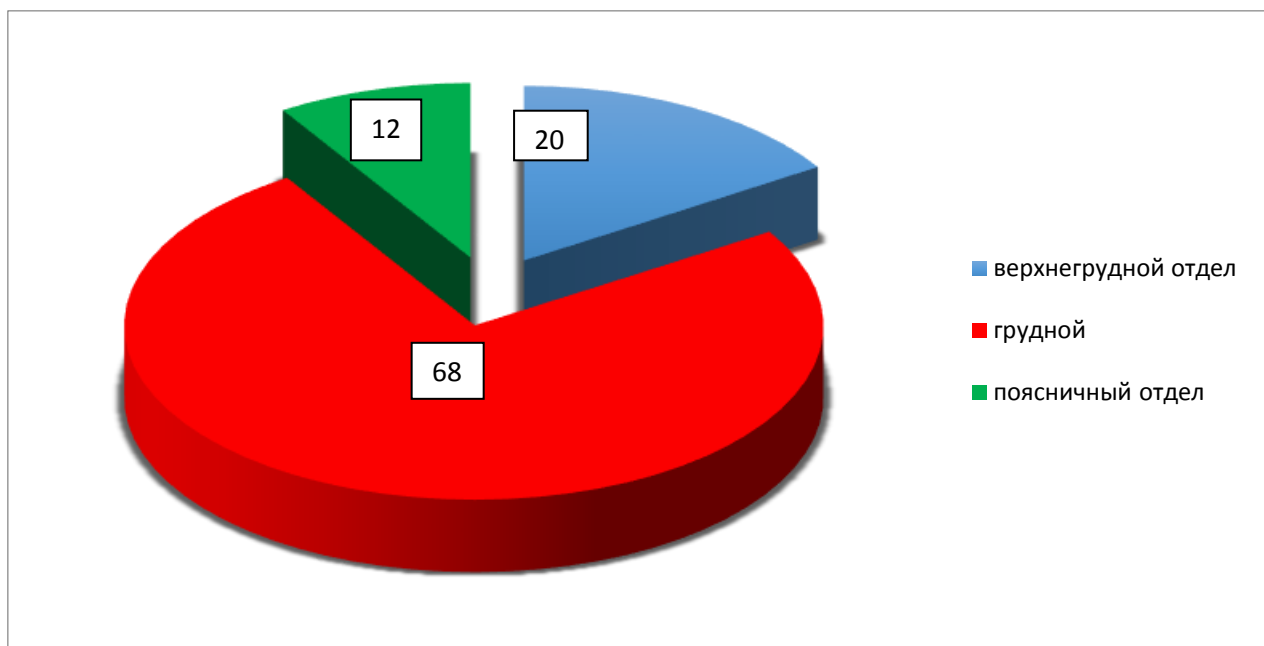


Рисунок 5. Локализация повреждений позвонков в контрольной группе пациентов

В контрольной группе больных 68% составили дети с компрессионными переломами позвоночника в грудном отделе, 20% – в верхнегрудном и 12% – в поясничном отделе позвоночника.

Распределение пациентов в контрольной группе наблюдения причине травмы и локализации повреждения представлено в таблице 4.

От уровня повреждения позвоночника зависел выбор модели жесткого гиперэкстензионного корсета, применяемого при комплексном консервативном лечении пациентов основной группы.

Из представленных таблиц и рисунков видно, что в основной и контрольной группах локализация повреждений и причины этих переломов были практически идентичны.

Распределение пациентов по причине и локализации травмы в контрольной группе

Локализация повреждения		Причина травмы							
		ДТП		Падение с высоты		Прочие причины		Всего	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Th1-Th4		9	6	16	11	4	3	28	20
Th5-Th12		15	10	72	51	10	7	97	68
L1-L5		2	1	12	8	4	3	18	12
Итого	абс.	26	-	100	-	17	-	143	-
	%		17		70		13	-	100

Среди основных причин травм, при которых возникали компрессионные переломы тел позвонков в обеих группах пациентов, преобладали падение с высоты (75% в основной и 70% в контрольных группах) и дорожно-транспортные происшествия (17% в основной и 12% в контрольных группах).

Таким образом, в этиопатогенетической структуре причин травм преобладающей оказалось падение с высоты (табл. 4).

Среди прочих причин компрессионных переломов у детей выделяли воздействие прямого удара, падения предметов на спину и другие: 7% – в основной группе и 13% – в контрольной группе соответственно.

Анализ сравнения пациентов основной и контрольной групп по полу, возрасту и локализации повреждения показал, что различия в группах исходно статистически не значимы (табл. 5).

Таблица 5

Распределение пациентов основной и контрольной групп по полу, возрасту и локализации повреждения

Признак		Количество пациентов		Уровень значимости различия по критерию, Р
		Основная группа	Контрольная группа	
Пол	мальчики	18	86	Р = 0,7 (ТТФ)
	девочки	14	57	
Возраст, лет	3-7	1	10	Р = 0,6 (Манн-Уитни)
	7-12	16	29	
	12-18	15	62	
Локализация	Th1-Th4	5	28	0,8 (ТТФ)
	Th5-Th12	24	97	0,5 (ТТФ)
	L1-L5	3	18	0,8 (ТТФ)

Анализ распределения больных по уровню и количеству поврежденных позвонков выявил, что у большинства пациентов (82%) диагностированы компрессионные переломы двух и более позвонков (табл. 6).

Таблица 6

Анализ больных по уровню и количеству компрессионных переломов тел позвонков

Количество сломанных позвонков	Локализация перелома							
	Th1-4		Th5-12		L1-5		Всего	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
1	7	4	16	9	9	5	32	18
2	10	6	33	19	16	9	59	34
3 и более	9	5	68	39	7	4	84	48
Итого	26		117		32		175	
		15		67		18		100

В основной группе пациентов оценивали наличие сопутствующей патологии со стороны опорно-двигательной системы (табл. 7).

Сопутствующая ортопедическая патология у пациентов основной группы

Сопутствующая патология	Отдел позвоночника				Всего
	Верхне-грудной	Средне-грудной	Нижне-грудной	Поясничный	
Идиопатический сколиоз	-	1	2	-	3
Болезнь Шейерман-Мау	4	5	-	-	9
Грыжа Шморля	-	3	3	1	7
Несовершенный остеогенез	-	1	-	-	1
Без сопутствующей ортопедической патологии	2	4	6	-	12

У 38% больных этой группы компрессионные переломы тел позвонков сочетались с болезнью Шейерман-Мау (9), грыжами Шморля (7), идиопатическим сколиозом (3) и даже несовершенным остеогенезом (1). Сопутствующая патология не оценивалась у пациентов контрольной группы в связи с отсутствием данной информации в архивных историях болезни.

В ходе лечения также оценивали варианты и характер применяемого ортезного обеспечения пациентов с компрессионными переломами позвонков грудной и поясничной локализации (табл. 8).

Необходимо отметить, что большинству пациентов 70% были назначены текстильные корсеты, у 11% пациентов ортопедическое снабжение не проводилось, и только у 1% пациентов лечение проводили с использованием жестких фиксирующих ортезов. Все эти пациенты входили в контрольную группу. Всем пациентам основной группы применяли активные

гиперэкстензионные корсеты. Их доля составила 18% от общего числа обследованных (табл. 8).

Таблица 8

Характер ортезирования пациентов

Вариант корсета	Локализация перелома							
	Th1-5		Th6-12		L1-5		Всего	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Текстильный реклинатор	27	15	90	52	5	3	122	70
Жесткий фиксирующий	-	-	2	1	-	-	2	1
Активный гиперреклинирующий	10	6	20	11	2	1	32	18
Ортопедическое обеспечение не проводилось	12	7	5	3	2	1	19	11
Итого	49	28	117	67	9	5	175	100

Все пациенты контрольной группы получали в течение 3 недель стандартное консервативное лечение компрессионного перелома позвоночника, соблюдали строгий постельный режим на кровати с поднятым головным концом под углом 30°. Пациентам осуществляли функциональное вытяжение на кольцах за подмышечные области под собственной массой тела и курс восстановительного лечения по методике Гориневской – Древинг первого периода, физиотерапевтическое лечение и массаж спины. После этого больного в положении лежа переводили из стационара в реабилитационный центр и рекомендовали продолжить восстановительное лечение в течение 1,5–2 месяцев (ЛФК Гориневской – Древинг второго периода). С 31-го дня от момента перелома позвонка осуществляли постановку пациента в коленно-локтевое положение. После выписки из восстановительного центра рекомендовали наблюдение у врача-травматолога по месту жительства, ходьбу не более двух часов одновременно в полужестком корсете с реклинатором. Со 120-го дня от момента

травмы разрешали дозированно сидеть, увеличивая продолжительность сидения ежедневно по 5 минут.

Пациенты основной группы получали консервативное лечение в стационаре, направленное на купирование болевого синдрома, разгрузку передней колонны тела поврежденного позвонка. Терапия заключалась в проведении методики ЛФК 1-го периода по Гориневской – Древинг в течение 10–15 дней. В этот период времени пациенту изготавливали гиперэкстензионный корсет, который надевали ему на 10-е сутки от момента травмы. После снабжения пациента ортезом происходил процесс адаптации к режиму ношения последнего. Адаптация ребенка к корсету происходила в течение пяти дней. 1-й день – корсет носили в течение дня по два часа с перерывом на один час, при этом не рекомендовали для привыкания застёгивать корсет слишком туго. Каждый раз после снятия ортеза тщательно осматривали кожу на предмет потертостей и покраснения. Все покрасневшие участки протирали 45% спиртовым раствором. Перед надеванием корсета обязательно контролировали, чтобы кожа была сухой. На ночь корсет надевать не рекомендовали.

2-й день – корсет рекомендовали носить по три часа в день с перерывом на один час. В обязательном порядке осуществляли контроль за состоянием кожных покровов. В период ночного времени корсет также не рекомендовали надевать.

3-й день – ортез рекомендовали носить по четыре-пять часов в сутки с перерывом на один час. Осуществляли пробное надевание корсета на время ночного сна. Разрешали вставать с постели в корсете одновременно до 5 минут.

4-й день – рекомендовали ношение корсета практически весь день, снимая только по необходимости. Продолжали тщательно следить и оценивать состояние кожных покровов. Разрешали вставать с постели в корсете одновременно до 10 минут.

5-й день – корсет рекомендовали носить в течение всего дня, снимая только по необходимости. Пациенту разрешали вставать с постели в корсете одновременно до 15 минут. После окончания периода адаптации пациента к корсету ему разрешали дозированную вертикальную нагрузку, начиная с 15

минут в день, ежедневно прибавляя по 5 минут в сутки. Режим ношения корсета в течение дня составлял 18 часов, включая сон. Через 8 недель от момента повреждения рекомендовали явку на контрольный осмотр для проверки соответствия ортеза антропометрическим данным пациента и оценки зон давления под пелотами ортеза. При необходимости выполняли коррекцию ортеза. Следующий контрольный осмотр и рентгенографию поврежденного отдела позвоночника осуществляли через 3 месяца. По его результатам (отсутствие болевого синдрома, отсутствие нарастания клиновидной деформации поврежденного позвонка или его восстановление) разрешали дозированно сидеть. На всех этапах корсетного лечения пациентам рекомендовали выполнять ЛФК для формирования собственного мышечного корсета.

В последующем пациенту регулярно назначали контрольный осмотр каждые три месяца от момента травмы в течение 1–1,5 лет. При удовлетворительном результате лечения (отсутствие болевого синдрома, восстановление высоты и формы тел поврежденных позвонков) пациенту рекомендовали этапную отмену ортеза. Процесс отвыкания от корсета осуществляли следующим образом в течение 3–5 месяцев:

1. Разрешен сон без корсета на всю ночь.
2. В течение 1,5–3 месяцев постепенно уменьшали общее время ношения корсета. Начинать следует с 1 часа в день в течение первого месяца. Затем увеличивали время на 15–30 минут каждую последующую неделю, достигнув к концу третьего месяца 6 часового нахождения без корсета. При этом пациенту рекомендовали исключить осевые нагрузки на позвоночник и сидение.
3. При сохраняющейся восстановленной высоте поврежденного позвонка и отсутствии болевого синдрома, что определяется клинико-рентгенологическими методами, осуществляли дальнейшее увеличение времени нахождения пациента без корсета. Постепенно разрешали дозированно сидеть без ортеза. При благоприятном состоянии спустя указанное время пациент в течение еще 1,5–2 месяцев отвыкал от корсета,

используя его только при длительном вынужденном положении сидя, например, занятия в школе.

2.2. Методы исследования

В работе использовали следующие методы исследования: клинический, рентгенологический, магнитно-резонансной томографии и статистический, которые позволили объективно оценить характер травматических изменений позвоночника, а также величину компрессии, степень и темпы восстановления высоты тела поврежденного позвонка после консервативного лечения и ортопедического лечения.

2.2.1. Клинический метод исследования

Важное значение в клиническом исследовании после травмы позвоночника у пострадавшего имели данные анамнеза, позволяющие установить у пациента обстоятельства травмы позвоночника, наличие болевого синдрома и его выраженность при помощи визуально-аналоговой шкалы с рисунками счастливых и несчастливых лиц для детей старше 3 лет (Wong D. et al., 1986). Последняя представляет собой линейку длиной 10 см, одна сторона, которой разбита на 10 делений по 1 см, а на обратной стороне, предназначенной для пациента, изображены пиктограммы эмоционального отражения отсутствия или наличия различной по интенсивности боли на лице. Визуально-аналоговая шкала представлена на рисунке 6.

Вербальная шкала VRS состоит из четырех показателей интенсивности боли: отсутствие боли, слабая, умеренная и интенсивная боль. Цифровая рейтинговая шкала NRS состоит из 11 пунктов от 0 («боли нет») до 10 («худшая боль, какую можно представить»). Больной должен поставить вертикальную линию поперек указанной горизонтальной в том месте, которое более всего соответствует интенсивности боли. Шкала лиц с рисунками счастливых и несчастливых лиц удобна для работы с детьми старше трех лет.

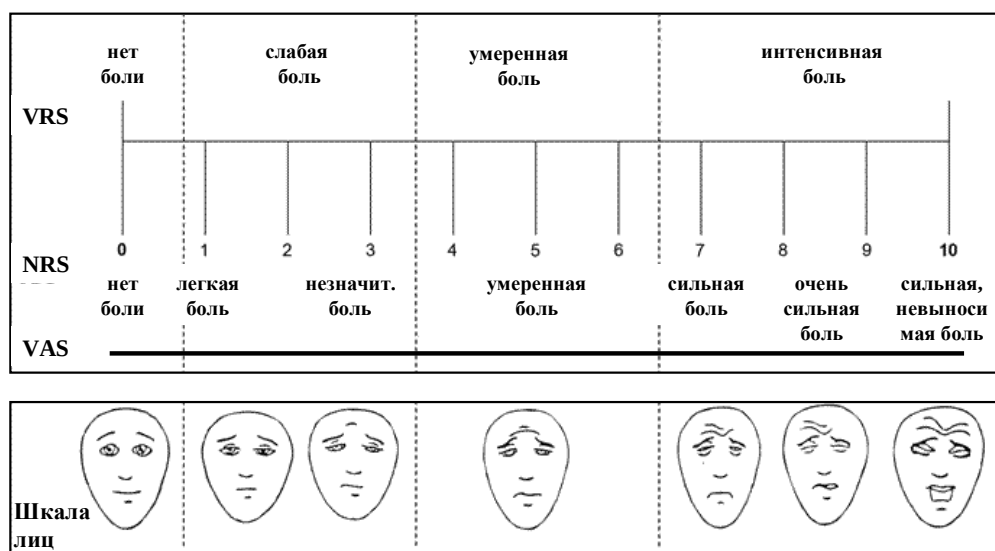


Рисунок 6. Шкалы, используемые для оценки интенсивности боли

При объективном осмотре обращали внимание на локализацию и выраженность кифотической деформации поврежденного сегмента позвоночника, самостоятельную или провоцируемую болезненность в этой зоне, что необходимо для обоснования проведения лучевых методов исследования.

Для проведения диссертационного исследования разработана «Анкета больного с компрессионным переломом позвоночника» (приложение).

2.2.2. Лучевой метод

Базовым методом диагностики переломов позвоночника являлась рентгенограмма поврежденного отдела позвоночника в двух стандартных проекциях (прямая и боковая) (Садофьева В.И., 1986). По рентгенограммам до лечения оценивали характер повреждения тела позвонка, величину кифоза грудного отдела позвоночника и степень компрессии тела поврежденного позвонка. На этапах и после проведенного курса консервативного лечения по рентгенограммам осуществляли оценку величины коррекции кифоза и темпы восстановления высоты тела поврежденного позвонка.

В основной группе пациентов проводили рентгенографию поврежденного отдела позвоночника в положении лежа и стоя с учетом возможности последующего ортезирования позвоночника.

Оценку рентгенограмм проводили следующим образом: рентгенограммы фотографировали цифровым фотоаппаратом с негатоскопа, после чего расчерчивали с использованием программы AutoCAD 2010 по методике Н. Vinz (1964) и определяли индекс клиновидности.

Клиновидность тела позвонка и его компрессию оценивали как на снимках в боковой и переднезадней проекциях. Степень компрессии при изолированном повреждении тела 1-го позвонка у детей определяли по методике, предложенной Н. Vinz (1964), который выделял четыре степени компрессии тела позвонка: до 90% от первоначальной высоты передней колонны позвонка – незначительная, до 80% – ясная, до 70% – значительная и менее 70% – тяжелая. Вычисляли в процентах соотношение высоты вентрального отдела сдавленного позвонка и полусуммы высот вентральных отделов выше- и нижележащих позвонков (рис. 7).

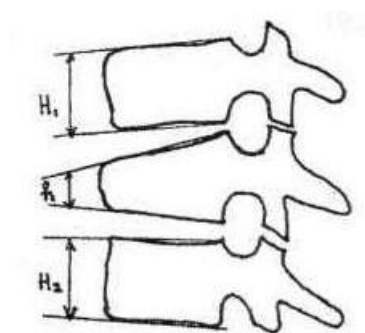


Рисунок 7. Расчет степени компрессии тела позвонка по Н. Vinz (1964)

При множественных повреждениях смежных тел позвонков использовали методику определения индекса клиновидности для тела каждого позвонка, который вычисляли как соотношение высоты переднего контура тела и высоты заднего контура тела (рис. 8).

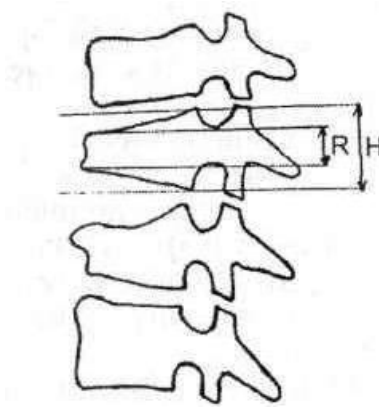


Рисунок 8. Расчет индекса клиновидности позвонка при компрессионном повреждении смежных позвонков: H – высота дорсального контура; R – высота вентрального контура

При компрессии этот индекс (ИК) колебался в пределах от 0,65 до 0,95. При легкой степени компрессии ИК составлял до 0,85, при средней степени – от 0,84 до 0,70, при тяжелой степени ИК составлял менее 0,69 (Андрушко Н.С. с соавт., 1977; Корнилов Н.В. с соавт., 2000). Физиологический индекс клиновидности тел позвонков у детей 6–8 лет наиболее выражен на уровне Th4–Th9 и составляет от 0,91 до 0,95. У детей 9–12 лет индекс клиновидности этих же позвонков колебался в пределах 0,92–0,94. В возрастной группе 13–15 лет он был наименьшим – от 0,96 до 0,99.

Контрольную рентгенографию позвоночника выполняли один раз в шесть месяцев.

2.2.3. Магнитно-резонансная томография

В настоящее время для окончательной постановки диагноза у пациентов детского возраста с компрессионными переломами позвоночника после осуществления рентгенографии поврежденного отдела позвоночника в двух проекциях выполняют магнитно-резонансную томографию (МРТ) этого же сегмента. МРТ исследование является обязательной процедурой в комплексном обследовании пациентов с компрессионным переломом тел позвонков.

Рекомендуемый стандартный протокол МРТ исследования при повреждениях позвоночника включает следующие импульсные последовательности:

- 1) T2-ВИ в корональной плоскости;
- 2) T2-ВИ в сагиттальной плоскости;
- 3) T1-ВИ в сагиттальной плоскости;
- 4) T2 SPAIR (жироподавление) в сагиттальной плоскости;
- 5) T2-ВИ в аксиальной плоскости;
- 6) МР-миелография.

Критерием компрессионного перелома тела позвонка по данным МРТ служит клиновидная деформация тела позвонка более 10% в сочетании с гиперинтенсивным неоднородным сигналом на T2ВИ SE и обязательно в импульсной последовательности T2 SPAIR (жироподавление), что морфологически соответствует трабекулярному отеку и кровоизлиянию в губчатом веществе. Именно клиновидная деформация тела позвонка за счет снижения высоты вентральной колонны и гиперинтенсивный сигнал от него является абсолютными признаками компрессии тела позвонка (рис. 9).



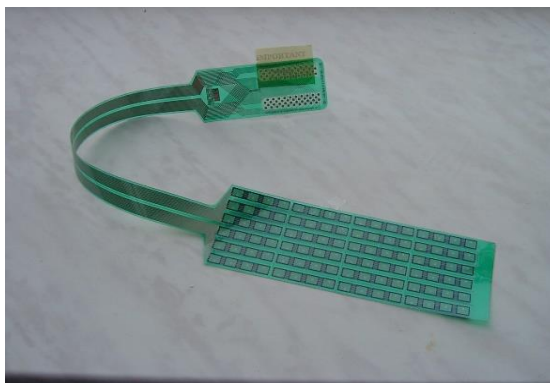
Рисунок 9. МРТ признаки перелома позвонка: стрелкой указан компримированный позвонок

Усиление сигнала позвонков («свечение») на основании данных МРТ исследования говорит о нарушении кровообращения в костной ткани в результате травмы и отека костного мозга.

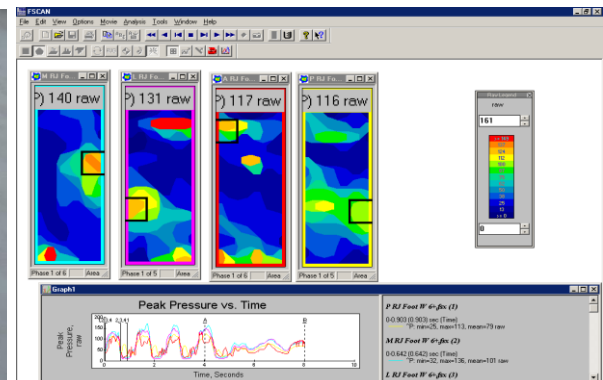
2.2.4. Динамография под основными пелотами гиперэкстензионного корсета на комплексе «F-Socket»

Всем пациентам, лечившимся с использованием гиперэкстензионных корсетов, проводили динамографию для оценки давления оказываемого основными пелотами корсета. Обследование проводили с применением программно-аппаратного комплекса «F-Socket» на базе отдела биомеханических исследований опорно-двигательной системы совместно со старшим научным сотрудником Гусевым М.Г.

Программно-аппаратный комплекс (ПАК) «F-Socket» представляет собой матричные измерители давления в виде пластин толщиной 0,2 мм. С помощью кабельной связи результаты измерения с этих пластин передаются в компьютер и обрабатываются специальной программой «F-Scan». Результаты исследований представляются на мониторе топологией давления (графическая карта распределения давления по датчику), динамической траекторией центра давления, графиками суммарного давления на измерителях (рис. 10).



а



б

Рисунок 10. Пленочные многосенсорные датчики (а) и отображение первичной информации в окне программы ПАК «F-Socket» (б)

ПАК «F-Socket» мы использовали, учитывая малую толщину его измерительных пластин, для оценки давления между телом пациента и основными пелотами корсета.

Многосенсорные датчики ПАК «F-Socket» (рис. 11) крепились при помощи клейкой прозрачной ленты на внутреннюю поверхность корсета в местах максимального давления – в подключичной области спереди, а также в паравертебральных зонах, на один позвонок ниже поврежденного, сзади.



Рисунок 11. Размещение датчиков под основными пелотами

Первичной информацией с ПАК «F-Socket» являлась топограмма давления на матричных измерителях давления; график изменения давления во времени на каждом из измерителей; график изменения суммарного давления. Анализировались следующие характеристики: распределение нагрузки в подключичной области тела пациента, распределение нагрузки в паравертебральных областях на один позвонок ниже поврежденного в обычном состоянии и при активном вдохе (табл. 9).

Особое внимание уделяли оценке изменения давления под пелотами в моменты вдоха с целью подтверждения активного механизма коррекции корсета.

Основные анализируемые характеристики и критерии оценки, получаемые
с ПАК «F-Socket»

Характеристика распределения нагрузки	Критерии оценки
В подключичной области в обычном состоянии	Нагрузка распределяется равномерно по всей области контакта тела пациента с подключичными пелотами, с небольшим преобладанием в центральной области сенсора, отсутствие отдельных зон выраженной перегрузки
В подключичной области при активном вдохе	Нагрузка распределяется равномерно по всей области контакта тела пациента с подключичными пелотами, с небольшим преобладанием в центральной области сенсора, отсутствие отдельных зон выраженной перегрузки. Значительное увеличение давления по всей поверхности сенсора
В паравертебральных областях, на один позвонок ниже поврежденного в обычном состоянии	Нагрузка распределяется равномерно, по всей поверхности датчика, отсутствие отдельных зон перегрузки
В паравертебральных областях, на один позвонок ниже поврежденного при активном вдохе	Нагрузка распределяется равномерно, по всей поверхности датчика, отсутствие отдельных зон перегрузки. Значительное увеличение давления по всей поверхности сенсора

Протокол обследования включал в себя ряд функциональных тестов для определения уровня суммарного давления, размеров области контакта, уровня пикового давления, приходящегося на основные опорные участки тела пациентов (табл. 10).

Перечень и описание функциональных тестов

Наименование теста	Описание функционального теста
Регистрация в покое стоя	Определение уровня суммарной нагрузки на зоны давления в процессе покоя стоя
Регистрация при ходьбе	Определение уровня пиковых нагрузок и их локализации в процессе естественной локомоции
Регистрация при максимальном вдохе	Определение уровня пиковых нагрузок и их локализации в процессе максимального сгибания вдоха

2.2.5. Статистический метод

Расчеты проводили методом первичной медицинской статистики. Количественные показатели обрабатывали путем сравнения значения статистики с критическим значением соответствующего распределения Фишера при заданном уровне значимости. Применяли график «ящик с усами» для сравнения распределений между основной и контрольной группами в начале и в конце лечения. Для оценки различий значений параметров между двумя независимыми малыми выборками (основная и контрольная группы) по ИК и СК, которые определяли количественно, вычисляли критерий Манна – Уитни.

ГЛАВА 3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОРРИГИРУЮЩЕГО КОРСЕТА НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕФЕКТНОГО ПОЗВОНКА

3.1. Математическое моделирование

В рамках диссертационного исследования выполнена работа по моделированию влияния корригирующего корсета на напряженно-деформированное состояние поврежденного позвонка. Исследование выполнено совместно с научным сотрудником ОАО «Центральный научно-исследовательский институт материалов» Ермолаевым Виктором Александровичем. Цель этой части исследования заключалась в разработке математической модели взаимодействия поврежденного позвонка при его компрессионном переломе и гиперэкстензионного корсета. Это исследование позволило доказать активное влияние ортеза на компримированное тело позвонка путем обеспечения разгрузки передней колонны поврежденного сегмента позвоночника, а также условий для восстановления высоты, формы и консолидации травмированного тела позвонка.

3.2. Материалы и методы моделирования

Расчет напряженно-деформированного состояния позвонков производили методом конечных элементов с помощью программы Femap 10.0. В ходе исследования определяли следующие свойства позвонков: модуль упругости 15 ГПа, коэффициент Пуассона 0,2, плотность 1800 кг/м³, а также свойства дисков: модуль упругости 15 МПа, коэффициент Пуассона 0.48, плотность 1200 кг/м³. Модель части позвоночника состояла из ~ 18 000 тетраэдрических элементов и содержала ~ 25 000 узлов.

Для оценки влияния корригирующего гиперэкстензионного корсета на напряженно-деформированное состояние поврежденного позвонка рассмотрены две модели участка грудного отдела позвоночника. В одной модели (неповрежденный позвоночник) здоровые позвонки условно представлены короткими цилиндрами диаметром 50 мм и высотой 20 мм, общее количество позвонков составляло 10. Вторая модель включала поврежденный позвонок с легкой степенью компрессии со снижением высоты передней колонны до $1/3$. Ниже дефектного позвонка располагались два здоровых позвонка с такими же параметрами размеров, что и у модели здорового позвоночника, и цилиндрическими дисками диаметром 50 мм и высотой 5 мм (рис. 12).

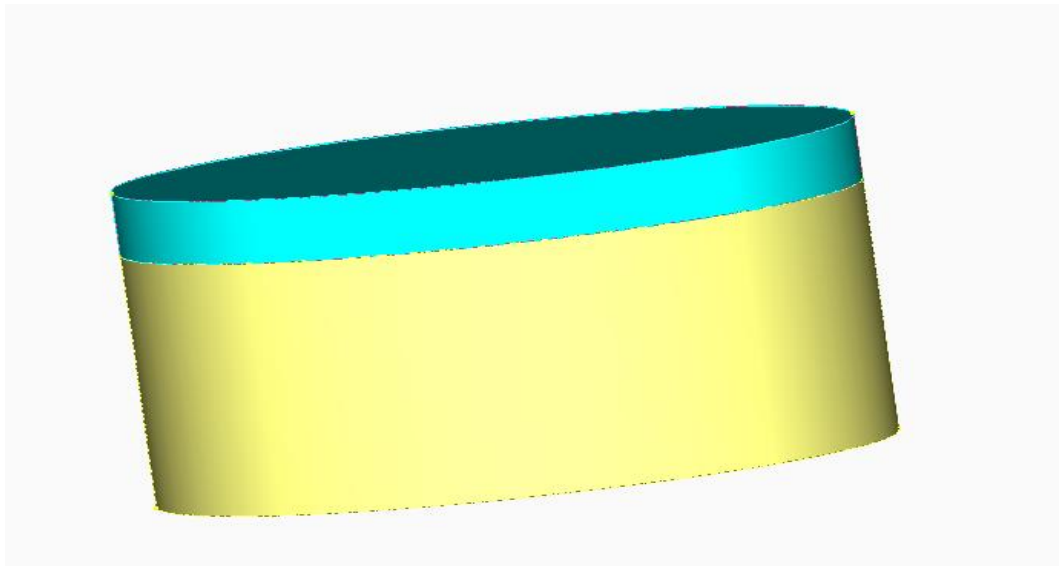


Рисунок 12. Вид здорового позвонка с диском, расположенным ниже дефектного позвонка

Выше компримированного позвонка располагались семь здоровых позвонков. Для придания естественной кривизны позвоночника в сагиттальной плоскости диски между верхними позвонками представлены также цилиндрами диаметром 50 мм, но с наклонной верхней плоскостью – угол наклона относительно основания диска составлял 4 градуса. Таким образом, толщина дисков с одной стороны составляла 5 мм, а с другой – 8,5 мм (рис. 13).

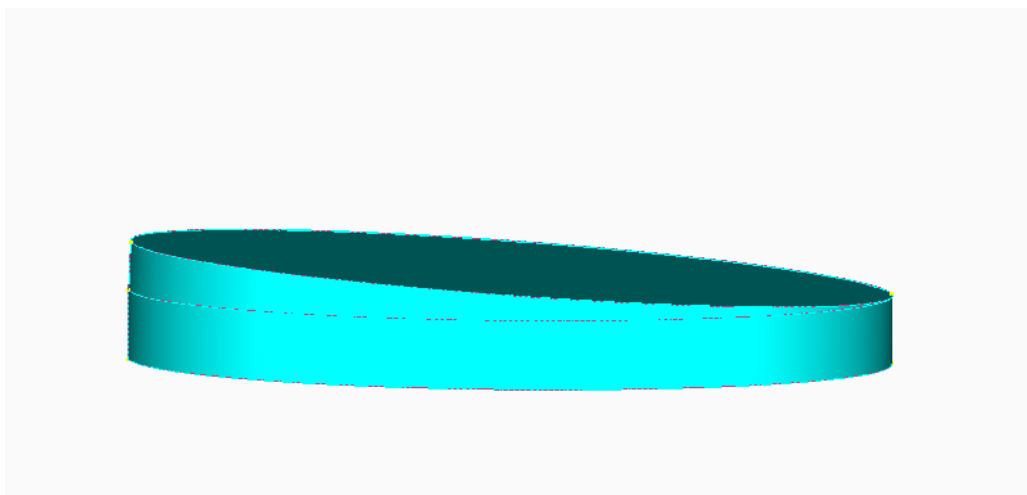


Рисунок 13. Форма диска в верхней (над дефектным позвонком) части модели

Поврежденный (компримированный) позвонок имел форму цилиндра диаметром 50 мм с разной высотой вдоль сагиттальной плоскости: 20 мм с одной стороны и 13,3 мм с другой (рис.14).

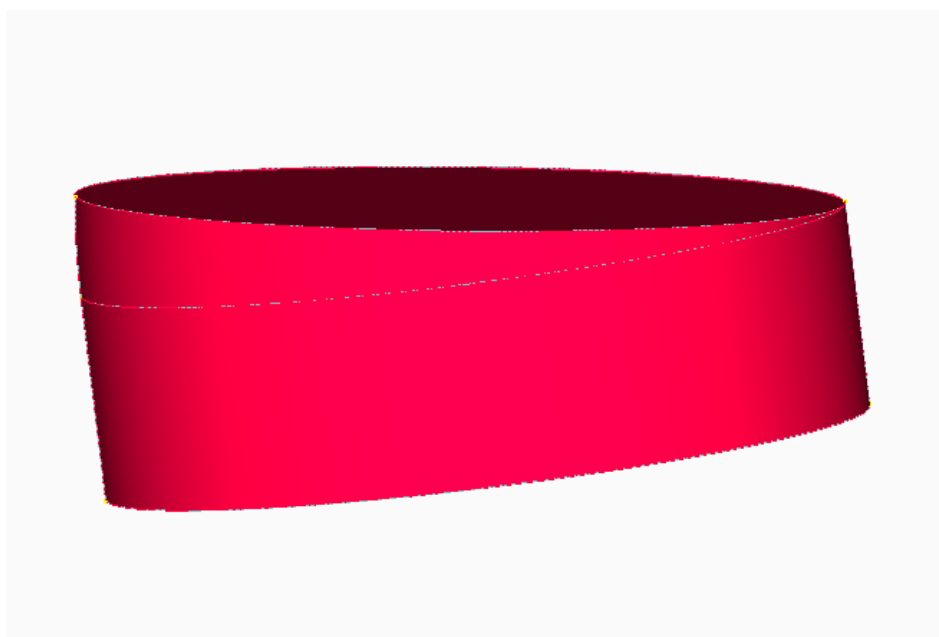


Рисунок 14. Вид поврежденного позвонка

Общий вид модели здорового и травмированного позвоночника представлен на рисунке 15. Поврежденный позвоночник отличался от здорового только наличием компримированного позвонка с повреждением передней колонны.

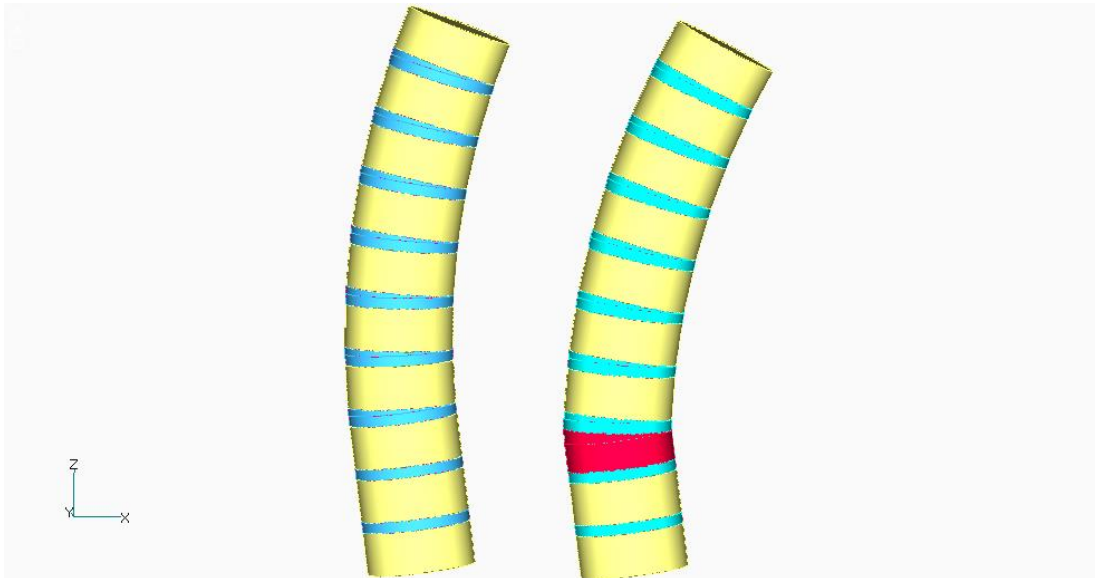
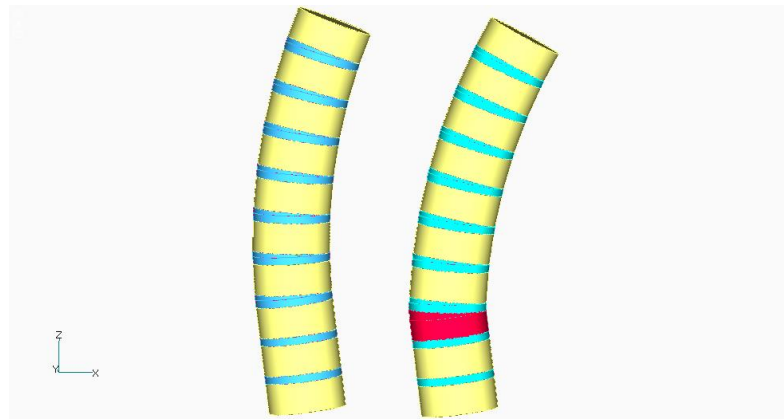
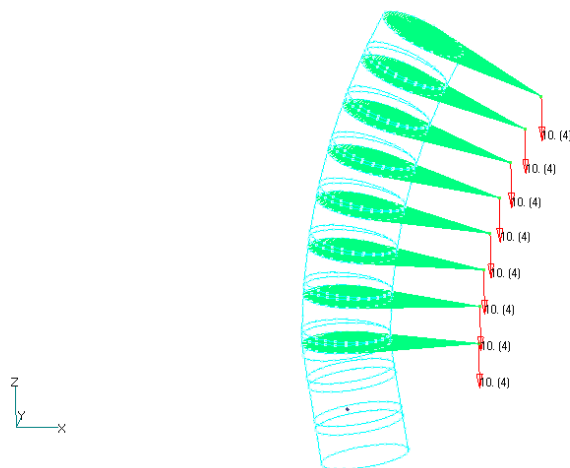


Рисунок 15. Общий вид модели здорового (слева) и дефектного (справа) позвоночника. Компримированный позвонок выделен красным цветом

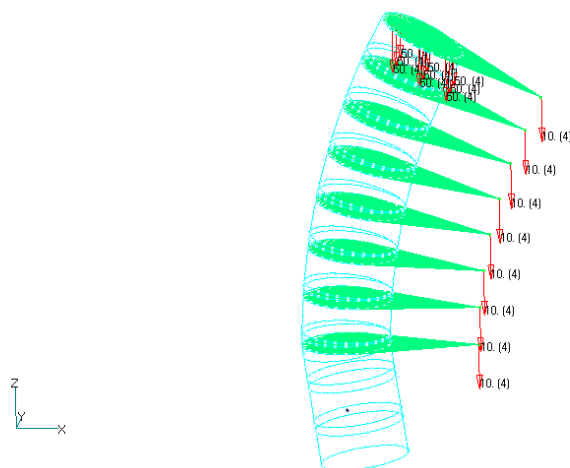
Для определения влияния гиперэкстензионного корсета на состояние травмированного позвонка первоначально рассматривали действие сил тяжести на здоровый и дефектный позвоночник ребенка 12 лет (антропометрические данные взяты по средним статистическим данным 3-4 коридора центильных таблиц (Мазурин А.В., 2000)). С учетом этого на первый грудной позвонок действует вертикальная сила, имитирующая вес головы и шеи, равная 50 Н. Сила направлена в отрицательном направлении оси Z основной системы координат. Кроме того, на позвоночник действует сила тяжести средней части туловища. Центр масс этой части туловища несколько смещен вперед относительно позвоночника, поэтому вес средней части туловища моделировали вертикальными силами величиной 10 Н, приложенными к позвоночно-двигательному сегменту (узел модели), расположенными на расстоянии 75 мм от центра позвонка. Эти узлы жестко связаны с верхними поверхностями позвонков. Таким образом, на рисунке 16 представлена система сил, имитирующая действие веса тела на позвоночник.



а



б



в

Рисунок 16. Система сил, имитирующая действие веса тела на позвоночник:
 а – силы, действующие на первый грудной позвонок; б – силы, действующие на узлы, связанные жесткими элементами (изображены зеленым цветом) с позвонками; в – полная система сил, действующих на позвоночник

Поскольку часть позвоночника ниже места перелома фиксируется в корсете, на нижнем позвонке модели были заданы граничные условия в виде ограничения движения во всех трех плоскостях.

Для сравнения напряженно-деформированного состояния здорового и дефектного позвоночника рассмотрим нормальные напряжения, действующие на верхнюю замыкательную пластинку 8-го грудного позвонка. Нормальные напряжения (компонента Z в основной системе координат) действуют перпендикулярно плоскости позвонка и при данной системе сил являются наибольшими по величине. Именно нормальные напряжения определяют возможность и темпы восстановления дефектного позвонка. Сжимающие силы напряжения условно считаются отрицательными, а растягивающие – положительными.

На рисунке 17 представлена цветовая диаграмма пространственного распределения нормальных напряжений на 8-й грудной позвонок здорового позвоночника. В правой части рисунка находится цветовая шкала, показывающая соответствие цветов определенному диапазону напряжений в МПа. Из рисунка видно, что в передней части позвонка напряжения сжимающие, а в задней части – растягивающие. Такое распределение напряжений объясняется тем, что приложенные силы смещены вперед относительно центра позвонка и вызывают некоторый дополнительный изгиб в сагиттальной плоскости. На 8-й позвонок в поврежденной модели позвоночника распределение напряжений аналогично, но их величина несколько больше (рис. 18).

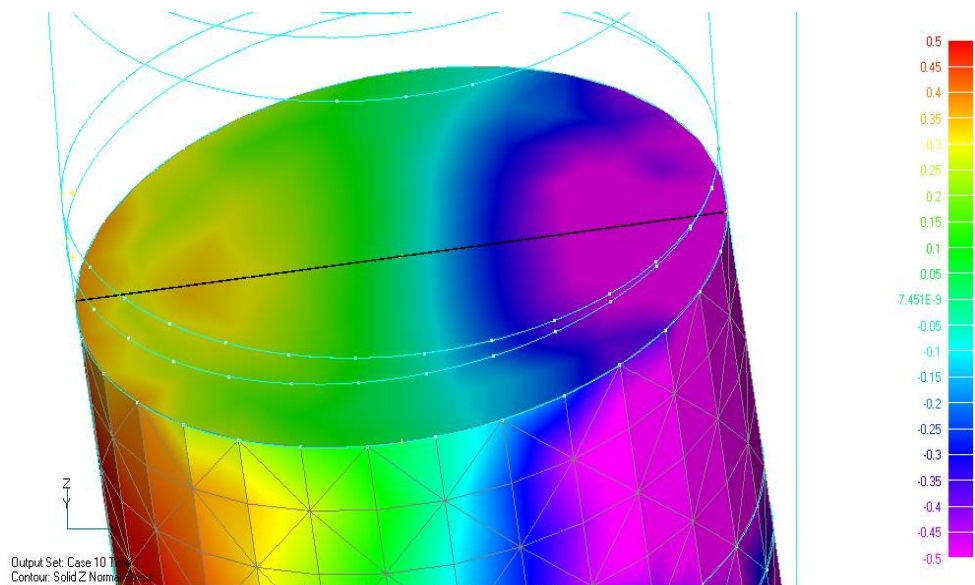


Рисунок 17. Распределение напряжений от веса тела на 8-й грудной позвонок
здорового позвоночника

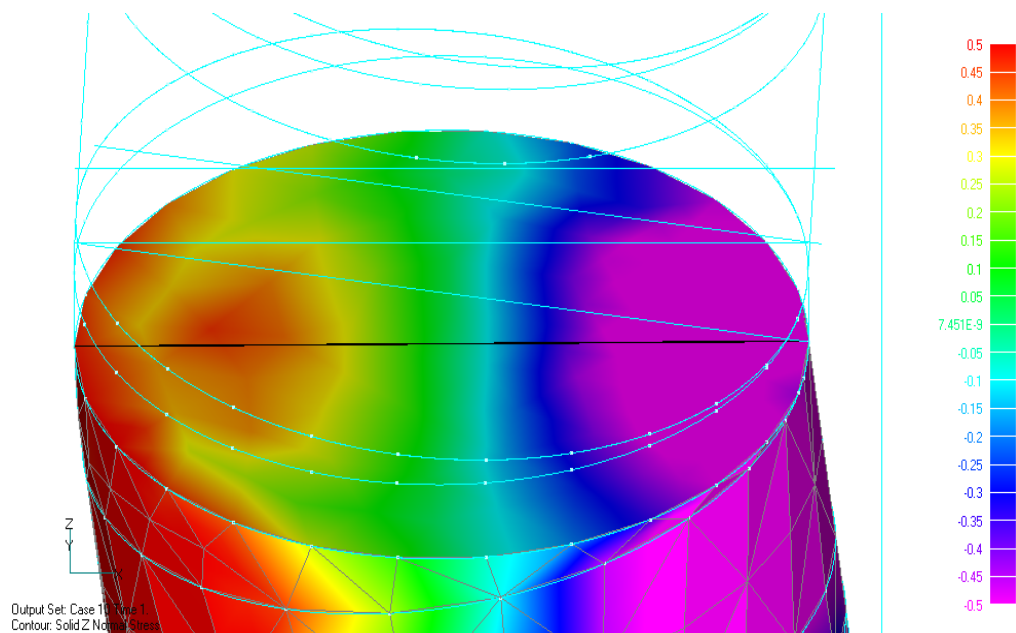


Рисунок 18. Распределение напряжений от веса тела на 8-й грудной позвонок
поврежденного позвоночника

Из рисунков 17 и 18 видно, что силы напряжения распределены симметрично относительно сагиттальной плоскости, и наибольшие значения напряжения имеют на линии пересечения плоскости позвонков с сагиттальной плоскостью (линия черного цвета на рис. 17 и 18, далее «средняя линия»). Более точное представление о величине напряжений дает зависимость напряжений вдоль этой линии (рис. 19).

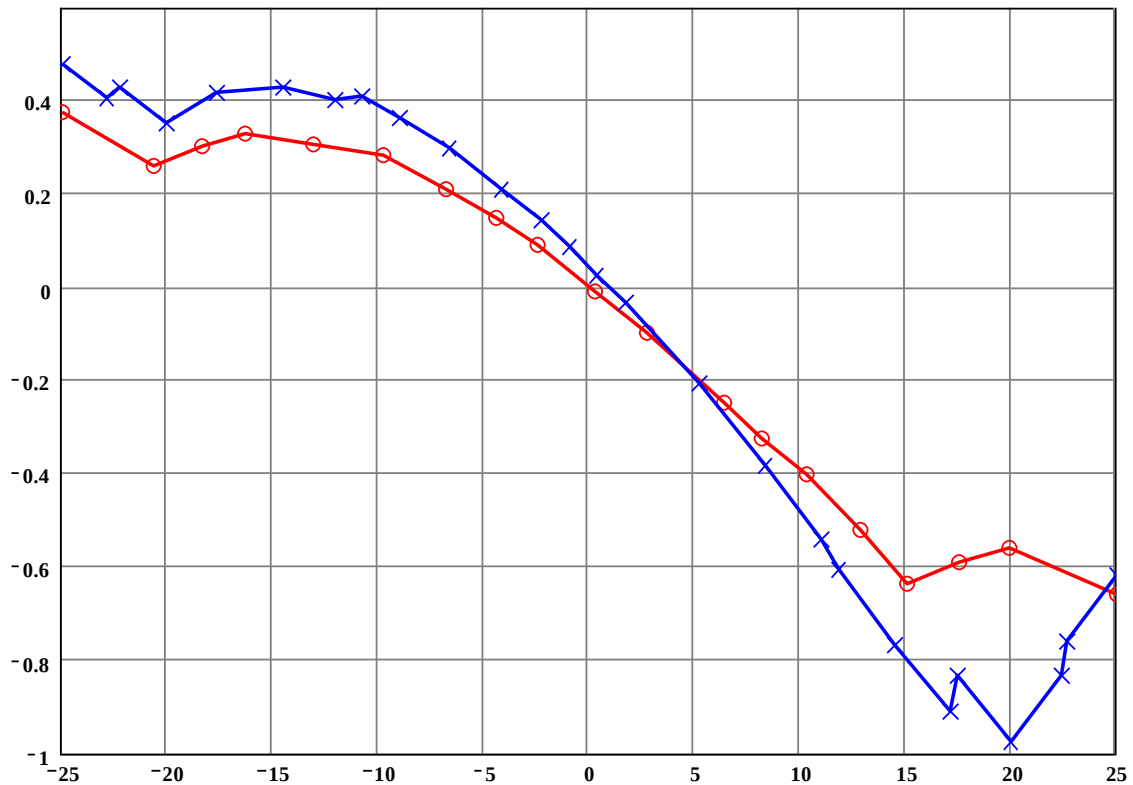


Рисунок 19. Зависимость нормальных напряжений вдоль средней линии на 8-й грудной позвонок здорового (красная линия) и поврежденного (синяя линия) позвоночников

Так как начальный изгиб дефектного позвоночника больше, чем здорового, то под действием веса туловища пациента оказывается большее напряжение в компримированном позвонке. Наибольшая разница наблюдается в передней части позвонков, где напряжения сжимающие.

Корригирующий корсет должен создать условия разгрузки для поврежденного позвонка, что необходимо для восстановления его высоты и консолидации. Рассмотрим, как изменятся напряжения, вызванные весом тела пациента в дефектном позвонке, если к позвоночнику приложить силы, противоположные направлению изгиба позвоночника, посредством пелотов разработанного корсета. Пелоты предложенного ортеза располагались соответственно на один позвонок ниже поврежденного и в подключичных областях. При этом результирующая сила действия пелотов ортеза оказывается в переднезаднем направлении.

На рисунке 20 изображена система сил, имитирующая воздействие разработанного корсета на дефектный отдел позвоночника. Силы так же приложены к дополнительным узлам модели, как и вес средней части туловища, но направлены в отрицательном направлении оси X основной системы координат. Для краткости далее эту силу будем называть «восстанавливающей».

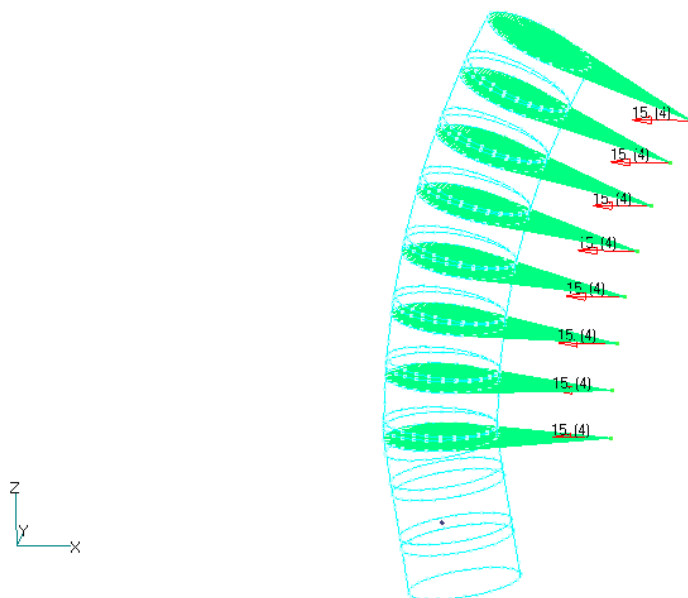


Рисунок 20. Система сил, имитирующая воздействие корсета на дефектный
позвоночник

На рисунках 21–23 представлены пространственные распределения нормальных напряжений в дефектном позвонке при величине восстанавливающей силы 5, 10 и 15 Н на один узел модели соответственно.

Видно, что при силе 5 Н на узел модели распределение напряжений в дефектном позвонке практически такое же, как и в 8-м грудном позвонке здорового позвоночника (рис. 21). С ростом восстанавливающей силы как сжимающие, так и растягивающие напряжения уменьшаются (рис. 22, 23).

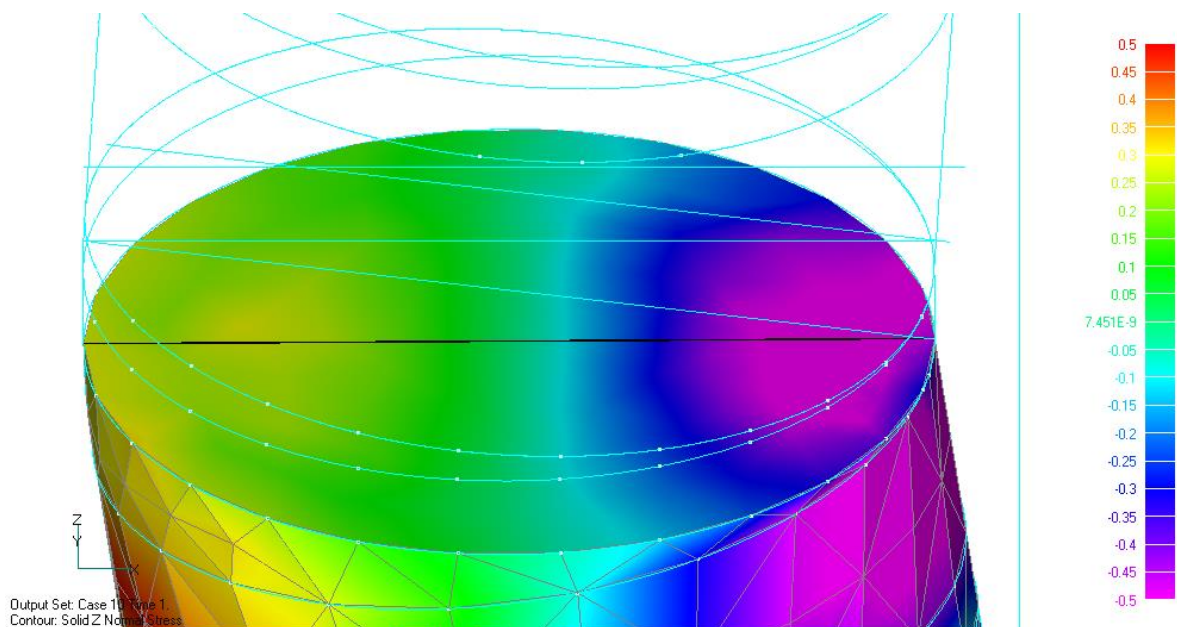


Рисунок 21. Распределение напряжений в 8-м грудном позвонке поврежденного позвоночника при восстанавливающей силе 5 Н на узел модели

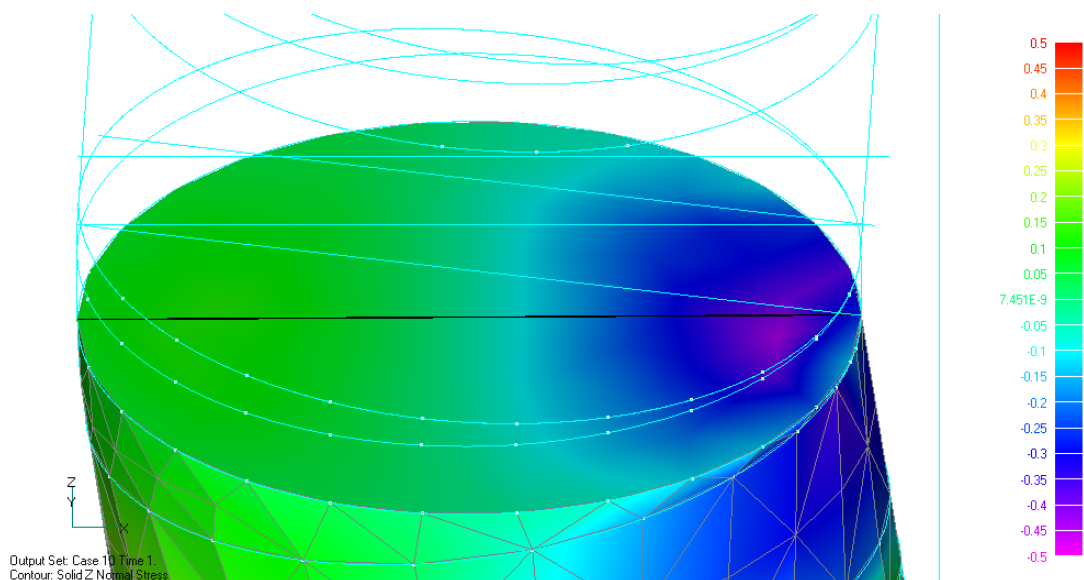


Рисунок 22. Распределение напряжений в 8-м грудном позвонке поврежденного позвоночника при восстанавливающей силе 10 Н на узел модели

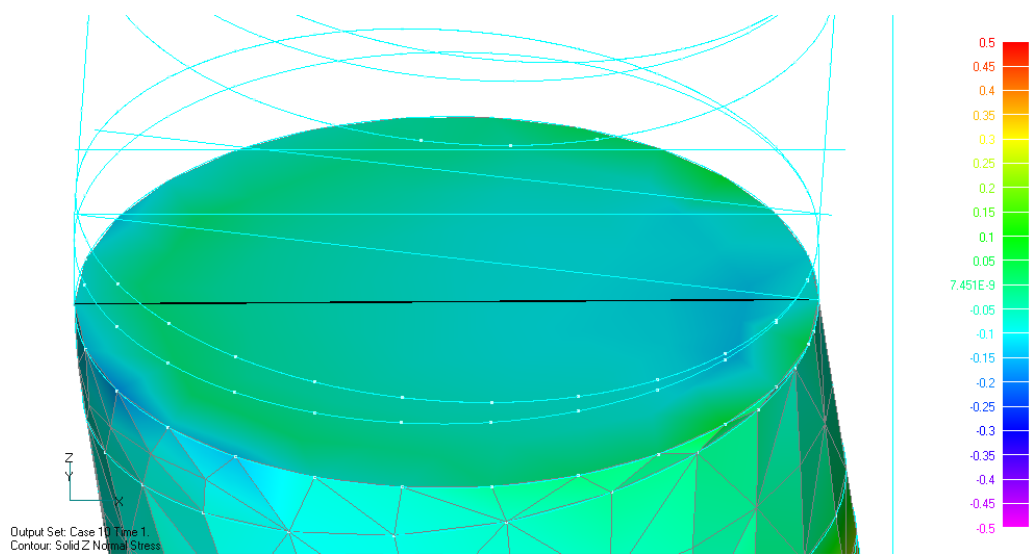


Рисунок 23. Распределение напряжений в 8-м грудном позвонке поврежденного позвоночника при восстанавливающей силе 15 Н на узел модели

Более точное представление о величине напряжений дает зависимость напряжений вдоль средней линии при разных значениях восстанавливающей силы. При восстанавливающей силе 15 Н дефектный позвонок практически полностью разгружен (рис. 24).

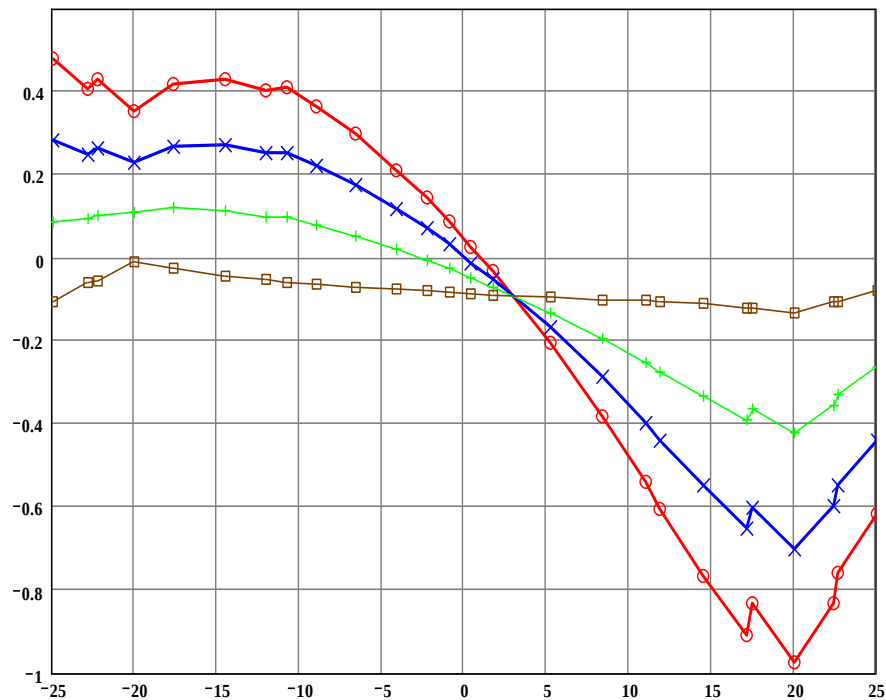


Рисунок 24. Зависимость нормальных напряжений вдоль средней линии в 8-м грудном позвонке поврежденного позвоночника без восстанавливающей силы (красная линия), при восстанавливающей силе 5 Н (синяя линия), 10 Н (зеленая линия) и 15 Н (коричневая линия) на узел модели

При действии восстанавливающей силы напряженно-деформированное состояние позвонков изменяется в зависимости от их расположения. До сих пор рассматривался только дефектный позвонок в позвоночнике с переломом. На рисунке 25 представлены диаграммы распределения напряжений нормальных напряжений на верхних плоскостях дефектного и двух верхних позвонков при восстанавливающей силе 15 Н на узел модели. Видно, что дефектный позвонок полностью разгружен, а в верхних позвонках сохраняется сжимающие напряжения со стороны груди, причем, чем дальше позвонок от дефектного, тем выше эти напряжения. Аналогичная картина наблюдается и в нижних позвонках, но сжимающие напряжения расположены со стороны спины (рис. 26). Конечно, значения напряжений в дефектном позвонке – это наиболее важный фактор с

точки зрения его восстановления. Однако окончательное определение оптимального для лечения значения восстанавливающей силы следует производить с учетом уровня напряжений, как в дефектном, так и в здоровых смежных позвонках.

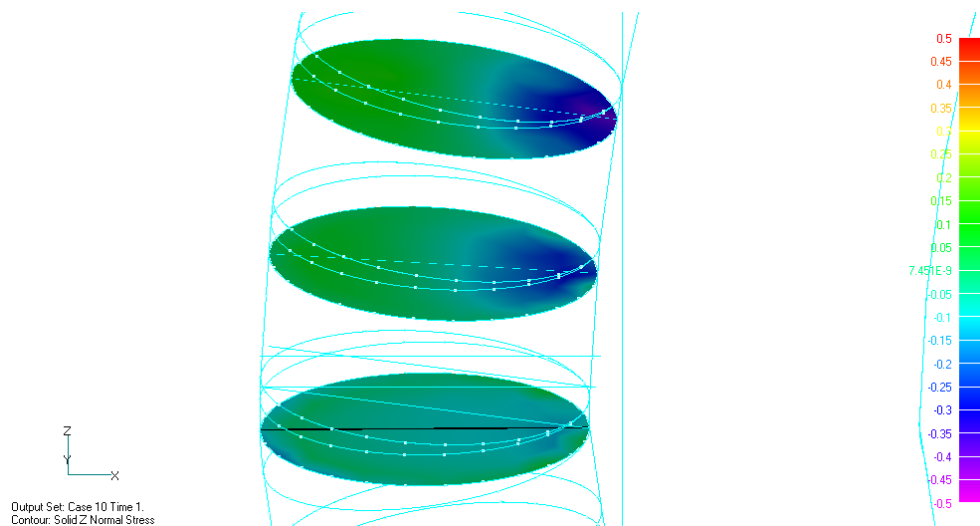


Рисунок 25. Распределение напряжений на верхних плоскостях дефектного позвонка (плоскость со средней линией) и двух здоровых позвонках над ним при восстанавливающей силе 15 Н на узел модели

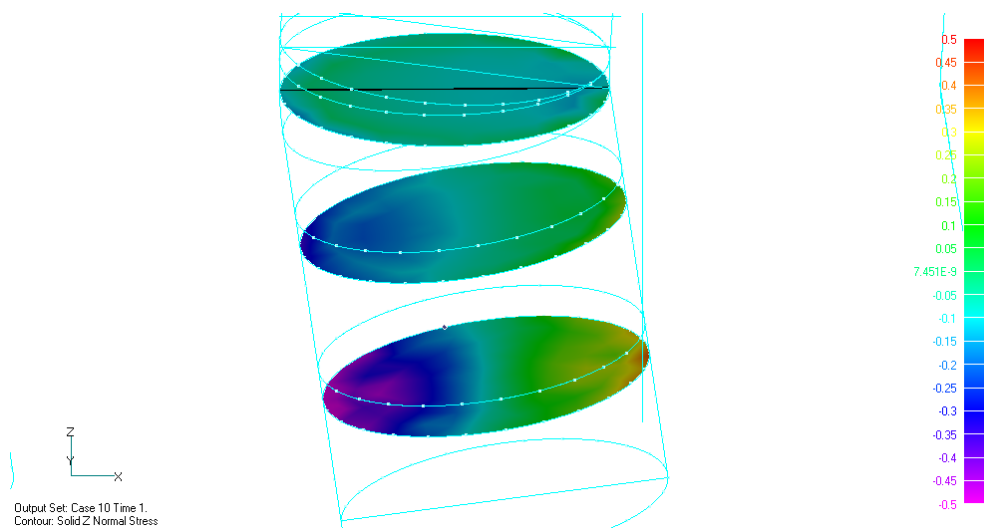


Рисунок 26. Распределение напряжений на верхних плоскостях дефектного позвонка (плоскость со средней линией) и двух здоровых позвонках под ним при восстанавливающей силе 15 Н на узел модели

3.3. Результаты

Таким образом, в результате создания математической модели травмированного отдела позвоночника и анализа влияния на него гиперэкстензионного корсета установлено:

1) напряжения сил, вызванные весом тела, больше в поврежденном позвонке, чем в аналогичном по расположению позвонке здорового позвоночного столба;

2) при действии силы, направленной против направления изгиба позвоночника, напряжения в поврежденном позвонке уменьшаются и при значении силы 15 Н практически равны нулю, то есть происходит его полная разгрузка;

3) эффект разгрузки при этом имеет локальный характер – соседние с компримированным позвонки при силе 15 Н сохраняют свое напряжение, которое тем больше, чем дальше расположены позвонки от поврежденного позвонка;

4) окончательный выбор оптимального для лечения значения восстанавливающей силы следует делать на основе напряженно-деформированного состояния как дефектного (в первую очередь), так и соседних здоровых позвонков позвоночника.

Представленная математическая модель взаимодействия поврежденного позвоночника и ортеза объясняет его воздействие на поврежденный позвонок и подтверждает возможность его применения в клинической практике.

ГЛАВА 4

МЕТОДИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГИПЕРЭКСТЕНЗИОННЫХ АКТИВНО-КОРРИГИРУЮЩИХ КОРСЕТОВ ПРИ КОМПРЕССИОННЫХ ПЕРЕЛОМАХ ПОЗВОНОЧНИКА

4.1. Принцип действия гиперэкстензионного корсета

С 2009 года в ФГБУ «СПб НЦЭПР им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России на основе технологии корригирующих корсетов Жана Жака Шено у больных с идиопатическим сколиозом велись разработки и внедрение в клиническую практику первого в России активно-корригирующего гиперэкстензионного ортеза для лечения пациентов детского возраста с компрессионными переломами тел позвонков грудной (патент РФ на полезную модель № 136337 от 14 февраля 2014 года, патент РФ на полезную модель № 147 от 15 октября 2015 года) и поясничной локализации.

Данный корсет обеспечивает полноценную разгрузку передней колонны тела поврежденного позвонка за счет комбинации пассивного давящего гиперэкстензионного воздействия в области перелома в сочетании с активными механизмами воздействия, включающими в себя дыхание, потенции роста пациента детского возраста, а также ограничение сгибание туловища вперед. Подобный корсет является сложным медико-техническим изделием, обеспечивающим антидеформирующее воздействие сил на компримированные позвонки в ортезе.

Пассивный механизм коррекции обеспечивается за счет давления на определенные с помощью спондилограмм участки туловища по принципу действия сил в трех точках относительно травмированного тела позвонка (рис. 27).

Активный механизм воздействия основан на увеличении коррекционного потенциала пелотов корсета в процессе нормального физиологического дыхания.

Дыхательные экскурсии грудной клетки создают условия для расправления объема легочной ткани и усиления экстензии в момент вдоха.

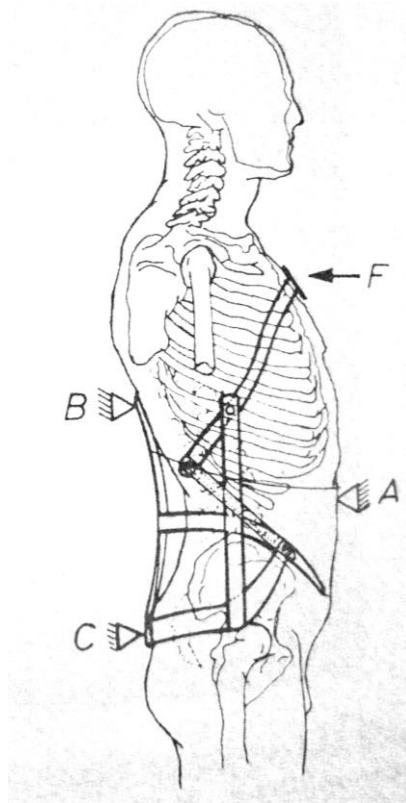


Рисунок 27. Пассивный механизм коррекции обеспечиваемый корсетом
А, В, С – точки стабилизации; F – место приложения коррегирующий силы

Вертикальный рост ребенка в гиперэкстензионном корсете происходит в биомеханически правильном направлении, что приводит к постепенному восстановлению формы, высоты и размеров тел позвонков, пораженных в результате компрессионного механизма повреждения.

Таким образом, гиперэкстензионный корсет является не просто фиксирующим экзоскелетом, а ортопедическим средством влияния на восстановление высоты и формы тела поврежденного позвонка, имеющего клиновидную деформацию в результате компрессионного перелома, в процессе физиологического роста ребенка и акта дыхания. Этот процесс обеспечивается за счет разгрузки ростковых зон замыкательных пластинок тел, поврежденных и клиновидно деформированных позвонков, а также создания биомеханически правильного направления сил, позволяющих надежно зафиксировать и разгрузить

травмированные отделы позвонков, не ограничивая темпы естественного роста в процессе активного акта дыхания.

4.2. Тактика ведения пациентов с компрессионным переломом позвоночника в гиперэкстензионном корсете

В основе успеха консервативной терапии с использованием такого рода корсетов лежит не только качество изготовления изделия, но и программа снабжения и ведения пациента в корсете. Общая продолжительность корсетотерапии до достижения полного восстановления формы тел поврежденных позвонков составляет от 1 года до 1,5 лет. Длительность корсетотерапии зависит от степени компрессии поврежденных позвонков, сопутствующих заболеваний (несовершенный остеогенез, подростковый остеопороз). Такая длительность корсетного лечения требует тщательной проработки тактики ведения пациента в корсете, в течение которой неоднократно необходимо корректировать режим ношения и фиксации корсета путем регулирования застежками ортеза величины давления пелотов на тело пациента. Процесс корсетного лечения состоит из нескольких основных этапов.

Первый этап (5–7 дней) является наиболее сложным – это адаптация пациента к корсету. К концу данного периода время ношения корсета постепенно должно достигать 21 часа в сутки.

1-й день. Корсет рекомендовали носить в течение дня по два часа с перерывом на один час. При этом не следует в этот период застёгивать корсет слишком туго. Каждый раз после снятия корсета необходимо досконально осматривать кожные покровы на предмет гиперемии, появления потертостей и пролежней. Все покрасневшие участки необходимо обрабатывать 45% спиртовым раствором. Перед одеванием корсета обязательно проследить, чтобы кожные покровы были чистыми и сухими. На ночь корсет можно не одевать. В этот период вставать с постели можно только по необходимости.

2-й день. В этот день рекомендовано носить корсет по три часа с перерывом на один час. В этот период времени необходимо также осуществлять контроль за

кожными покровами. На ночь корсет можно не одевать. Вставать с постели разрешается только по необходимости.

3-й день. Рекомендовано носить корсет по четыре-пять часов с перерывом на один час. В этот период времени корсет одевают на время сна в течение четырех-пяти часов. С этого дня пациенту разрешается вставать с постели в корсете на 10–15 минут.

4-й день. Рекомендовано носить корсет весь день, снимая только по мере необходимости и для осуществления гигиенических процедур. В этот период времени разрешается находиться в корсете в вертикальном положении одновременно до 20–25 минут.

5-й день. Рекомендовано носить корсет в течение всего дня, снимая только по мере необходимости. Разрешается вставать с постели в корсете одновременно до 25–30 минут.

Второй этап (продолжительность 3–6 месяцев) – это период корсетной коррекции травмированного тела позвонка. В основе данного этапа лежит достижение полной разгрузки поврежденного позвоночно-двигательного сегмента в течение короткого периода времени. Наступление полного сращения поврежденных позвонков в результате компрессионного перелома продолжается в течение 3–6 месяцев и зависит от степени компрессии поврежденного тела позвонка, возраста пациента, локализации перелома, а также от соблюдения пациентом режима, предъявляемого к корсетному лечению и медицинского качества самого ортеза. В течение этапа корсетной коррекции необходимо ношение качественно затянутого корсета не менее 18–21 часа в сутки, включая ночной период, при этом время нахождение в вертикальном положении не ограничено, начиная с 2–3 месяцев после травмы, в корсете разрешено сидеть. Рекомендованы занятия лечебной физической культурой продолжительностью не менее часа в день, направленные на укрепления мышц спины, брюшного пресса и формирования физиологически правильной осанки.

Третий этап (продолжительностью до 6 месяцев) – этап корсетного удержания достигнутой полной коррекции компримированного тела позвонка по

рентгенологическим признакам – индекс клиновидности или определение степени компрессии тела позвонка по Н. Vinz (1964). Длительность данного периода может достигать до 1 года от момента травмы. Время ношения корсета для пациентов, находящихся на этапе удержания коррекции, может быть сокращено до 10–14 часов в сутки, то есть ограничено только дневным ношением ортеза. Сидеть можно только в корсете, время нахождения в вертикальном положении не ограничено. Рекомендовано продолжать занятия лечебной физкультурой.

Этап отмены корсета (3 месяца при повреждении позвонков грудного отдела позвоночника и 5 месяцев при повреждении позвонков в поясничном отделе) должен проходить под строгим врачебным контролем со стороны травматолога и протезиста. В течение данного этапа постепенно снижается время дневного ношения корсета. Через 1,5 месяца для грудных позвонков и через 3 месяца для поясничных позвонков время нахождения ребенка без корсета должно составлять 16 часов в сутки, включая сон. При этом пациенту рекомендуется исключить осевые нагрузки на позвоночник и сидеть без корсета не более 1 часа одновременно. В течение оставшихся 1,5–2 месяцев пациент отвыкает от корсета, используя его только при длительном вынужденном положении сидя, например, при занятиях в школе. Полная отмена корсета возможна после рентгенологического подтверждения полного восстановления поврежденного позвонка.

4.3. Процесс изготовления гиперэкстензионного корсета

4.3.1. Изготовление гипсового негатива

У пациентов в остром периоде после травмы слепок снимается в положении лежа или стоя «на четвереньках» путем наложения гипсовых бинтов от ягодич до лопаточно-грудинного уровня с формированием усиленной смоделированной поясничной талии над крыльями подвздошных костей (рис. 28).



Рисунок 28. Формирование тазовой части гипсового негатива.

Вид спереди (а) и вид сзади (б)

Затем по телу пациента моделируются надплечевые и подмышечные лонгеты, после чего закрепляются к гипсовому негативу турами гипсовых бинтов. Негатив разрезается по вентральной поверхности вдоль центральной линии, проходящей от грудины до симфиза и снимается с пациента (рис. 29).

Изготовление гипсового позитива производится путем заполнения полости негатива гипсовым раствором.

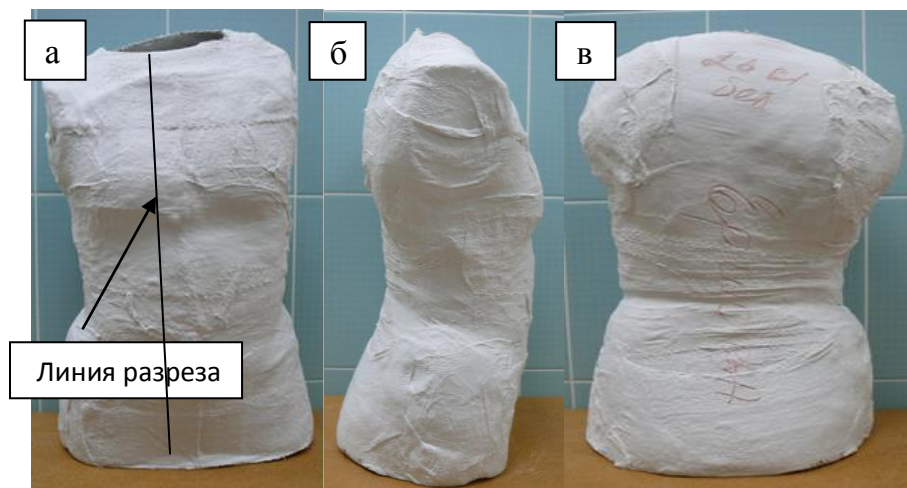


Рисунок 29. Готовый гипсовый негатив.

Вид спереди (а), сбоку (б) и сзади (в)

4.3.2. Коррекция и обработка гипсового позитива

Данный этап производства является наиболее сложным и ответственным в изготовлении ортеза и производится только квалифицированным специалистом.

Разметка слепка осуществляется, учитывая уровень компримированного позвонка, который определяется рентгенологическим путем, на позитиве слепка планируются зоны пелотов с помощью анатомических ориентиров (ключицы, углы лопаток, крылья подвздошных костей). Далее при обработке позитива в областях отметок моделируются следующие пелоты: подключичные, брюшной, паравертебральные и тазовый.

Подключичные пелоты имеют следующие границы: сверху ключицы, латерально – плечевой сустав, снизу – IV ребро, медиально – грудина. Пелоты должны оказывать давление спереди-назад и снизу-вверх. Максимум нагрузки должен приходиться на верхний отдел подключичных пелотов во фронтальном направлении спереди-назад. При обработке подключичной области нагружается только верхний отдел грудной мышцы.

Брюшной пелот оказывает давление во фронтальной плоскости спереди-назад, максимально – в мезогастрии. Верхний край пелота повторяет нижний край реберной дуги. Нижний край проходит по линии: верхне-передние ости гребней подвздошных костей – паховые связки – лобковый симфиз.

Тазовый пелот оказывает давление во фронтальной плоскости сзади-вперёд с максимумом на середине ягодиц. Выполняет роль фиксатора таза в сагиттальной плоскости.

Паравертебральные пелоты выбираются на позитиве таким образом, чтобы оказывали давление в зоне на один позвонок ниже поврежденного позвонка снизу-вверх и сзади-вперёд. Максимальное давление, создаваемое паравертебральными пелотами, должно приходиться на сегмент, находящийся под компримированным позвонком (рис. 30).

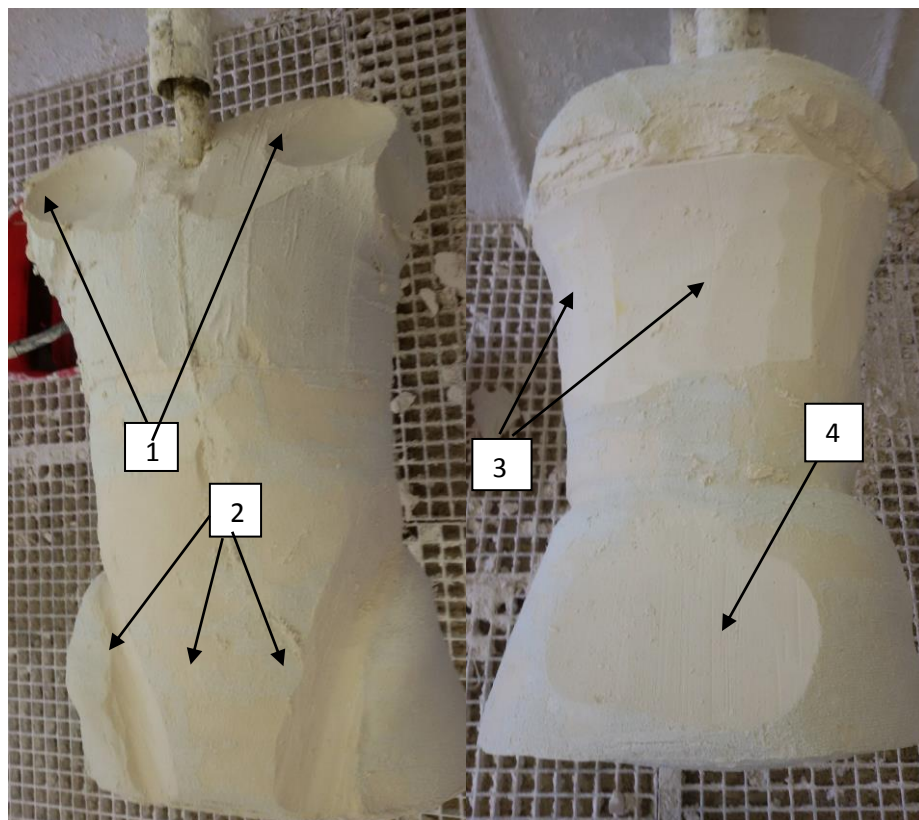


Рисунок 30. Расположение пелотов на позитиве слепка: 1 – подключичные пелоты; 2 – тазовый пелот; 3 – паравертебральные пелоты; 4 – тазовый пелот

Поверхность гипсового позитива должна быть ровной, без бугров и раковин (рис. 31).



Рисунок 31. Изготовленный гипсовый позитив

В качестве примера приведено изготовление гипсового позитива гиперэкстензионного корсета на грудной отдел позвоночника, так как в этом отделе наиболее часто встречаются компрессионные переломы позвоночника у детей.

4.3.3. Изготовление гильзы корсета

Для изготовления гильзы корсета используется полиэтилен низкого давления (ПНД) толщиной 5 мм. Разогретый лист ПНД блокируется по подготовленному позитиву с использованием вакуумного насоса (рис. 32). Заготовка размечается маркером, после чего разрезается с использованием виброножа по вентральной или сагиттальной поверхности (в зависимости от модели корсета) с целью снятия заготовки с позитива. После того как заготовка срезана, производится обработка краев гильзы на шлифовально-фрезерном станке. После обработки краев гильзы осуществляется размещение двух креплений корсета в виде застежек «ВЕЛКРО».



Рисунок 32. Блоковка полиэтиленовой гильзы корсета

4.3.4. Примерка и подгонка гильзы корсета

При выдаче корсета осуществляется его первичная примерка и подгонка. Корсет надевается на пациента, после чего при необходимости осуществляется подрезка краев гильзы для обеспечения максимального комфорта ношения. При необходимости увеличения давления под пелотами, как правило, при избыточной массе тела, возможно усиление гильзы корсета металлическими шинами или проклейка зон пелотов вспененным пенополиэтиленом. Эта ситуация возникает при массе пациента более 70 кг.

Технический результат в ортопедическом гиперэкстензионном корсете на грудной отдел позвоночника достигается тем, что он содержит выполненную с упорами для посадки на гребни подвздошных остей полиэтиленовую гильзу с образованными на ее передней внутренней поверхности двумя пелотами, обеспечивающими возможность давления в подключичных областях, и двумя пелотами, размещенными на задней внутренней поверхности гильзы, обеспечивающими давление паравертебрально на один позвонок ниже поврежденного сегмента.

Ортопедический гиперэкстензионный корсет на грудной отдел позвоночника содержит выполненную с боковым разрезом (позиция 7), элементами крепления (позиция 5) и упорами для посадки на гребни подвздошных остей, брюшным пелотом (позиция 2), полиэтиленовую гильзу (позиция 1) с образованными на ее передней внутренней поверхности двумя подключичными пелотами (позиция 3), обеспечивающими возможность давления в подключичных областях. Двумя паравертебральными пелотами, размещенными на задней внутренней поверхности гильзы (позиция 4), обеспечивающими давление паравертебрально на один позвонок ниже уровня поврежденного сегмента. Ортопедический гиперэкстензионный корсет на грудной отдел позвоночника содержит элементы крепления (позиция 5), выполненные в виде застежек «ВЕЛКРО» (рис. 33).

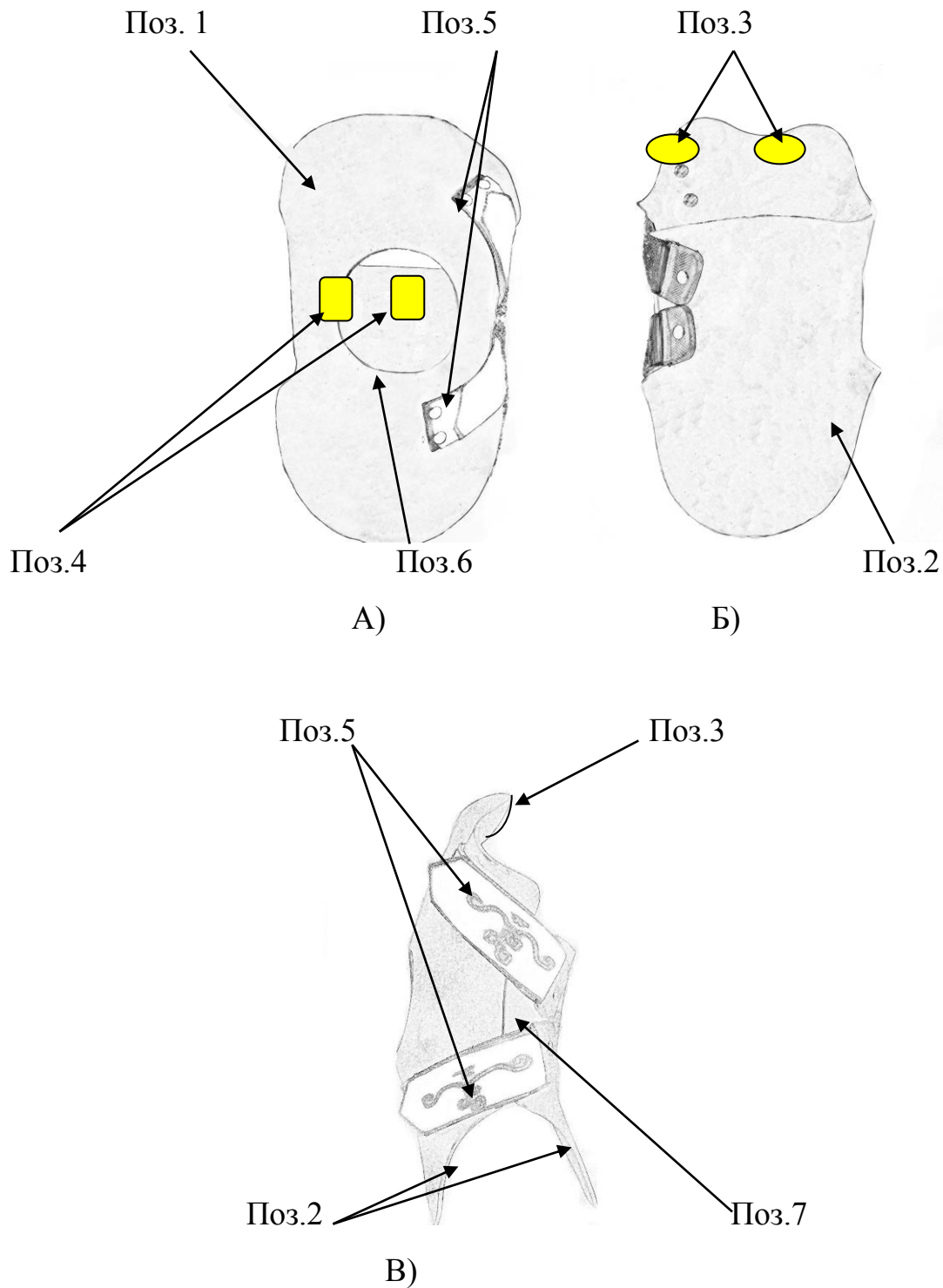


Рисунок 33. Ортопедический гиперэкстензионный корсет грудного отдела позвоночника: А – вид спереди; Б – вид сзади и В – вид сбоку, где позиция 1 – полиэтиленовая гильза; позиция 2 – упоры для посадки на гребни подвздошных остей и брюшной пелот; позиция 3 – подключичные пелоты; позиция 4 – паравертебральные пелоты; позиция 5 – элементы крепления в виде застежек «ВЕЛКРО»; позиция 6 – вентиляционное окно

Ортопедический гиперэкстензионный корсет на грудной отдел позвоночника используется следующим образом. В положении лежа на туловище пациента надевается корсет. При этом упоры (позиция 2) полиэтиленовой гильзы (позиция 1) должны быть расположены на гребнях подвздошных остей. После этого необходимо проверить соответствие положения пелотов (позиция 3) подключичным ямкам. Затем корсет необходимо застегнуть при помощи крепления «Велкро» (позиция 5). После этого пациента можно вертикализировать и проверять расположение паравертебральных пелотов (позиция 4). Снимается корсет в положении лежа в обратной последовательности.

4.4. Модели гиперэкстензионных корсетов

В зависимости от локализации повреждения выделяют 4 основных типа моделей используемых корсетов, отличающихся местом приложения результирующих гиперэкстензионных сил:

Гиперэкстензионный корсет на грудной отдел позвоночника (патент РФ № 136337 от 14 февраля 2014 года) при повреждении передних отделов тел позвонков на уровне Th5-Th12 (процесс изготовления представлен выше). Паравертебральные пелоты располагаются на уровне позвонка ниже поврежденного, передние в подключичных областях и надлобковой областью (рис. 34).



Рисунок 34. Гиперэкстензионный корсет на грудной отдел позвоночника

Гиперлордозирующий корсет на поясничный отдел позвоночника при компрессионных переломах тел позвонков на уровне L1-L5. Конструкция данного изделия состоит из полиэтиленовой гильзы с разрезом по латеральной поверхности. Давящие паравертебральные пелоты располагаются на уровне поврежденных позвонков с захватом выше- и нижележащих, при условии, что повреждено не более 2-х позвонков. В случае более протяженного повреждения (более 2-х позвонков) пелоты располагается только на уровне зоны перелома. При этом давление оказывается на паравертебральные области. По вентральной стороне пелоты также располагаются с учетом принципа трехточечного воздействия. Вместо подключичных пелотов используется грудинный пелот, который располагается от нижнего края реберной дуги по среднеключичной линии до середины грудины. Вместо брюшного пелота применяется подвздошно-лонный пелот, который оказывает давление на передние верхние подвздошные ости и лонное сочленение. С целью улучшения субъективных ощущений пациента данные пелоты блокируются с использованием изоляционной вкладки толщиной 10 мм. Формируется конструкция гильзы корсета – «закрытый таз». При этом механизм действия корсета ведёт к увеличению поясничного лордоза со смещением нагрузки на межпозвонковые суставы (рис. 35).



Рисунок 35. Гиперлордозирующий корсет на поясничный отдел позвоночника

Гиперэкстензионный корсет на верхнегрудной отдел позвоночника (патент РФ № 147767 от 15 октября 2014 года) при повреждении передних отделов тел позвонков на уровне Th2-Th4. Конструктивно данная модель представляет собой гиперэкстензионный корсет на грудной отдел позвоночника при компрессионных переломах тел позвонков на уровне Th5-Th12, соединенный с полужестким головодержателем из педилена толщиной 10 мм, заблокированным по модели посредством конструкции из металлических шин. Последняя состоит из центральной осевой шины, соединенной с гильзой корсета в проекции оси позвоночника, и «подковы», крепящейся к головодержателю посредством кожаных петлевых креплений (рис. 36).

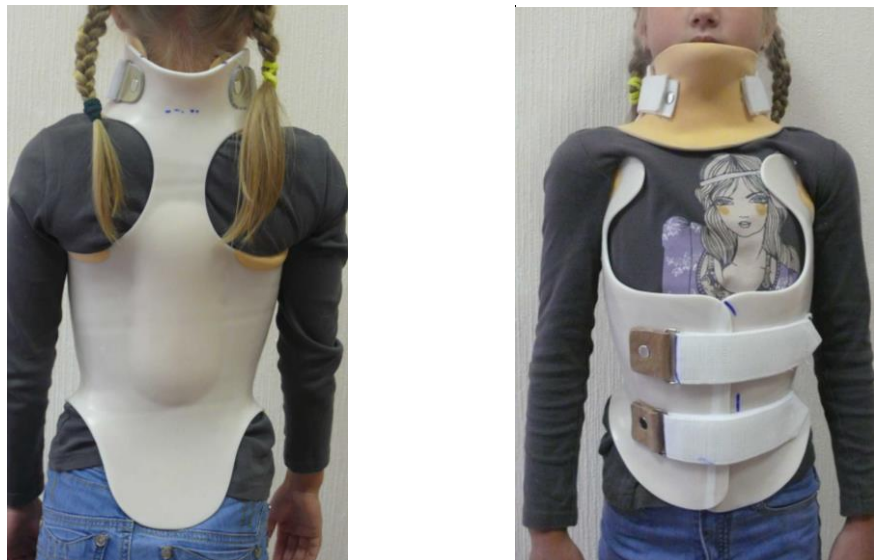


Рисунок 36. Гиперэкстензионный корсет на верхнегрудной отдел позвоночника

Комбинированный тип корсета на грудной и поясничный отделы позвоночника при сочетанном повреждении передних отделов тел грудных и поясничных позвонков. Тазовая и поясничная части корсета аналогичны таковым у гиперлордирующего корсета, при этом паравертебральные пелоты продлеваются выше для осуществления лучшей реклинации грудного отдела. По вентральной поверхности корсета подключичные пелоты располагаются в области подключичных ямок, подвздошно-лонный пелот оказывает давление на передние верхние подвздошные ости и лонное сочленение (рис. 37).

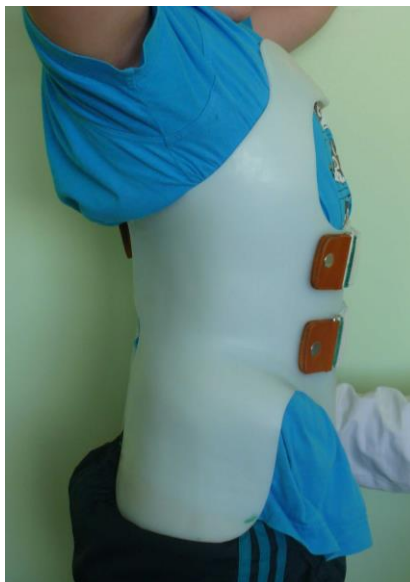


Рисунок 37. Комбинированный тип корсета на грудной и поясничный отделы позвоночника

Описанные выше варианты активно-корригирующих ортезов обладают максимальной терапевтической эффективностью за счет адекватного и индивидуального соответствия формы корсета телу пациента, досконального выбора точек воздействия сил путем рентгенологического анализа локализации пораженных позвонков и восстановления физиологического соотношения лордоза и кифоза, а также использования активных механизмов коррекции путем усиления реклинации в момент дыхания пациента.

Также в рамках диссертационного исследования разработана и внедрена в практическое применение шина для гиперэкстензионного корсета с возможностью регулировок давления путем изменения угла наклона пелота. Данная шина применяется вместо подключичных пластиковых пелотов, при необходимости увеличения давления под пелотами, а также у детей с массой тела больше 70 кг (рис. 38).

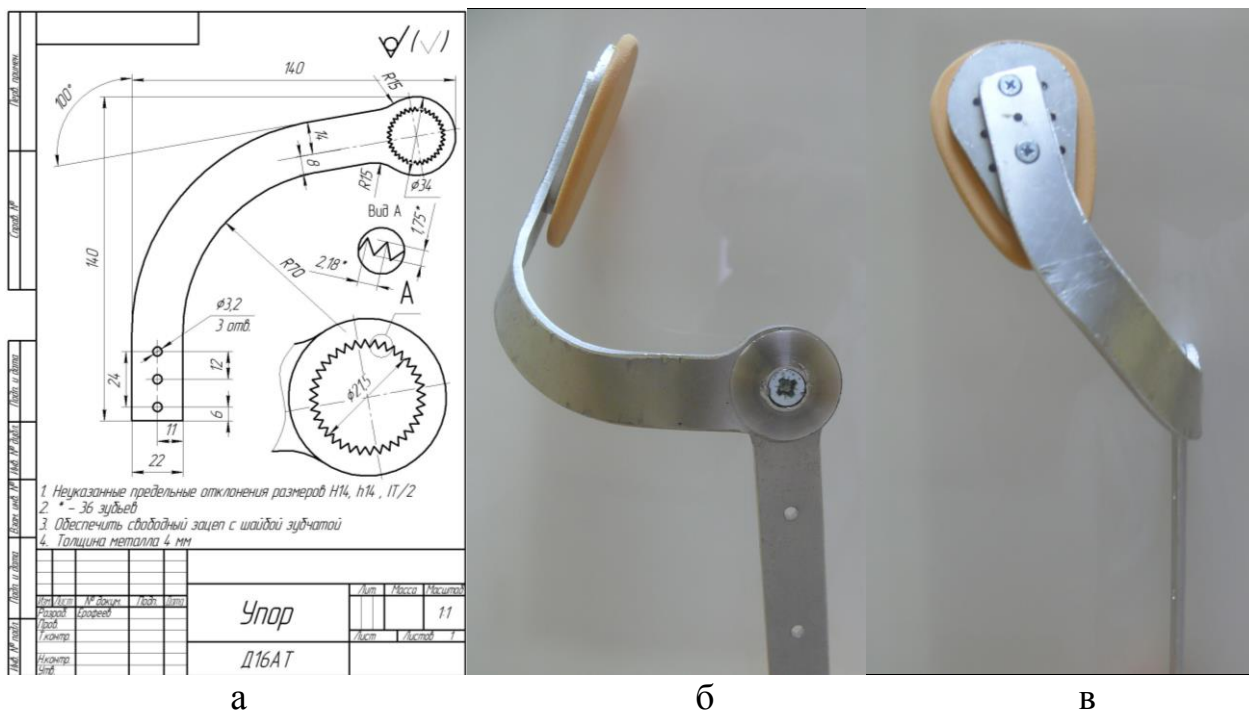


Рисунок 38. Шина для гиперэкстензионного корсета с возможностью регулировок давления: а – чертеж шины; б – вид шины в профиль; в – вид шины фас

4.5. Медико-технические требования к гиперэкстензионным ортезам

В ходе исследования определены и разработаны следующие медико-технические требования к гиперэкстензионным ортезам:

- Назначение, вид корсета, его конструктивные особенности определяет врач-ортопед на основании данных лучевых методов исследования.
- Корсет должен состоять из гильзы с пелотами, креплений и быть ремонтпригодным в течение всего срока эксплуатации.
- Корсет должен обеспечивать корригирующее воздействие, стабилизацию и разгрузку поврежденных позвонков в результате компрессионного перелома.
- Материалы корсета должны соответствовать требованиям биологической безопасности, быть устойчивы к санитарно-гигиенической обработке нейтральными растворами моющих средств.

- Конструкция корсета должна обеспечивать удобство его надевания, снятия и не препятствовать ношению верхней одежды.
- Гильза и крепление корсета не должны вызывать сдавливание, ущемление и образование наплывов мягких тканей, а также нарушение кровообращения и болевых ощущений.
- Положение пелотов на гильзе должно обеспечивать давящий эффект, не нарушать, а видоизменять экскурсию грудной клетки, способствуя разгрузке поврежденного позвонка. Пелоты корсета не должны оказывать избыточного давления на костные выступы и грудные железы.
- Поверхность гильзы не должна иметь вмятин, резко выступающих бугров, трещин, воздушных пузырей, расслоений, острых продольных и поперечных выступов, кромок, заусенцев.
- Края гильзы должны быть ровными и гладко зачищенными, иметь направление краев от тела пациента.

4.6. Особенности клинического использования гиперэкстензионных корсетов у детей с компрессионными переломами тел позвонков

Клиническое наблюдение

Больная С., 2004 г.р., 15.02.2011 года поступила в детскую городскую клиническую больницу № 5 Санкт-Петербурга с жалобами на боли в спине, усиливающиеся в положении сидя.

Из анамнеза известно, что травма произошла в результате падения с высоты 1,5–2 метра 14.02.2011. В травматологическом пункте были выполнены рентгенограммы позвоночника и с диагнозом «компрессионный перелом L3 и L4 позвонков» ребенок был направлен для госпитализации в стационар. В детской городской больнице №5 с целью уточнения диагноза выполнено МРТ

поясничного отдела позвоночника. Был подтвержден диагноз: компрессионный перелом L3 и L4 позвонков (рис. 39).

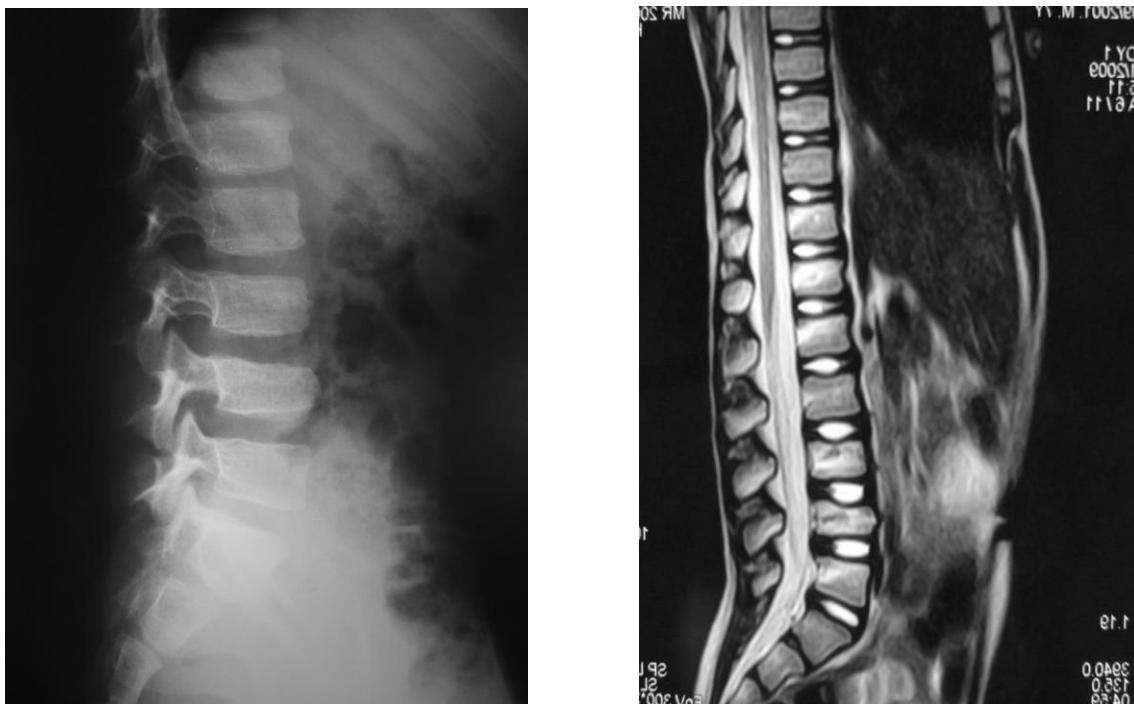


Рисунок 39. Рентгенограмма в боковой проекции и МРТ поясничного отдела позвоночника пациентки С. 7 лет. Индекс клиновидности L3 =0,8 и L4 =0,6

В ходе лечения использована методика для купирования болевого синдрома, лечебная физкультура первого периода по Гориневской – Древинг в течение 10 дней. После чего в комплексном консервативном лечении компрессионного перелома L3 и L4 позвонков у данного пациента применен гиперэкстензионный корсет.

После купирования острого болевого синдрома на пятые сутки пребывания в стационаре с пациентки был снят гипсовый слепок. На седьмые сутки пребывания в стационаре ребенок снабжен гиперэкстензионным корсетом (рис. 40). На 15-е сутки выписана из стационара под амбулаторное наблюдение травматолога-ортопеда в СПб НЦЭПР имени Г.А. Альбрехта.



Рисунок 40. Пациентка С. 7 лет в гиперэкстензионном корсете

Далее пациентка пришла на контрольный осмотр через 3 месяца от момента травмы. Ребенок отмечал отсутствие болей в покое и при длительных статических нагрузках. При контрольном осмотре ортез не имел внешних дефектов и повреждений и полностью соответствовал данным антропометрических параметров пациента. Выполнили контрольное исследование давления под пелотами ортеза с помощью программно-аппаратного комплекса (ПАК) «F-Socket». Установлено, что величина удельного давления под пелотами являлась умеренной и составляла для подключичных зон 370 ± 10 г/см², а для паравертебральных областей 230 ± 10 г/см². В момент естественного акта дыхания давление под пелотами увеличивалось на 48%, что являлось активным механизмом коррекции травмированных тел позвонков и создавало условия для их разгрузки и реклинации поясничного отдела позвоночника. Во время ходьбы давление под пелотами повышалось в среднем на 18%, что способствовало коррекции компримированных тел позвонков и восстановлению сагиттального профиля поясничного отдела.

При контрольном клиническом осмотре через 6 месяцев от момента травмы ребенок жалоб не предъявлял, ось позвоночника прямая, отмечается физиологический поясничный лордоз. На спондилограмме через 6 месяцев от момента повреждения отмечалось восстановление формы и высоты тел

компримированных позвонков (рис. 41). Восстановление формы тел позвонков L3 и L4 позвонков характеризовалось изменением индекса клиновидности (ИК) с 0,8 до 1,0 и с 0,6 до 0,8 соответственно. Учитывая клинический результат и данные рентгенологического исследования, ребенку было разрешено дозированное сидение до 3 часов в сутки.



Рисунок 41. Рентгенограмма пациентки С. через 6 месяцев ношения гиперэкстезионного корсета

На контрольном осмотре через 12 месяцев от момента травмы пациентка жалоб не предъявляет, дискомфорта от ношения корсета не отмечает. Клинический и рентгенологический результаты исследования полностью идентичны предыдущему осмотру. Пациентке рекомендована этапная отмена корсета в течение 3 месяцев. Явка на контрольный осмотр через год после отмены корсета выявила отсутствие жалоб на боли в спине, правильную фронтальную ось позвоночника, физиологические сагиттальные профили позвоночного столба и правильно сформированную осанку.

Клиническое наблюдение

Больной А., 2002 г.р., 25.05.2011 года поступил в детскую городскую клиническую больницу №5 Санкт-Петербурга с жалобами на боли в спине, усиливающиеся при активных движениях.

Из анамнеза известно, что травма произошла в результате падения с турника на спину 25.05.2011. В приемном отделении больницы было выполнено рентгенологическое и МРТ исследование позвоночника, установлен диагноз – компрессионный перелом тел Th6–8 позвонков, ребенок направлен на госпитализацию в стационар (рис. 42).

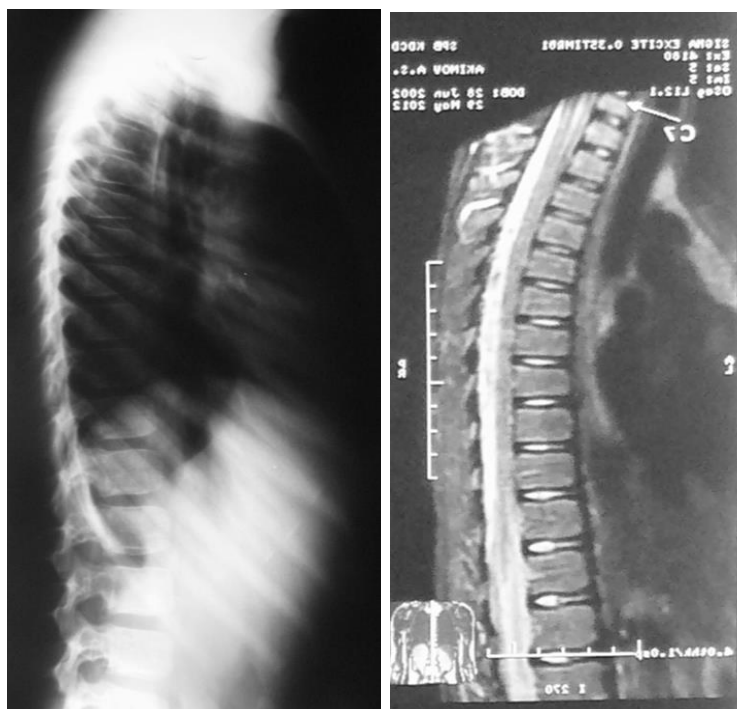


Рисунок 42. Рентгенограмма в боковой проекции и МРТ грудного отдела позвоночника пациента А. 9 лет.

Индекс клиновидности Th6 =0,65, Th7 =0,82 и Th8=0,7

В ходе лечения использована методика для купирования болевого синдрома, лечебная физкультура первого периода по Гориневской – Древинг в течение 10 дней. После этого в комплексном консервативном лечении

компрессионного перелома Th 6, 7 и 8 позвонков у данного пациента изготовлен и применен гиперэкстензионный корсет.

После купирования острого болевого синдрома на пятые сутки пребывания в стационаре с пациента снят гипсовый слепок. На седьмые сутки пребывания в стационаре ребенок снабжен гиперэкстензионным корсетом (рис. 43). На 15-е сутки выписан из стационара под амбулаторное наблюдение травматолога-ортопеда в СПб НЦЭПР имени Г.А. Альбрехта с рекомендацией продолжения восстановительного лечения.



Рисунок 43. Пациент А. 9 лет в гиперэкстензионном корсете

Далее пациент периодически являлся на контрольный осмотр. Через 3 месяца от момента травмы ребенок отмечал отсутствие болей в покое и при длительных статических нагрузках. При контрольном осмотре ортез не имел внешних дефектов и повреждений и полностью соответствовал данным антропометрических параметров пациента.

При контрольном клиническом осмотре через 6 месяцев от момента травмы ребенок жалоб не предъявлял, ось позвоночника прямая, отмечается физиологический грудной кифоз и поясничный лордоз. На спондилограмме через 6 месяцев от момента повреждения отмечалось восстановление формы и высоты

тел компримированных позвонков (рис. 44). Восстановление формы тел позвонков Th 6, 7 и 8 позвонков характеризовалось изменением ИК с 0,65 до 0,8, с 0,82 до 1,0 и 0,7 до 0,9 соответственно. Учитывая клинический результат и данные рентгенологического исследования, ребенку было разрешено дозированное сидение с постепенным увеличением времени до 3 часов в сутки.



Рисунок 44. Рентгенограмма пациента А. 9 лет через 6 месяцев ношения гиперэкстезионного корсета

На контрольном осмотре через 12 месяцев от момента травмы пациент жалоб не предъявлял, дискомфорта от ношения корсета не отмечалось. Клинический и рентгенологический результаты исследования полностью идентичны предыдущему осмотру. При клиническом осмотре телосложение правильное, голова по средней линии. Ось позвоночника ровная, физиологические изгибы в пределах возрастной нормы. Перекоса таза нет. Рентгенологически сохранялась восстановленная форма и высота

компримированных тел позвонков. Пациенту рекомендована этапная отмена корсета в течение 3 месяцев. Явка на контрольный осмотр через год после отмены корсета выявила отсутствие жалоб на боли в спине, правильную фронтальную ось позвоночника, физиологические сагиттальные профили позвоночного столба и правильно сформированную осанку.

Данные ортезы показали высокую клиническую эффективность и были предложены к внедрению в качестве внутреннего стандарта Центра при лечении компрессионных переломов позвоночника с индексом клиновидности от 0,6 и выше.

ГЛАВА 5

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С КОМПРЕССИОННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПОЗВОНОЧНИКА

Базисом использованной нами методики лечения пациентов с компрессионными переломами позвонков грудной и поясничной локализации явилось раннее рациональное ортезирование гиперэкстензионным (функционально-корригирующими) корсетом. Как описано в главе 2, пациенты контрольной группы получали в течение 3 недель стандартное консервативное лечение компрессионного перелома позвоночника в стационаре с последующим продолжением восстановительного лечения в реабилитационном или восстановительном центре. Пациенты, входившие в основную группу исследования, получали следующий комплекс мероприятий: постельный режим был сокращен до 5–7 дней, после чего ребенок снабжался гиперэкстензионным корсетом.

Оценку результатов комплексного консервативного лечения проводили как на этапах лечения, так и после завершения лечения.

5.1. Сравнение основной и контрольной групп

Анализ данных, полученных в результате исследования, выявил, что компрессионные переломы позвонков грудной и поясничной локализации встречаются чаще у лиц мужского пола – 60% наблюдений в контрольной группе и 56% случаев в основной группе пациентов. Наблюдаемые дети были разделены на 3 возрастные группы в соответствии с классификацией Н.П. Гундобина (цит. Майданник В.Г., 2008). В контрольной группе наибольшее количество пациентов с компрессионными переломами позвоночника встречается в возрасте от 7 до 12 лет (49%), количество пациентов в возрастной группе от 12 до 18 лет составило (44%), наименьшее количество пациентов наблюдалось в возрасте до 7 лет (7%). В основной группе распределение пациентов с компрессионными переломами

позвоночника по возрастным группам практически не отличается от распределения в контрольной группе: дети от 7 до 12 лет – 50%, дети от 12 до 18 лет – 47%, до 7 лет – 3%.

Наиболее частая локализация компрессионных переломов позвонков наблюдалась в грудном отделе позвоночника (75% в основной и 68% в контрольных группах), наиболее редкая локализация компрессионных переломов позвонков наблюдалась в поясничном отделе позвоночника (9% в основной и 12% в контрольных группах). Этот факт является отличительной особенностью больных детского возраста от пациентов взрослого возраста, где преобладают повреждения поясничного отдела позвоночника. Определена зависимость между возрастом пациента и локализацией перелома: чем старше возраст больного, тем больше локализация уровня повреждения позвонка смещается в каудальном направлении, что объясняется снижением центра тяжести тела человека в процессе взросления (рис. 45).

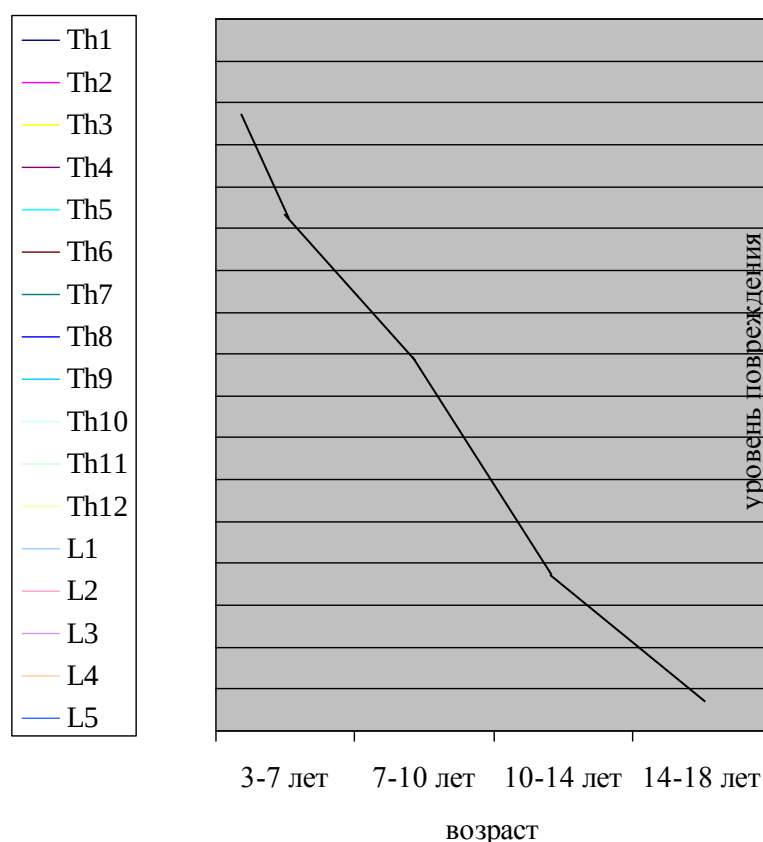


Рисунок 45. Зависимость между возрастом пациента и локализацией перелома

Изолированный компрессионный перелом одного позвонка у детей встречался редко (18% наблюдений в основной группе и 24% в контрольной группе) и в основном локализовался в поясничном отделе позвоночника. У большинства пациентов (82% наблюдений в основной группе и 76% наблюдений в контрольной группе) отмечались множественные компрессионные переломы двух и более позвонков, как правило, в грудном отделе позвоночника. Данное обстоятельство является еще одной особенностью переломов позвоночника у пациентов детского возраста. При компрессионном переломе двух и более позвонков увеличивается длительность реабилитационно-восстановительного периода и хуже прогноз восстановления формы тела позвонка по сравнению с единичными переломами (Cassar-Pullicino V.N. et al., 2006). Таким образом, на основании полученных данных пациенты основной и контрольной групп являлись детьми, имевших схожие компрессионные переломы грудного и поясничного отделов позвоночника по этиопатогенезу (падение с высоты) и локализации, на основании чего и был осуществлен сравнительный анализ.

Во время исследования у 63% пациентов основной группы выявлена сопутствующая ортопедическая патология (болезнь Шейерман-Мау, грыжи Шморля, идиопатический сколиоз, несовершенный остеогенез).

Так же отмечено, что большинству больных контрольной группы в процессе лечения, через месяц от момента травмы, назначены текстильные корсеты с металлическими шинами и реклинатором (70%). Корсеты этого типа обеспечивают только жестко-эластичную фиксацию спины на уровне нижнегрудного, поясничного и крестцового отделов позвоночника в функционально выгодном положении. Отсутствие ортезирования наблюдалось у 11% обследованных, что являлось ошибкой в общей тактике лечения данной категории больных, а также нарушением методов ортезирования при имеющихся повреждениях.

Пациентам основной группы изготовлены следующие модели корсетов: пяти пациентам – гиперэкстензионный корсет на грудной отдел позвоночника при

повреждении передних отделов тел позвонков на уровне Th2-Th4 с полужестким головодержателем из педилена толщиной 10 мм; двум пациентам изготовлены гиперлордозирующие корсеты. Превалирующее большинство (20 пациентов) получили модели гиперэкстензионных корсетов на грудной отдел позвоночника при повреждении передних отделов тел позвонков на уровне Th5-Th12. Пятеро пациентов имели компрессионные повреждения позвонков в разных отделах позвоночника, в связи с чем они снабжены комбинированными моделями корсета на грудной и поясничный отделы позвоночника.

5.2. Анализ клинического метода исследования

При сборе анамнеза и на этапах лечения у пациентов основной группы для визуализации болевого синдрома и его выраженности использовали визуально-аналоговую шкалу. При поступлении 71% больных отмечали в основном умеренную боль (от 4 до 6 баллов), реже, у 13% пациентов, наблюдалась интенсивная боль (от 7 до 10 баллов), жалобы на слабую боль (от 0 до 3 баллов) или ее отсутствие были у 16% пациентов. На момент начала ортезирования провоцируемая боль (боль при активных движениях, боль при функциональных пробах) становилась менее интенсивной, уменьшалась на 3–4 балла в соответствии с визуально-аналоговой шкалой, используемой для оценки интенсивности боли (см. рис. 6), а через 2 недели использования ортеза боль полностью купировалась (0 баллов в соответствии с табл. 11). Таким образом, в процессе лечения у пациентов основной группы болевой синдром полностью купировался в течение двух недель и не возобновлялся в процессе динамического наблюдения при обычных статических и динамических нагрузках. Объяснялось это у данной группы больных стабильностью позвоночно-двигательного сегмента на уровне повреждения и равномерным физиологическим распределением нагрузок вдоль всего позвоночника при использовании гиперэкстензионного корсета (табл. 11).

Таблица 11

Результаты оценки выраженности болевого синдрома с помощью визуально-аналоговой шкалы на этапах лечения в основной группе

Выраженность болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале	Срок лечения					
	на момент поступления		через 1 неделю использования ортеза		через 2 недели использования ортеза	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Нет боли (0 баллов)	1	3	26	81	32	100
Слабая боль (от 1 до 3 баллов)	4	13	6	19	-	-
Умеренная боль (от 4 до 6 баллов)	23	71	-	-	-	-
Интенсивная боль (от 7 до 10 баллов)	4	13	-	-	-	-
Итого	32	100	32	100	32	100

В контрольной группе проводился опрос о наличии болевого синдрома через 2 года от момента травмы (табл. 12). У 34 пациентов (24%) болевой синдром сохранился и проявлялся при нагрузках, несмотря на проведённое лечение. При анализе архивных историй болезни выявлено, что все пациенты предъявляли жалобы на боль в спине, но выраженность боли не оценивалась с помощью визуально-аналоговой шкалы.

Таблица 12

Результаты оценки выраженности болевого синдрома с помощью визуально-аналоговой шкалы после лечения в контрольной группе

Выраженность болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале	После лечения	
	Количество пациентов	%
Нет боли (0 баллов)	109	76
Слабая боль (от 1 до 3 баллов)	23	17
Умеренная боль (от 4 до 6 баллов)	9	6
Интенсивная боль (от 7 до 10 баллов)	2	1
Итого	143	100

5.3 Анализ лучевых методов исследования

Кроме того, оценивали результаты проведенной терапии на основании магнитно-резонансной томографии (МРТ) поврежденного отдела позвоночника, выполненной в день обращения, и рентгенограмм пациентов, выполненных на определенных сроках консервативного лечения.

У всех пациентов основной и контрольной групп при МРТ исследовании определялась клиновидная деформация тела позвонка более 10% в сочетании с гиперинтенсивным неоднородным сигналом на T2ВИ SE и обязательно в импульсной последовательности T2 SPAIR (жироподавление), что морфологически соответствует трабекулярному отеку и кровоизлиянию в губчатом веществе.

По рентгеновским снимкам проводили расчет степени компрессии тела позвонка по Н. Vinz (1964) и индекса его клиновидности (ИК).

Для основной группы расчеты проводили по рентгенограммам, выполненным в день обращения за медицинской помощью, через 3, 6, 12 и 24 месяца от начала лечения. Для контрольной группы расчеты выполняли по рентгеновским снимкам, выполненным в день обращения за медицинской помощью и через 6, 12 и 24 месяца от начала лечения. Результаты данных исследования представлены в таблице 13.

Анализ рентгенограмм показал, что у пациентов основной группы изначальная степень компрессии позвонка составляла 63%, а ИК 0,6–0,8. Данные показатели говорили о более тяжелом повреждении позвонков у детей этой группы по сравнению с контрольной группой больных, где степень компрессии составляла 75%, а ИК колебался в пределах 0,75–0,9. Данные таблицы показывают, что несмотря на то, что пациентам основной группы был сокращен стационарный период до 14 суток и в более ранние сроки был расширен режим двигательной активности, на равных сроках консолидация и восстановление тел позвонков в основной группе происходило лучше и быстрее, чем в контрольной.

Сравнительные данные степени компрессии и индекса клиновидности повреждённого позвонка в основной и контрольной группах на этапах лечения

Вариант консервативного лечения	Срок выполнения контрольных рентгенограмм	Степень компрессии по Н. Vinz, %	Индекс клиновидности
Методика консервативного лечения пациента с компрессионным переломом позвоночника с применением гиперэкстензионного корсета (основная группа)	На момент поступления	от 63 до 90	от 0,6 до 0,8
	Через 3 мес.	от 73 до 95	от 0,7 до 0,85
	Через 6 мес.	от 81 до 98	от 0,75 до 0,9
	Через 12 мес.	от 88 до 98	от 0,8 до 0,95
	Через 24 мес.	от 93 до 100	от 0,9 до 1
Классическая методика консервативного лечения пациента с компрессионным переломом позвоночника (контрольная группа)	На момент поступления	от 75 до 92	от 0,75 до 0,9
	Через 6 мес.	от 78 до 94	от 0,83 до 0,95
	Через 12 мес. после травмы	от 80 до 94	от 0,88 до 0,95
	Через 24 мес. после травмы	от 80 до 94	от 0,88 до 0,95

Из таблицы 13 видно, что при одинаковых сроках наблюдения от момента травмы величина степени компрессии тела позвонка по Н. Vinz (1964) у пациентов контрольной группы оставалась меньше по сравнению с основной. Кроме того, изменение ИК в сторону его увеличения, вплоть до восстановления анатомической нормы, у пациентов основной группы происходило быстрее по сравнению с контрольной. Несмотря на значительную степень тяжести повреждения у пациентов основной группы, восстановление высоты тел поврежденных позвонков происходило теми же темпами, что и у пациентов с незначительными повреждениями позвонков. Также необходимо отметить, что в контрольной группе пациентов повреждений с аналогичной степенью компрессии 63% и ИК 0,6–0,8 компримированного позвонка выявлено не было, однако темпы восстановления поврежденных позвонков были даже более низкими. Анализ данных таблицы 13 показал, что у пациентов, которые прошли курс классической консервативной методики лечения компрессионных переломов позвоночника, восстановление формы и высоты передней колонны тела поврежденного позвонка происходило в течение 12 месяцев от момента повреждения, а в дальнейшем высота тела компримированного позвонка не изменялась, сохраняя частичную клиновидность. В то же время при использовании активно-корректирующих корсетов восстановление формы и высоты передней колонны тела травмированного позвонка происходило в течение 6 месяцев. Далее корсет создавал оптимальные условия для нормального роста и развития позвоночника, что подтверждалось при рентгенологическом контрольном осмотре пациента через 6–12 месяцев после отмены ортеза. Благоприятные условия в корсете обеспечивались формированием физиологических профилей позвоночника и стереотипа правильной осанки. Данные результатов лечения представлены в таблице 14.

Отдаленные результаты лечения пациентов через 2 года после травмы

Жалобы	Архивный материал (контрольная группа.)		Собственные наблюдения (исследуемая группа.)	
	абс.	%	абс.	%
Отсутствуют жалобы на боль. На рентгенограммах: восстановление высоты и формы поврежденных позвонков	56	39	29	90,5
На рентгенограммах: сохраняющиеся клиновидные позвонки. Болевого синдрома нет	53	37	3	9,5
Болевой синдром в области перелома	19	13	-	-
На рентгенограммах: сохраняющиеся клиновидные позвонки. Болевой синдром.	15	11	-	-
Итого	143	100	32	100

Из сравнительной таблицы видно, что количество положительных результатов лечения компрессионных переломов позвоночника с использованием гиперэкстензионных корсетов (90,5%) выше, чем при лечении стандартной методикой (39%). Восстановление высоты и формы травмированного тела позвонка в основной группе наблюдалось у 90,5%. У 9,5% пациентов неполное восстановление высоты тел позвонков связано с несоблюдением ортопедического режима. Патологическая клиновидная деформация тел позвонков после проведенного консервативного лечения (контрольная группа) составила 48%. Болевой синдром отсутствовал только у 76% пациентов. Анализ полученных результатов свидетельствует, что у 61% больных (данные получены при обработке архивных историй болезни ДГКБ №5 и СПб НПЦЭПР им. Г.А. Альбрехта) после проведения полного курса стационарного и восстановительного лечения применяемая методика не позволила осуществить полноценную разгрузку травмированного позвоночно-двигательного сегмента и восстановить анатомическую форму и высоту тела поврежденного позвонка.

В результате этого у 24% пациентов в отдаленном периоде наблюдения отмечались нарушения двигательной активности в виде ограничений наклонов вперед и резком болевом синдроме при прыжках. Эти пациенты обращались в различные лечебные и реабилитационные учреждения (СПб НЦЭПР им. Г.А. Альбрехта, ГБ № 40, Восстановительный центр детской ортопедии и травматологии "Огонёк") с жалобами на боли в спине при резких наклонах и прыжках, длительных статических нагрузках с целью прохождения повторных курсов консервативного восстановительного лечения.

5.4. Анализ данных динамографии

Пациентам основной группы проводили динамографию для объективной оценки эффективности использования активно-корректирующих гиперэкстензионных корсетов. Исследование динамики топографии давления проводилось с помощью программно-аппаратного комплекса (ПАК) «F-Socket».

Результат измерения давления под паравертебральными пелотами корсета на грудной отдел позвоночника. При тестах в покое среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами не превышало 230 ± 10 г/см² с суммарной площадью контакта около 20 ± 3 см². Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания достигали до 320 ± 30 г/см². При ходьбе среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами увеличивалось до 274 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 25 ± 3 см² (рис. 46, табл. 15).

Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания во время ходьбы достигали до 390 ± 30 г/см². При максимальном вдохе среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами увеличивалось до 410 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 34 ± 3 см². Пиковое давление на максимуме вдоха доходило до 1200 ± 20 г/см².

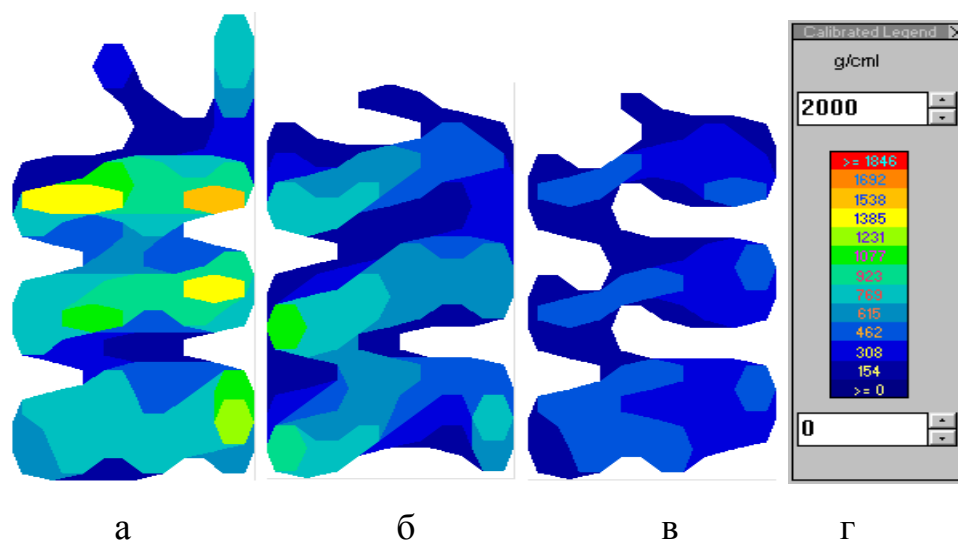


Рисунок 46. Топокарты уровня давления под паравертебральными пелотами: А – максимальный вдох; Б – ходьба; В – в покое стоя; Г – цветовая калибровочная карта давления

Таблица 15

Среднее давление и площадь контакта по сенсору при функциональных пробах для паравертебральных пелотов корсета

Проба	Среднее давление, г/см ²	Пиковое давление, г/см ²	Площадь контакта, см ²
В покое стоя	230±10	320±30	20±3
При ходьбе	274±20	390±30	25±3
Максимальный вдох	410±20	1200±30	34±3

Результат измерения давления под паравертебральными пелотами корсета на верхнегрудной отдел позвоночника. При тестах в покое среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами не превышало 200±10 г/см² с суммарной площадью контакта около 20±3 см² (табл. 16).

Подъёмы пикового давления в моменты естественного дыхания достигали до 320±30 г/см². При ходьбе среднее удельное давление на поверхность тела под

паравертебральными пелотами увеличивалось до 234 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 25 ± 3 см².

Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания во время ходьбы достигали до 360 ± 30 г/см². При максимальном вдохе среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами увеличивалось до 380 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 34 ± 3 см². Пиковое давление на максимуме вдоха доходило до 1000 ± 20 г/см².

Таблица 16

Среднее давление и площадь контакта по сенсору при функциональных пробах для паравертебральных пелотов корсета

Проба	Среднее давление, г/см ²	Пиковое давление, г/см ²	Площадь контакта, см ²
В покое стоя	200 ± 10	320 ± 30	20 ± 3
При ходьбе	234 ± 20	360 ± 30	25 ± 3
Максимальный вдох	380 ± 20	1000 ± 30	34 ± 3

Результат измерения давления под паравертебральными пелотами гиперлордозирующего корсета. При тестах в покое среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами не превышало 120 ± 10 г/см² с суммарной площадью контакта около 35 ± 3 см² (табл. 17).

Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания достигали до 180 ± 30 г/см². При ходьбе среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами увеличивалось до 174 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 39 ± 3 см².

Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания во время ходьбы достигали до 190 ± 30 г/см². При максимальном вдохе среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами увеличивалось до 250 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 44 ± 3 см². Пиковое давление на максимуме вдоха доходило до 500 ± 20 г/см².

Среднее давление и площадь контакта по сенсору при функциональных пробах для паравертебральных пелотов корсета

Проба	Среднее давление, г/см ²	Пиковое давление, г/см ²	Площадь контакта, см ²
В покое стоя	120 $\pm$ 10	180 $\pm$ 30	35 $\pm$ 3
При ходьбе	174 $\pm$ 20	190 $\pm$ 30	39 $\pm$ 3
Максимальный вдох	250 $\pm$ 20	500 $\pm$ 20	44 $\pm$ 3

Результат измерения давления под паравертебральными пелотами комбинированного корсета. При тестах в покое среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами не превышало 130 $\pm$ 10 г/см² с суммарной площадью контакта около 30 $\pm$ 3 см² (табл. 18).

Подъёмы пикового давления в моменты естественного дыхания достигали до 260 $\pm$ 30 г/см². При ходьбе среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами увеличивалось до 248 $\pm$ 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 35 $\pm$ 3 см².

Подъёмы пикового давления в моменты естественного дыхания во время ходьбы достигали до 324 $\pm$ 30 г/см². При максимальном вдохе среднее удельное давление на поверхность тела под паравертебральными пелотами увеличивалось до 324 $\pm$ 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 40 $\pm$ 3 см². Пиковое давление на максимуме вдоха доходило до 800 $\pm$ 20 г/см².

Таблица 18

Среднее давление и площадь контакта по сенсору при функциональных пробах под паравертебральными пелотами корсета

Проба	Среднее давление, г/см ²	Пиковое давление, г/см ²	Площадь контакта, см ²
В покое стоя	130 $\pm$ 10	260 $\pm$ 30	30 $\pm$ 3
При ходьбе	248 $\pm$ 20	390 $\pm$ 30	35 $\pm$ 3
Максимальный вдох	324 $\pm$ 20	800 $\pm$ 30	40 $\pm$ 3

Анализ давления под подключичными пелотами корсета на грудной отдел позвоночника. При тестах в покое среднее удельное давление на поверхность тела под подключичными пелотами не превышало 400 ± 10 г/см² с суммарной площадью контакта около 16 ± 2 см². Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания достигали до 600 ± 30 г/см² (рис. 47, табл. 19)

При ходьбе среднее удельное давление на поверхность тела под подключичными пелотами увеличивалось до 430 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 16 ± 2 см².

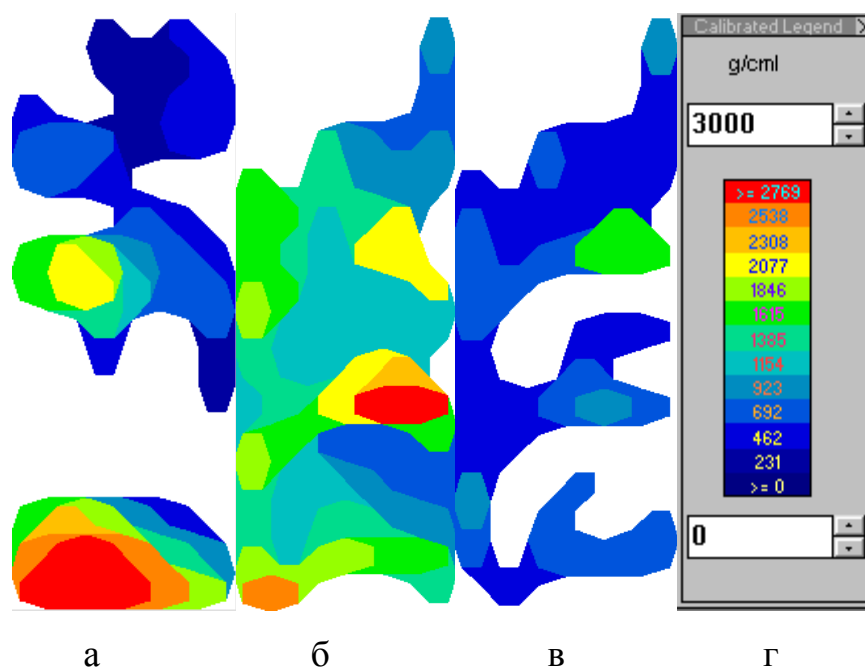


Рисунок 47. Топокарты уровня давления под подключичными пелотами:

а – максимальный вдох; б – ходьба; в – в покое стоя; г – цветовая калибровочная карта давления

Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания во время ходьбы достигали до 700 ± 30 г/см². При максимальном вдохе среднее удельное давление на поверхность тела под подключичными пелотами увеличивалось до 500 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 19 ± 2 см². Пиковое давление на максимуме вдоха доходило до 2500 ± 30 г/см².

Таблица 19

Среднее давление и площадь контакта по сенсору при функциональных пробах для подключичных пелотов корсета

Проба	Среднее давление, г/см ²	Пиковое давление, г/см ²	Площадь контакта, см ²
В покое стоя	400 $\pm$ 10	600 $\pm$ 30	16 $\pm$ 2
При ходьбе	430 $\pm$ 10	700 $\pm$ 30	16 $\pm$ 2
Максимальный вдох	500 $\pm$ 20	2500 $\pm$ 30	19 $\pm$ 2

Анализ давления под подключичными пелотами корсета на верхнегрудной отдел позвоночника. При тестах в покое среднее удельное давление на поверхность тела под подключичными пелотами не превышало 350 $\pm$ 10 г/см² с суммарной площадью контакта около 12 $\pm$ 2 см² (табл. 20).

Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания достигали до 370 $\pm$ 30 г/см². При ходьбе среднее удельное давление на поверхность тела под подключичными пелотами увеличивалось до 400 $\pm$ 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 14 $\pm$ 2 см².

Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания во время ходьбы достигали до 420 $\pm$ 30 г/см². При максимальном вдохе среднее удельное давление на поверхность тела под подключичными пелотами увеличивалось до 450 $\pm$ 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 16 $\pm$ 2 см². Пиковое давление на максимуме вдоха доходило до 1200 $\pm$ 30 г/см².

Таблица 20

Среднее давление и площадь контакта по сенсору при функциональных пробах для подключичных пелотов корсета

Проба	Среднее давление, г/см ²	Пиковое давление, г/см ²	Площадь контакта, см ²
В покое стоя	350 $\pm$ 10	370 $\pm$ 30	12 $\pm$ 2
При ходьбе	400 $\pm$ 10	500 $\pm$ 30	14 $\pm$ 2
Максимальный вдох	420 $\pm$ 20	1200 $\pm$ 30	16 $\pm$ 2

Анализ давления под грудным пелотом гиперлодозировующего корсета.

При тестах в покое среднее удельное давление на поверхность тела под грудным пелотом не превышало 160 ± 10 г/см² с суммарной площадью контакта около 30 ± 2 см². Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания достигали до 260 ± 30 г/см² (табл. 21).

При ходьбе среднее удельное давление на поверхность тела в грудных областях увеличивалось до 200 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 32 ± 2 см².

Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания во время ходьбы достигали до 300 ± 30 г/см². При максимальном вдохе среднее удельное давление на поверхность тела под грудным пелотом увеличивалось до 350 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 36 ± 2 см². Пиковое давление на максимуме вдоха доходило до 400 ± 30 г/см².

Таблица 21

Среднее давление и площадь контакта по сенсору при функциональных пробах для грудного пелота корсета

Проба	Среднее давление, г/см ²	Пиковое давление, г/см ²	Площадь контакта, см ²
В покое стоя	160 ± 10	260 ± 30	30 ± 2
При ходьбе	200 ± 10	300 ± 30	32 ± 2
Максимальный вдох	350 ± 20	400 ± 30	36 ± 2

Анализ давления под подключичными пелотами комбинированного корсета. При тестах в покое среднее удельное давление на поверхность тела под подключичными пелотами не превышало 370 ± 10 г/см² с суммарной площадью контакта около 16 ± 2 см². Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания достигали до 520 ± 30 г/см² (табл. 22).

При ходьбе среднее удельное давление на поверхность тела под подключичными пелотами увеличивалось до 400 ± 20 г/см² с суммарной площадью

контакта около 16 ± 2 см². Подъемы пикового давления в моменты естественного дыхания во время ходьбы достигали до 510 ± 30 г/см².

При максимальном вдохе среднее удельное давление на поверхность тела под подключичными пелотами увеличивалось до 440 ± 20 г/см² с суммарной площадью контакта около 19 ± 2 см². Пиковое давление на максимуме вдоха доходило до 2000 ± 30 г/см².

Таблица 22

Среднее давление и площадь контакта по сенсору при функциональных пробах для подключичных пелотов корсета

Проба	Среднее давление, г/см ²	Пиковое давление, г/см ²	Площадь контакта, см ²
В покое стоя	370 ± 10	520 ± 30	16 ± 2
При ходьбе	400 ± 10	510 ± 30	16 ± 2
Максимальный вдох	440 ± 20	2000 ± 30	19 ± 2

Таким образом, проведенные топологические исследования показали, что в целом уровень удельного давления пелотами на тело пациента является умеренным и зависит от модели используемого корсета.

Для подключичных зон давление колебалось от 160 ± 10 г/см² до 400 ± 10 г/см², а для паравертебральных – от 120 ± 10 г/см² до 230 ± 10 г/см². Данный разброс показателей удельного давления зависел от конструкции корсета. Так, при использовании модели корсетов при повреждении верхнегрудного отдела позвоночника давление под паравертебральными и подключичными пелотами было более слабым за счет разгружающей функции головодержателя. В моделях корсетов комбинированного и гиперлордозирующего типов давление под паравертебральными пелотами также было меньше, чем в моделях корсетов для повреждений грудного отдела позвоночника за счет большей площади распределения усилия и более физиологичного расположения тела пациента в ортезе. При естественном акте дыхания давление под пелотами увеличивалось на

40–60%, что обуславливало активный механизм гиперреклинации позвонков, при данных значениях давления функция внешнего дыхания имеет не значительные изменения.

При ходьбе нагрузка на тело повышалась в среднем на 15–20%, что также способствовало коррекции. При максимальном вдохе пиковое давление под пелотами увеличивалось от 300% до 1000% от состояния покоя. Значительный размер пятна контакта и его постоянство обуславливали высокий уровень комфорта для пациента.

Данные, полученные в результате этого исследования, были совмещены с результатами математического моделирования воздействия корсета на поврежденный позвонок. Определена оптимальная сила (15 Н) и давление (274 ± 20 г/см² и 500 ± 20 г/см²) паравертебральных и подключичных пелотов корсета для обеспечения разгрузки компримированного позвонка с целью восстановления его формы.

5.5. Статистический анализ

В начале лечения все больные обеих исследуемых групп имели жалобы на боль в спине. На контрольных сроках 3 и 6 месяцев жалобы на боль в основной группе отсутствовали. Соотношение больных с жалобами на боль и больных, не имевших жалоб, через год после начала лечения составило: 0 к 32 – в основной и 18 к 143 – в контрольной группе (рис. 48). Точный критерий Фишера подтверждает различие в группах на уровне значимости $P = 0,04$. По данным на 24-й месяц после начала лечения соотношение меняется: 0:32 и 11:125, $P = 0,1$.

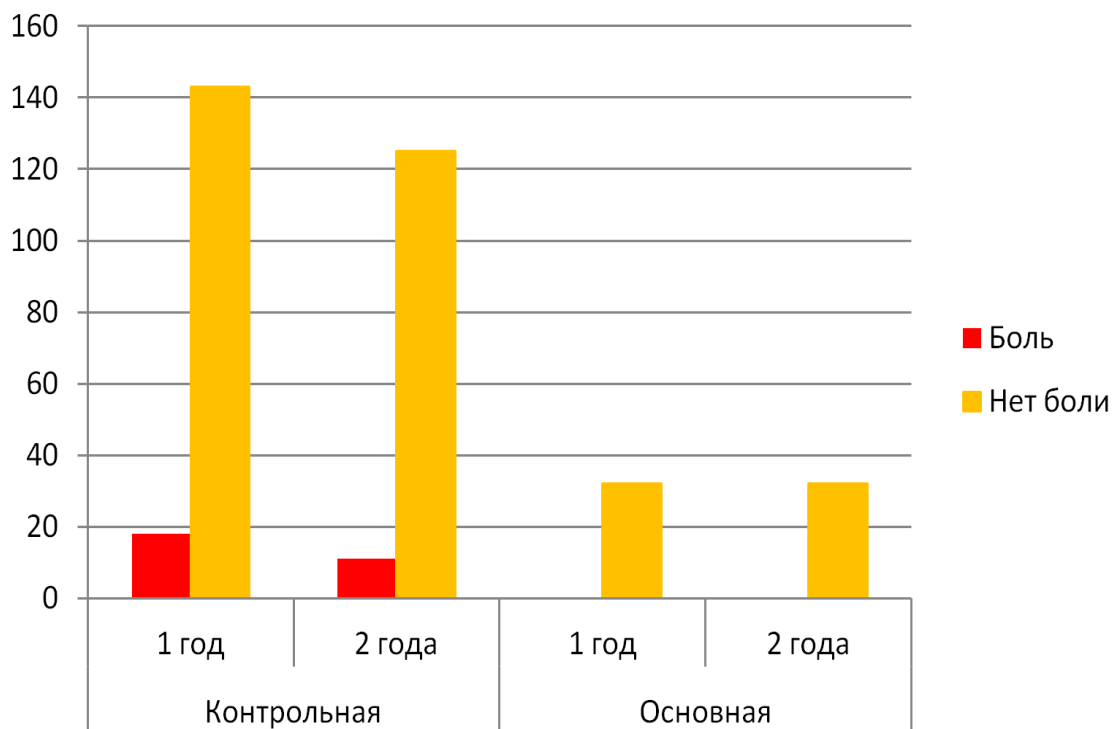
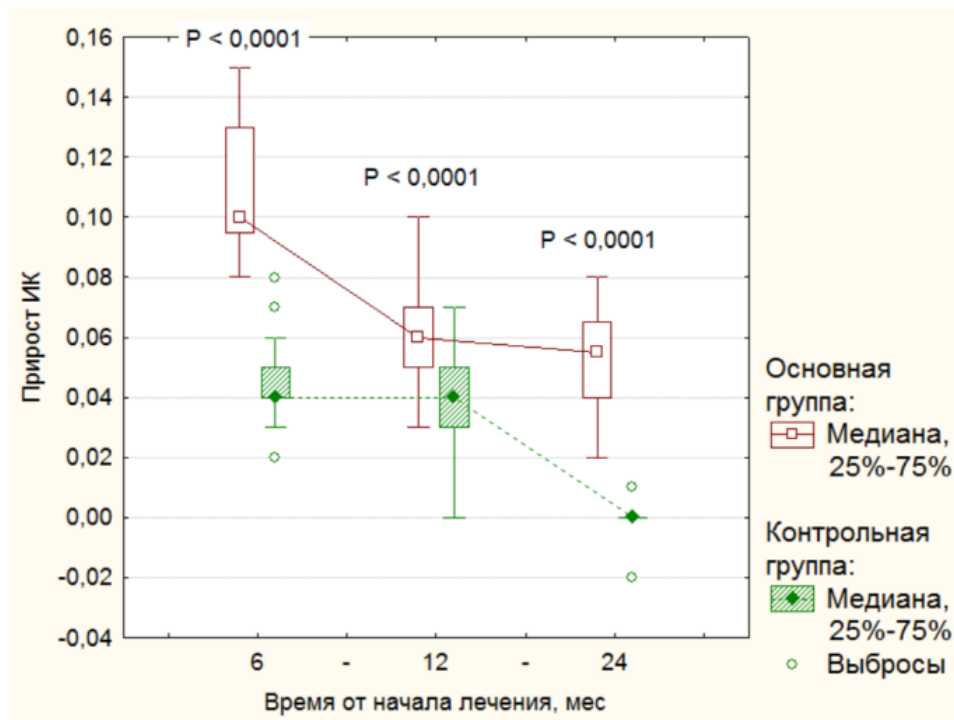
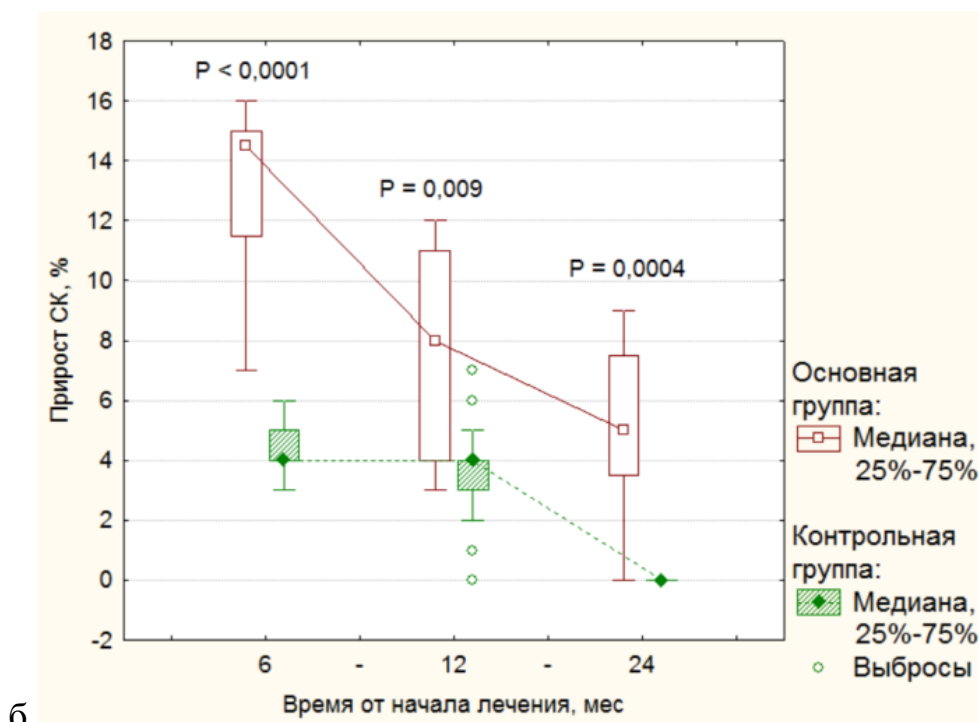


Рисунок 48. Гистограмма жалоб пациентов на боль в спине в основной и контрольной группах в динамике

Для выявления преимущества эффекта лечения в основной группе по отношению к контрольной были рассмотрены приросты коэффициентов ИК и степени компрессии тела позвонка для больных с соответствующим характером травмы. Динамика приростов за 6, 12 и 24 месяца представлена на совместной диаграмме «ящичков с усами» (рис. 49). Визуальный анализ этой диаграммы говорит о достоверности в более интенсивном приросте обоих коэффициентов в основной группе по сравнению с контрольной на каждом временном отрезке. Для убедительности на диаграмме приведены уровни значимости P различия приростов в группах по критерию Манна-Уитни на каждом этапе обследования.



а



б

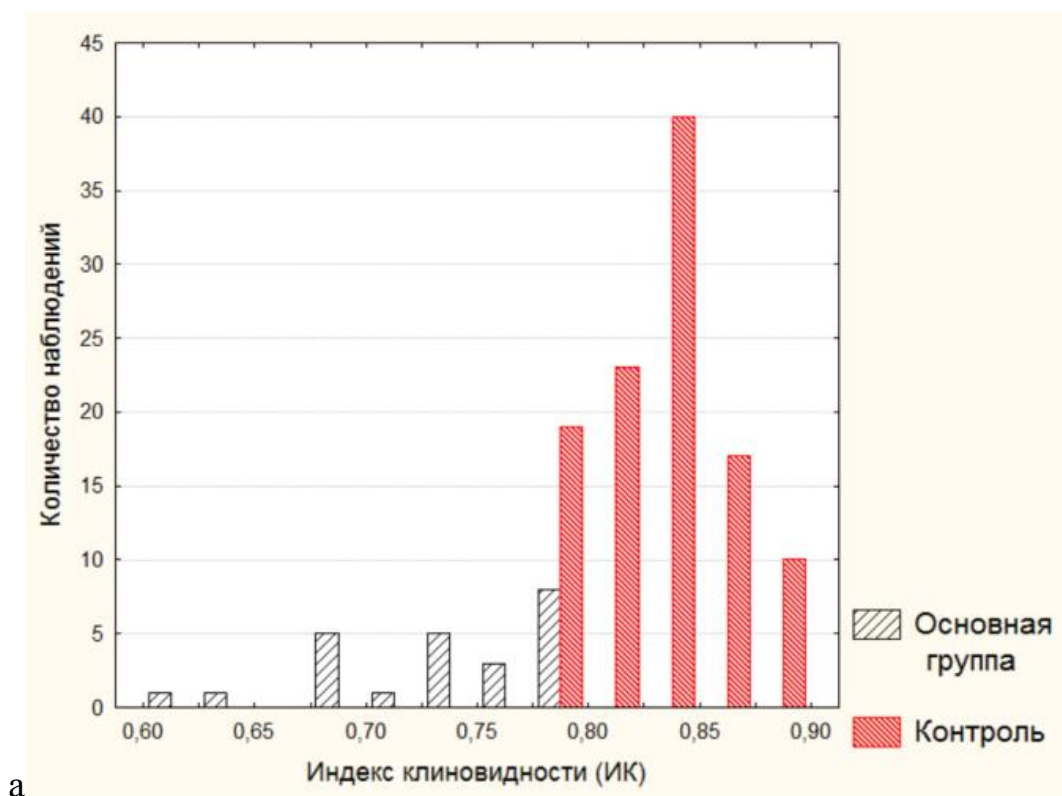
б

Рисунок 49. Две диаграммы «ящики с усами»: а – совместная диаграмма динамики рассеяния приростов коэффициентов ИК в основной и контрольной группах больных с повреждением смежных позвонков; б – то же для коэффициентов СК в основной и контрольной группах больных с повреждением одного позвонка

Медианы распределений коэффициентов соединены линиями; «ящики» соответствуют двум средним квартилям (от 25% до 75% больных вокруг медианы); «усы» соответствуют диапазону общего разброса без учета выбросов.

Более интенсивная коррекция на каждом временном отрезке означает, в частности, лучшее восстановление высоты тел поврежденных позвонков у больных основной группы за весь период лечения.

Совместные гистограммы коэффициента ИК в основной и контрольной группах хорошо иллюстрируют состояние больных до начала лечения и после 24 месяцев лечения (рис. 50).



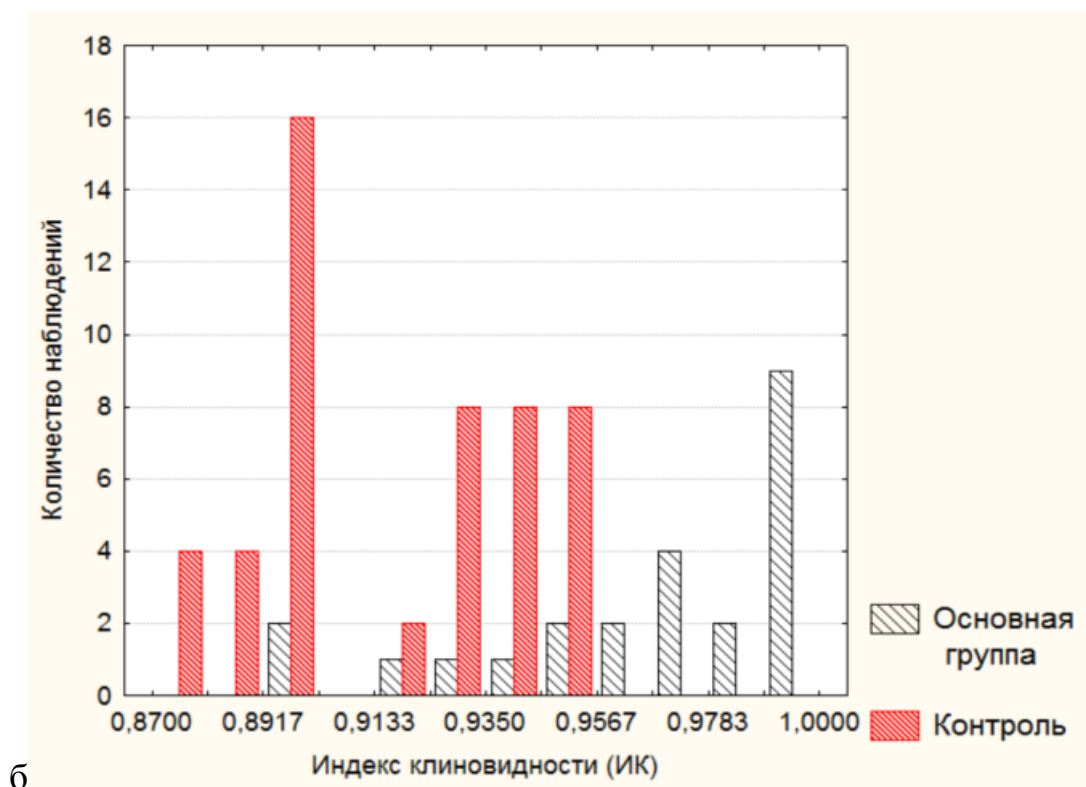
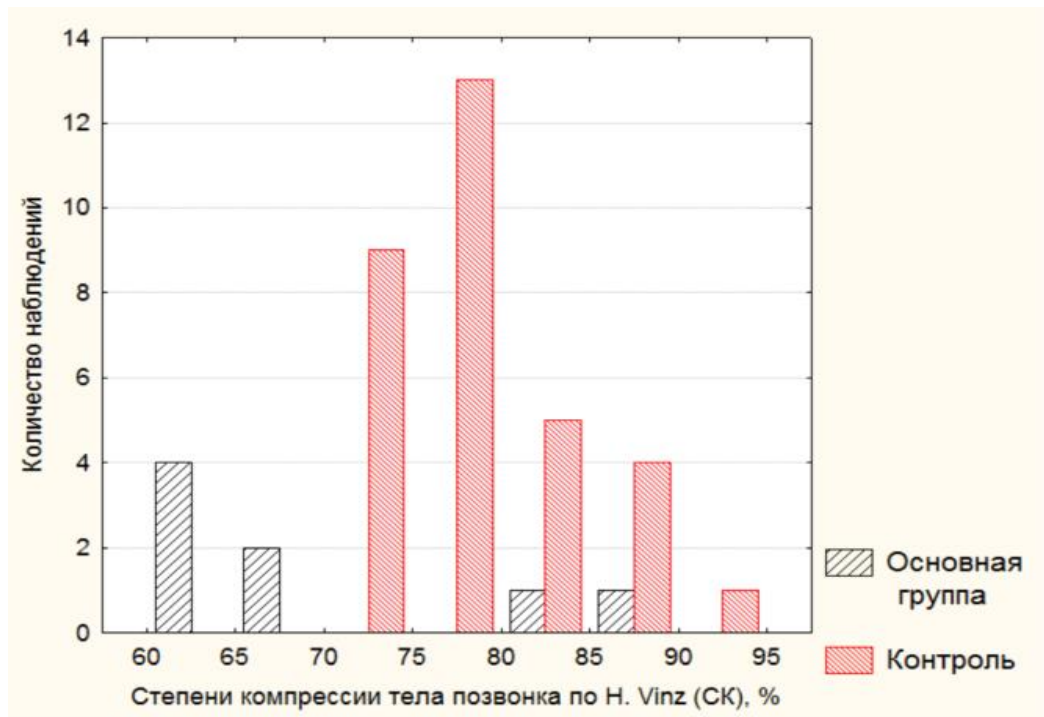


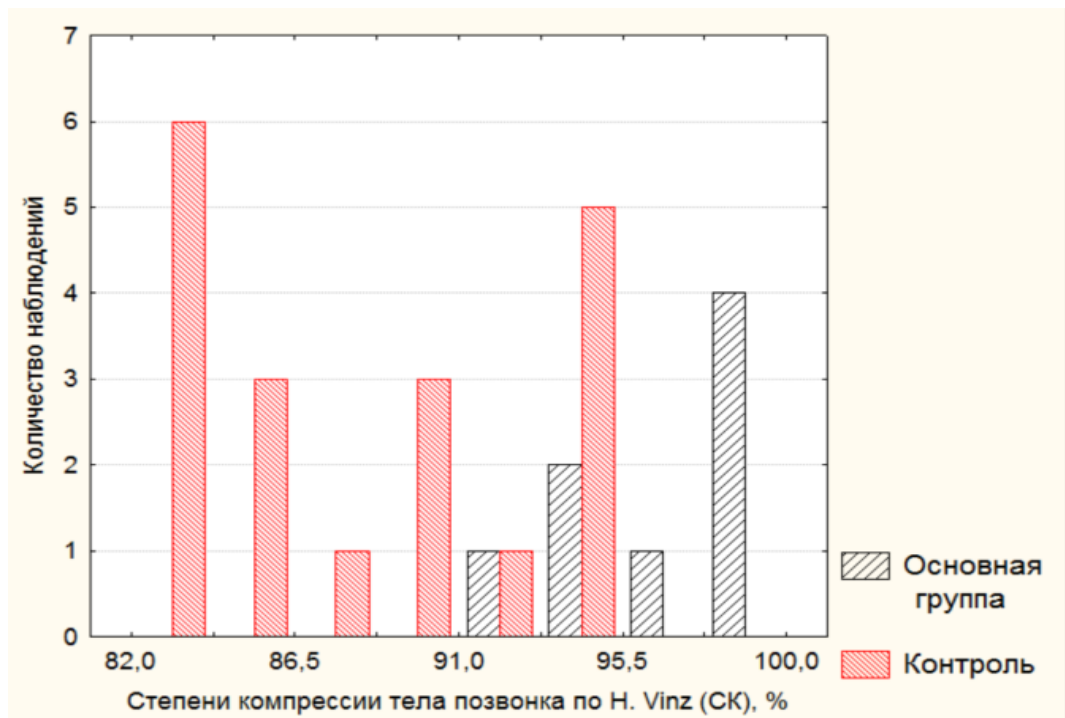
Рисунок 50. Совместные гистограммы коэффициента ИК в основной и контрольной группах: а – совместная гистограмма значений коэффициентов ИК в основной и контрольной группах больных с повреждением смежных позвонков до начала лечения; б – в конце лечения, через 2 года

До начала лечения основная группа являлась более тяжелой: все больные основной группы имели меньшие значения коэффициентов ИК по сравнению со всей контрольной. На последнем сроке исследования ситуация изменилась на противоположную: большинство больных основной группы имели лучшие показатели ИК, чем любой пациент из контрольной группы, причем сами различия распределений коэффициентов ИК по критерию Манна-Уитни в обоих случаях статистически значимы: $P < 0,001$.

Похожая картина наблюдалась и в группах больных с травмой одного позвонка (рис. 51).



а



б

Рисунок 51. Совместные гистограммы коэффициента степени клиновидности по Н. Vinz в основной и контрольной группах. А - Совместная гистограмма значений коэффициентов СК в основной и контрольной группах больных с повреждением одного позвонка до начала лечения, Б - то же в конце лечения, через 2 года

Различия распределений коэффициентов СК по критерию Манна-Уитни в обоих случаях статистически значимы на уровне: $P = 0,016$ – до начала лечения, $P < 0,003$ – через 2 года.

Исходя из выше изложенного, видно, что метод консервативного лечения у пациентов с компрессионными переломами позвоночника, в контрольной группе можно оценить, как слабоэффективный. Методика консервативного лечения компрессионных переломов в контрольной группе больных не позволила восстановить правильную анатомическую форму травмированного позвонка и осуществить надежную иммобилизацию поврежденного сегмента позвоночника. У 61% больных после проведенного консервативного лечения не был достигнут желаемый результат.

В результате проведенного исследования разработан алгоритм комплексного консервативного лечения детей с компрессионными переломами тел грудных и поясничных позвонков с применением гиперэкстензионных корсетов.

Компрессионный перелом тела позвонка грудной и/или поясничной

локализации

↓

Постельный режим в течение 7–10 дней на функциональном вытяжении, ЛФК для дистальных отделов конечностей, ФТЛ (купирование болевого синдрома),

изготовление гиперэкстензионного корсета

↓

уровень повреждения

Th1 - Th4

Th5 - Th12

L1 - L5

Th1-L5

↓

Гиперэкстензионный корсет с головодержателем

↓

Гиперэкстензионный корсет

↓

Гиперлордозирующий корсет

↓

Комбинированный корсет

↓

11-е сутки снабжение и адаптация к корсету. Выписка из стационара, консервативного лечения. Ношение ортеза 18–20 часов в сутки. Не сидеть.

↓

Контрольный осмотр через 3 месяца. Разрешается сидеть в корсете не более 2–3 часов в сутки, но не более 30–40 мин. одновременно.

↓

Контрольный осмотр через 6 месяцев. Уменьшается время ношения корсета до 10–14 часов в сутки. Сидеть в корсете без ограничений.

↓

Контрольный осмотр через 12 месяцев. Этапная отмена корсета

↓

В течение 1,5 мес.

↓

В течение 3 мес.

Уменьшается время ношения корсета до 8 часов в сутки. Сидеть без корсета не более 1 часа одновременно. Спать без корсета

↓

В течение 1,5 мес.

↓

В течение 2 мес.

Корсет одевается только при длительном нахождении в положении сидя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема лечения пострадавших с компрессионными переломами грудных и поясничных позвонков на протяжении последних десятилетий сохраняет свою актуальность. Увеличение количества пациентов с вертебральными повреждениями обусловлено ростом транспортного, производственного травматизма, а также увеличением числа пострадавших при падении с высоты. На настоящий момент, по данным статистики, повреждения позвоночника составляют от 0,5% до 8% от всех травм опорно-двигательного аппарата, при этом компрессионные переломы позвоночника у детей составляют до 10% от всех повреждений позвоночного столба. В связи с этим проблема лечения пострадавших с компрессионными переломами грудных и поясничных позвонков сохраняет свою актуальность на сегодняшний момент.

В настоящее время при лечении больных с компрессионными переломами позвоночника применяют функциональный метод лечения. Он предусматривает длительное (от 60 до 80 дней) пребывание ребенка на строгом постельном режиме. Ортезирование пациента с компрессионным переломом позвоночника рекомендуются только по завершении данного длительного периода.

Спектр применяемых при компрессионных переломах тел позвонков ортезов на современном этапе достаточно широк. Широко применяются шиннокожаные, пластмассовые или матерчатые корсеты, также существуют разработки модульных ортезов.

Необходимо отметить, что методики проектирования гиперреклинирующих корсетов в разных школах ортезирования являются противоречивыми и основанными в большей степени на непосредственном опыте специалистов, чем на обоснованных данных.

К настоящему времени отсутствуют методические рекомендации по правильному ведению больных, снабженных ортезами, особенно в раннем периоде. Нет четких показаний к назначению различных конструкций корсетов,

не отработана технология изготовления, сроки пользования ортезами, а также конструкция корсета в зависимости от локализации повреждения.

Таким образом, проблема использования средств ортезирования в структуре комплексного консервативного лечения больных с компрессионными переломами позвоночника остается актуальной на сегодняшний момент и нуждается в дальнейшей разработке.

В ходе проведенного исследования установлено, что компрессионные переломы встречаются чаще у лиц мужского пола: 60% случаев в контрольной группе и 56% случаев в основной группе. Так как отличия незначительные, то данные о преобладании компрессионных переломов у мальчиков можно считать достоверными. Наиболее часто компрессионные переломы позвоночника встречаются у детей в возрасте от 7 до 12 лет, что предположительно связано с увеличившейся двигательной активностью и недостаточным самоконтролем. Это подтверждается и наиболее частой причиной травм у обследованных пациентов: падение с высоты (75% в основной и контрольной группах) и ДТП (18% в основной и 12% в контрольной группах). Таким образом, в этиопатогенетической структуре причин травм преобладающей оказалась падение с высоты.

В исследуемых группах пациентов изолированный компрессионный перелом одного позвонка встречался редко. У большинства пациентов (82%) отмечались компрессионные переломы двух и более позвонков, как правило, в грудном отделе позвоночника. Данное обстоятельство отягощает течение заболевания. Отмечена характерная особенность локализации компрессионных переломов позвонков для пациентов детского возраста – грудной отдел позвоночника (75% – в основной и 68% – в контрольных группах). Выявлена зависимость между возрастом пациента и локализацией перелома: с увеличением возраста пациента локализация компрессионного перелома смещается каудально, что объясняется относительным снижением веса головы к весу туловища. Определен выбор модели жесткого гиперэкстензионного корсета, применяемого в процессе комплексного консервативного лечения в основной группе пациентов, в зависимости от уровня повреждения позвоночника.

Анализ сопутствующей ортопедической патологии показал, что у 38% больных основной группы компрессионные переломы тел позвонков сочетались с болезнью Шейерман-Мау, грыжи Шморля отмечены у 22% пациентов, у 9% пациентов выявлен идиопатический сколиоз и у 3% – несовершенный остеогенез. Во время исследования установлено, что у детей с сопутствующей ортопедической патологией (72%) компрессионные переломы позвоночника встречаются, чаще, чем у здоровых (28%).

Необходимо отметить, что большинству пациентов (75%) контрольной группы исследования назначены текстильные корсеты и только у 1% больных лечение проводили с использованием жестких фиксирующих корсетов. Однако более чем в 70% наблюдений конструкции ортезов не соответствовали тяжести повреждения позвоночника и медико-техническим требованиям.

Основным механизмом действия корсетов, используемых при компрессионных переломах позвоночника, является гиперэкстензия с разгрузкой вентральных частей тел позвонков в пораженных сегментах, что создает условия правильной фиксации и ограничения подвижности позвонков, при этом происходит увеличение поясничного лордоза со смещением нагрузки на межпозвонковые суставы.

Все пациенты основной группы были снабжены активными гиперэкстензионными корсетами. Их доля составила 13% от общего числа обследованных. Данный вид изделий отличается максимальной терапевтической эффективностью за счет оптимального соответствия формы корсета антропометрическим параметрам пациента, четкой локализации точек воздействия экстензионных сил и величине их давления при двигательной активности ребенка.

В рамках данной работы выполнено математическое моделирование взаимодействия гиперэкстензионного корсета и позвоночника пациента с компримированным позвонком в грудном отделе.

По результатам математического моделирования были определены следующие закономерности:

- напряжения сил, вызванные весом тела, больше в поврежденном позвонке, чем в аналогичном по расположению позвонке здорового позвоночника;
- при действии силы, направленной против направления изгиба позвоночника, напряжения в поврежденном позвонке уменьшаются и при значении силы 15 Н практически равны нулю, то есть происходит его полная разгрузка. Эффект разгрузки при этом имеет локальный характер – соседние с компримированным позвонки при силе 15 Н сохраняют напряжения, которые тем больше, чем дальше расположены позвонки от поврежденного позвонка.

Окончательный выбор оптимального для лечения значения восстанавливающей силы следует делать на основе напряженно-деформированного состояния как дефектного (в первую очередь), так и соседних здоровых позвонков позвоночника.

Также были проведены тензометрические измерения под давящими пелотами гиперэкстензионного корсета. Проведенные исследования показали, что уровень удельного давления пелотами на тело пациента является умеренным и при естественном акте дыхания увеличивается на 40–60%, что и обуславливает активный механизм гиперреклинации. При ходьбе нагрузка на тело повышается в среднем на 15–20%, что также способствует коррекции. При максимальном вдохе пиковое давление под пелотами увеличивалось до 300–400% от значений при состоянии покоя. Значительный размер пятна контакта и его постоянство обуславливали высокий уровень комфорта для пациента.

Данные, полученные в результате этого исследования, были сопоставлены с результатами математического моделирования воздействия корсета на поврежденный позвонок. Определена оптимальная сила давления пелотов корсета для обеспечения разгрузки с целью восстановления высоты и формы поврежденного позвонка.

Для решения задач исследования представлялось важным оценить тяжесть повреждения позвонка и изменения поврежденных позвонков во время

репаративного процесса. Для этого использовали метод оценки рентгенограмм, предложенный Н. Vinz (1964) и рассчитывали индекс клиновидности позвонка.

Анализ рентгенограмм пациентов в динамике показал, что несмотря на то, что пациентам основной группы был сокращен стационарный период и в более ранние сроки расширен режим двигательной активности, процесс восстановления формы тела позвонка в данной группе происходил быстрее. При сборе анамнеза и на этапах лечения у пациентов основной группы и при сборе катамнеза у больных контрольной группы для визуализации болевого синдрома и его выраженности использовали визуально-аналоговую шкалу. В процессе лечения у пациентов основной группы болевой синдром полностью купировался в течение двух недель и не возобновлялся в процессе динамического наблюдения при статических и физических нагрузках. Объяснялось это восстановлением высоты, формы и опороспособности тела поврежденного позвонка у данной группы больных и равномерным физиологическим распределением нагрузок вдоль позвоночника. В контрольной группе проводился опрос о наличии болевого синдрома через 2 года от момента травмы. Отмечено, что у части пациентов (34 ребенка) болевой синдром сохранился и проявлялся при нагрузках, несмотря на проведенный полный курс восстановительного лечения с последующими этапными реабилитационными процедурами.

В ФГБУ «СПб НЦЭПР им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России с 2009 года велись разработки по созданию гиперэкстензионных ортезов и 14.02.2014 года был получен патент № 136337 на полезную модель первого в России активно-корректирующего гиперэкстензионного ортеза на грудной отдел позвоночника, который был внедрен в клиническую практику. Кроме того, получен патент № 147767 РФ от 15.10.2014 года на полезную модель гиперэкстензионного корсета на верхнегрудной отдел позвоночника.

В основе успеха консервативной терапии с использованием такого рода корсетов лежит не только качество изготовления изделия, но и программа реабилитации и ведения пациента, снабженного данным изделием. Общая продолжительность корсетотерапии составляла от 1 года до 2 лет.

Выделено несколько основных этапов корсетного лечения: этап адаптации (5–7 дней); этап корсетной коррекции (4–6 месяцев), включающий в себя достижение полной разгрузки поврежденного позвоночно-двигательного сегмента в течение как можно более короткого срока и этап корсетного удержания. Основной задачей последнего этапа является сохранение достигнутой полной коррекции до момента наступления полного восстановления высоты и формы поврежденного позвонка. Завершался весь период лечения этапом отмены корсета, на протяжении которого осуществляли сокращение времени ношения корсета, вплоть до полной отмены. Полная отмена корсета была возможна только после рентгенологического подтверждения полного восстановления тела поврежденного позвонка.

В соответствии с локализацией повреждения было разработано 4 модели корсета: гиперэкстензионный корсет на грудной отдел позвоночника при повреждении передних отделов тел позвонков на уровне Th5-Th12; гиперлордозирующий корсет на грудопоясничный отдел позвоночника при компрессионных переломах тел позвонков на уровне L1-L5; гиперэкстензионный корсет на грудной отдел позвоночника при повреждении передних отделов тел позвонков на уровне Th2-Th4; комбинированный тип корсета на грудной и поясничный отделы позвоночника при сочетанном повреждении передних отделов тел грудных и поясничных позвонков.

Высокая терапевтическая эффективность активно-корректирующих корсетов обуславливается использованием активных механизмов коррекции путем усиления реклинации в момент дыхания и двигательной активности пациента, а также четким локальным выбором точек воздействия сил на основе тщательного рентгенологического анализа локализации пораженных позвонков и восстановления физиологического соотношения лордоза и кифоза.

Были разработаны медико-технические требования к используемым моделям активно-корректирующих корсетов, включающие материал ортеза, назначение, его вид и конструктивные особенности. К последним относится строение гильзы, форма пелотов и крепления. Материал корсета должен

соответствовать требованиям биологической безопасности, быть устойчивым к санитарно-гигиенической обработке нейтральными растворами моющих средств. Конструкция корсета должна обеспечивать удобство его надевания, снятия и не препятствовать ношению верхней одежды. Кроме того, корсет должен обеспечивать корригирующее воздействие, стабилизацию и разгрузку поврежденных позвонков в результате компрессионного перелома. Положение пелотов на гильзе должно обеспечивать давящий эффект, не нарушать, а видоизменять экскурсию грудной клетки, способствуя разгрузке поврежденного позвонка, пелоты не должны оказывать избыточного давления на костные выступы и грудные железы.

Определено, что количество положительных результатов лечения компрессионных переломов позвоночника с использованием гиперэкстензионных корсетов, выше, чем при лечении стандартной методикой (100% и 76% соответственно). Восстановление высоты и формы травмированного тела позвонка в основной группе наблюдалось у 90,5%.

Клиновидная деформация тел позвонков после проведенного консервативного лечения (контрольная группа) составила 58%. Болевой синдром отсутствовал только у 76% пациентов.

Статистический анализ сравнения соответствует распределению Фишера при заданном уровне значимости между основной и контрольной группами в начале и конце лечения по индексу клиновидности и степени компрессии, определенных количественно, подтвердил достоверность и значимость полученных результатов.

Таким образом, базисом консервативной терапии компрессионного перелома позвоночника на современном этапе развития медицины должно являться своевременное и адекватное ортезирование. Задачей метода лечения с применением ортеза является возможность более ранней вертикализации пациента с обеспечением разгрузки и надежной фиксации поврежденного позвоночно-двигательного сегмента.

Применение гиперэкстензионных корсетов позволило сократить срок пребывания пациентов в стационаре до 10 суток, исключить необходимость длительного санаторно-курортного лечения и в более короткие сроки вернуть детей в привычную социальную среду.

ВЫВОДЫ

1. На основании анализа результатов консервативного метода лечения детей с компрессионными переломами позвонков грудной и поясничной локализации установлено, что в период более 2 лет от момента травмы болевой синдром сохраняется у 24% пациентов, степень компрессии тела позвонка по Н. Vinz составляет от 80% до 95% ($P < 0,016$), а индекс его клиновидности – от 0,88 до 0,95 ($P < 0,001$).

2. Разработаны медико-технические требования к гиперэкстензионным корсетам, включающие форму и внешний вид ортеза, корригирующее воздействие на компримированные позвонки, обеспечивающие разгрузку поврежденного позвоночно-двигательного сегмента и биологическую безопасность для пациента. Разработаны и внедрены для практического применения гиперэкстензионный корсет на грудной отдел позвоночника (патент РФ на полезную модель № 136337 от 14 февраля 2014 года), гиперэкстензионный корсет на верхнегрудной отдел позвоночника (патент РФ на полезную модель № 147767 от 15 октября 2014 года).

3. Уровень удельного давления пелотами на тело пациента составляет для подключичных зон 400 ± 10 г/см², при естественном акте дыхания давление возрастает на 40–60%, а при максимальном вдохе – до 300–400%, однако значительный размер зоны контакта и его постоянство обуславливают высокий уровень комфорта для пациента, при этом обеспечивают необходимую разгрузку для восстановления тела поврежденного позвонка.

4. Тактика ведения детей с компрессионными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника с использованием разработанных ортезов включает соблюдение постельного режима до 10 суток от момента травмы, раннее ортезирование пациента на 7–10-й день и его этапную вертикализацию на протяжении 3 недель в сочетании с лечебной физкультурой, массажем спины, физиотерапией и плаванием; регулярные контрольные осмотры пациента 1 раз в 3

месяца и рентгенологический контроль 1 раз в 6 месяцев; этапную отмену корсета после полного восстановления высоты и формы поврежденного тела позвонка.

5. На основании анализа результатов лечения детей с компрессионными переломами позвонков грудной и поясничной локализации с применением гиперэкстензионного корсета установлено, что в период до 2 лет от момента травмы болевой синдром полностью купирован у всех пациентов, степень компрессии тела позвонка по Н. Vinz составляет от 93% до 100% ($P < 0,003$), а индекс его клиновидности – от 0,9 до 1 ($P < 0,001$).

6. Разработанная тактика лечения детей с компрессионными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника с применением гиперэкстензионных корсетов позволяет сократить срок пребывания пациентов в стационаре с 21 суток до 10 суток, сузить показания для санаторно-курортного лечения и по истечению 2 месяцев от момента травмы вернуть детей в привычную социальную среду. В процессе лечения восстановление формы и высоты тела поврежденного позвонка в основной группе пациентов происходило быстрее по сравнению с контрольной и протекало постоянно вплоть до восстановления анатомической нормы. В основной группе степень компрессии по Н. Vinz составила до 100% по сравнению со степенью компрессии 94% в контрольной ($P < 0,003$), и индекс клиновидности составил до 1 в основной и 0,95 – в контрольной ($P < 0,001$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Пациентам с компрессионным переломом грудных и поясничных позвонков в структуре лечения и реабилитации рекомендовано применение гиперэкстензионного корсета.

2. Пациентам с компрессионным переломом грудных и поясничных позвонков необходимо изготовление гиперэкстензионного корсета в ранние сроки от момента травмы – на 7-10-е сутки.

3. Применение гиперэкстензионного корсета необходимо сочетать с комплексным восстановительным лечением, включающим лечебную физкультуру, массаж спины, физиотерапевтические процедуры и плавание.

4. Гиперэкстензионный корсет должен включать следующие пелоты - брюшной, подключичные, паравертебральные и тазовый, расположение которых определяется на основании рентгенограмм позвоночника, выполненных в боковой проекции.

5. Амбулаторный осмотр травматолога-ортопеда и боковая рентгенография являются базовыми исследованиями при наблюдении пациентов с компрессионными переломами позвоночника, в структуре лечения которых применяется гиперэкстензионный корсет, для оценки динамики терапии в течении 1,5 -2 лет.

6. Отмена корсетного лечения назначается после контрольного рентгенологического исследования и осуществляется поэтапно в течение 6 месяцев.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГПа – гигапаскаль

ДДТ – диадинамические токи

ИК – индекс клиновидности

ЛФК – лечебная физическая культура

Мпа – мегапаскаль

МРТ – магнитно-резонансная томография

Н – ньютон

ПАК – программно-аппаратный комплекс

ПНД – полиэтилен низкого давления

СК – степень компрессии

ТТФ – точный тест Фишера

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрианов, В.Л. Заболевания и повреждения позвоночника у детей и подростков / В.Л. Андрианов, Г.А. Баиров. – Л. : Медицина, 1985. – 256 с.
2. Андриевская, А.О. Ортезирование при патологии позвоночника / А.О. Андриевская, Н.А. Корсунская, Р.В. Росков, Д.В. Целуйко. – СПб., 2003. – С. 56–57.
3. Андрушко, Н.С. Компрессионные переломы тел позвонков у детей / Н.С. Андрушко, А.В. Распопина. – М. : Медицина, 1977. – 152 с.
4. Ардашев, И.П. Повреждения позвоночника при падении с высоты / И.П. Ардашев // Хирургия. – 1990. – №9. – С. 41–44.
5. Астахова, Н.А. Консервативное лечение компрессионных переломов позвоночника у детей / Н.А. Астахова, Н.Г. Жила // Дальневосточный мед. журнал. – 2012. – №1. – С. 127–130.
6. Астахова, Н.А. Использование реклинирующих устройств в процессе диспансерного наблюдения детей с компрессионными переломами позвоночника / Н.А. Астахова, Н.Г. Жила // Дальневосточный мед. журн. – 2013. – №1. – С. 39–41.
7. Афаунов, А.И. Отдаленные результаты лечения неосложненных переломов нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника / А.И. Афаунов, А.А. Афаунов // VII съезд травматологов-ортопедов России. – Новосибирск, 2002. – С. 62–63.
8. Ашмарин, В.С. Экстензионный корсет на грудопоясничный отдел позвоночника / В.С. Ашмарин, Г. Н. Булгаков, С.Е. Никитин // Патент РФ № 2167631. – заявл. 21.01.2001. – опубл. 27.05.2001.
9. Базилевская, З.В. Структура летальности при повреждениях позвоночника и спинного мозга / З.В. Базилевская, Л.Л. Головных, Т.А. Киркинская // Журн. Вопросы нейрохирургии. – 1980. – № 6. – С. 37–41.

- 10.Базилевская, З.В. Обобщение результатов лечения повреждений позвоночника и спинного мозга / З.В. Базилевская // Вопросы травматологии и ортопедии. – Иркутск, 1968. – С. 4–13.
- 11.Берснев, В.П. Хирургия позвоночника, спинного мозга и периферических нервов / В.П. Берснев, Е.А. Давыдов, Е.Н. Кондаков. – СПб. : Специальная литература, 1998. – 367с.
- 12.Вайсс, М. Динамическая фиксация позвоночника при переломах с повреждением спинного мозга / М. Вайсс // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1977. – № 1. – С. 18–21.
- 13.Виссарионов, С.В. Стабильные и нестабильные повреждения грудного и поясничного отделов позвоночника у детей (клиника, диагностика, лечение) : пособие для врачей / С.В. Виссарионов. – СПб., 2010. Режим доступа: <http://gigabaza.ru/doc/94893.html>.
- 14.Волотовский, А.И. Повреждения позвоночника и таза / А.И. Волотовский, Е.Р. Михнович : методические рекомендации. – Минск : МГМИ, 2001. – 22 с.
- 15.Глазырин, Д.И. Биомеханическое обоснование и первое клиническое применение аппарата внешней фиксации у больных с переломами позвоночника / Д.И. Глазырин, А.М. Лавруков, С.М. Кутепов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 1994. – № 3. – С. 30–34.
- 16.Гориневская, В.В. Функциональное лечение компрессионных переломов позвоночника / В.В. Гориневская, Е.Ф. Древинг // Сов. медицина. – 1933. – № 4-5. – С. 13–19.
- 17.Губин, А.В. Детская вертебрология в России. Проблемы и перспективы / А.В. Губин, С.О. Рябых, А.Е. Кобызов, О.Г. Прудникова // Поленовские чтения: материалы XII науч.-практ. конф. – СПб., 2013. – С. 249.
- 18.Дамье, Н.Г. Основы травматологии детского возраста / Н.Г. Дамье. – М. : Медгиз, 1960. – 356 с.
- 19.Древинг, Е.Ф. Лечебная физическая культура в травматологии / Е.Ф. Древинг. – М. : Медгиз, 1954. – 201 с.
- 20.Дьячкова, С.Я. Методические рекомендации для специалистов, участвующих

- в организации здоровьесбережения в образовательных учреждениях и в скрининговых осмотрах дошкольников, учащихся и студентов / С.Я. Дьячкова, В.В. Андреева, М.М. Киньшина, Т.П. Кораблева. – Воронеж : ВГУ, 2011. – 327 с.
21. Епифанов, В.А. Восстановительное лечение при заболеваниях и повреждениях позвоночника / В.А. Епифанов, А.В. Епифанов. – М.: Медпресс-информ, 2008. – 383 с.
 22. Елистратов, С.М. Неосложненные компрессионные переломы позвоночника у детей / С.М. Елистратов, А.П. Тяжелков // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1986. – №10. – С. 14–17.
 23. Жирнов, В.А. Применение современных методов реабилитации у детей с заболеваниями нервной системы и опорно-двигательного аппарата / В.А. Жирнов, Л.М. Резникова, В.А. Калихман, Л.В. Зарицкая // Сборник тезисов межрегиональной науч.-практ. конференции по вопросам восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии. – Серноводск, 2008. – С.129–130.
 24. Зельский, И.А. Показатели минеральной плотности костной ткани (МПК) у жителей Екатеринбурга и Свердловской области : автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22, 14.00.19 / Зельский Илья Александрович. – М., 2006. – 23 с.
 25. Исламов, С.А. Компрессионные неосложненные переломы тел нижнегрудных и поясничных позвонков при остеопорозе и их лечение / С.А. Исламов, В.В. Никитин, Р.И. Еникеев, И.В. Ерофеева // VII съезд травматологов-ортопедов России. – Новосибирск, 2002. – С. 82.
 26. Казакевич, И.Е. Клиника и лечение закрытых повреждений позвоночника / И.Е. Казакевич. – М.: Медгиз, 1959. – 132 с.
 27. Казьмин, А.И. Патогенез остеохондроза позвоночника и проблемы его лечения / А.И. Казьмин // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1980. – № 10. – С. 1–5.
 28. Каплан, А.В. Лечение неосложненных переломов грудного и поясничного отделов позвоночника на реклинаторе Каплана : методические рекомендации / А.В. Каплан, Х.Л. Дик, В.Ф. Пожариский. – М., 1980. – 12 с.

29. Комков, А.Р. Динамическая реклинация и стабилизация в лечении неосложненных переломов нижнегрудных и поясничных позвонков / А.Р. Комков, П.Ю. Сорокин [и др.] // VII съезд травматологов-ортопедов России. – Новосибирск, 2002. – С. 86–87.
30. Кондаков, Е.Н. Эпидемиология позвоночно-спинномозгового травматизма в Ленинградском регионе / Е.Н. Кондаков, Б.Ф. Ручкин [и др.] // Эпидемиология травмы центральной нервной системы. – Л. : 1989. – С. 95–103.
31. Кондратенко, В.И. Двигательная реабилитация при закрытой травме позвоночника и спинного мозга / В.И. Кондратенко, В.И. Молчанов // Актуальные вопросы реабилитации в нейротравматологии. – Л., 1979. – С. 65–66.
32. Костив, Е.П. Пути оптимизации ортопедической помощи пациентам с повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника / Е.П. Костив // Тихоокеанский мед. журнал. – 2004. – №2. – С. 28–31.
33. Копылов, Ф.А. Ортопедические корсеты, Медицинские основы протезирования / Ф.А. Копылов, М.С. Певзнер. – Л. : Медгиз, 1962. – 200с.
34. Корнилов, Н.В. Повреждения позвоночника. Тактика хирургического лечения / Н.В. Корнилов, В.Д. Усиков. – СПб. : МОРСАРАВ. – 2000. – 231с.
35. Корнилов, Н.В. Травматология и ортопедия : руководство для врачей / Н.В. Корнилов. – СПб. : Гиппократ, 2006. – Т. 4. – С. 227–244.
36. Мазурин, А.В. Пропедевтика детских болезней / А.В. Мазурин, И.М. Воронцов. – СПб. : Фолиант, 2000. – 672 с.
37. Майданник В.Г. Нові нормативи фізичного розвитку дітей, розроблені експертами ВООЗ / В.Г. Майданник // Педіатрія, акушерство і гінекологія. — 2008. — № 2. — С. 5-12.
38. Макаревич, С.В. Повреждения позвоночника у детей. / С.В. Макаревич, Л.Н. Гришенкова, А.М. Мухля // Повреждения и заболевания позвоночника и суставов: материалы науч.-практ. конф. – Минск, 1998. – С.189–193.

- 39.Манн, К. Лечение переломов позвонков активными движениями / К. Манн // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1973. – № 8. – С.47–49.
- 40.Мацкевич, Н.Д. Применение ортезов при заболеваниях и повреждениях позвоночника у детей / Н.Д. Мацкевич, Т.В. Силюта, В.А. Куценко // Тез. докл. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Харьковского НИИТО. – Харьков, 1987. – С.43–44.
- 41.Маяцкий, С.И. Закрытые переломы позвоночника у детей. Патология позвоночника. / С.И. Маяцкий // Материалы II Новосибирской конференции по лечению заболеваний и повреждений позвоночника. – Новосибирск, 1966. – С. 279–281.
- 42.Меламуд, Э.Е. Повреждения позвоночника и спинного мозга у детей и подростков: дис. ... д-ра мед. наук / Меламуд Эмиль Ефимович. – Саратов, 1982. – 385 с.
- 43.Молчанов, В.И. Диагностика, лечение и реабилитация больных с травмой позвоночника и спинного мозга: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Молчанов Виктор Иванович. – Л. : 1990. – 41 с.
- 44.Надулич, К.А. Особенности лечения неосложненных компрессионных переломов грудных и поясничных позвонков у лиц молодого возраста / К.А. Надулич, А.К. Дулаев, Н.М. Ястребков [и др.] // Повреждения и заболевания позвоночника и суставов: материалы науч.-практ. конф. «Травматологии и ортопедии Республики Беларусь». – Минск, 1998. – С.201–204.
- 45.Никитин, С.Е. Современные тенденции лечебного протезирования при изготовлении и применении корсетов в комплексном лечении заболеваний и повреждений позвоночника / С.Е. Никитин, Г.А. Эйнгорн // Вестник Всероссийской гильдии протезистов-ортопедов. – 2002. – № 1 (7). – С. 33–38.
- 46.Пап, К. О лечении стабильных переломов позвонков лечебной физкультурой / К. Пап // Ортопедия, травматология и протезирование. –1977. –№1. – С.55–56.
- 47.Полищук, Н.Е. Повреждения позвоночника и спинного мозга / Н.Е. Полищук, Н.А. Корж, В.Я. Фищенко. – Киев : Книга плюс, 2001. –387 с.
- 48.Продан, А.И. Прогнозирование результатов и выбор оптимального способа

- лечения не осложненных переломов тел грудных и поясничных позвонков / А.И. Продан, У.Р. Рахимов // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1990. – № 6 – С. 47–52.
- 49.Рамих, Э.А. Хирургические методы в комплексе лечения неосложненных повреждений позвоночника / Э.А. Рамих // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: тез. докл. Всероссийской науч.-практ. конф. – Новосибирск, 1996. – С. 44–45.
- 50.Садофьева, В.И. Рентгенофункциональная диагностика заболеваний опорно – двигательного аппарата у детей / В.И. Садофьева. – Л. : Медицина, 1986. – 238 с.
- 51.Саруханян, О.О. Эпидемиология и статистика неосложненных компрессионных переломов позвоночника у детей (обзор литературы) // О.О. Саруханян, В.В. Телешов // Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. – 2013. – № 3. – С. 35–38.
- 52.Синицкий, Ю.Ф. Результаты реабилитации больных с неосложнёнными компрессионными переломами тел позвонков. Современные методы лечения детей с заболеваниями и повреждениями опорно-двигательного аппарата / Ю.Ф. Синицкий. – Ярославль, 1986. – С. 128–129.
- 53.Скоблин, А.А. Медико-технические показания к ортезированию при патологии опорнодвигательного аппарата / А.А. Скоблин, Б.Г. Спивак // Вестник Всероссийской гильдии протезистов-ортопедов. – 2003. – № 4 (14). – С.14–16.
- 54.Скрябин, Е.Г. Консервативное и оперативное лечение неосложненных переломов тел позвонков у детей и подростков / Е.Г. Скрябин, К.С. Сергеев, А.Г. Смирных, Д.М. Бреев // Детская хирургия. – 2013. – № 5. – С.13–16.
- 55.Скрябин, Е.Г. Способ лечения компрессионных переломов позвонков у детей / Е.Г. Скрябин, А.Г. Смирных, А.Л. Козлов. Патент РФ № 2525198. – заявл. 26.11.2012. – опубл. 10.08.2014.
- 56.Уотсон-Джонс, Р. Переломы костей и повреждения суставов: пер. с англ. / Р. Уотсон-Джонс. – М. : Медицина, 1972. – 672 с.

- 57.Хайм, З. Ортезирование / З. Хайм, В. Каффингст. – Эшборн, ФРГ: Ортопед. техника. – 1999. – 220 с.
- 58.Цивьян, Я.Л. Повреждения позвоночника / Я.Л. Цивьян. – М. : Медицина, 1971. – 312 с.
- 59.Цивьян, Я.Л. Некоторые доводы в пользу оперативного лечения переломов позвоночника / Я.Л. Цивьян // Хирургия. – 1986. – № 11. – С. 3–8.
- 60.Цивьян, Я.Л. Репаративная регенерация тела сломанного позвонка / Я.Л. Цивьян, Э.А. Рамих, М.В. Михайловский. – Новосибирск, 1985. – 140 с.
- 61.Шенк, Н.А. Лечебное протезирование в ортопедии / Н.А. Шенк. – М. : Медицина, 1975. – 224 с.
- 62.Шеплягина, Л.А. Эпидемиология остеопороза у детей и подростков / Л.А. Шеплягина, Т.Ю. Моисеева, М.В. Коваленко [и др.] // Остеопения у детей. Диагностика, профилактика и коррекция. – М., 2005. – С. 12.
- 63.Шихмагомедов, А.А. Ортезирование при травмах и болезнях костно – мышечной системы / А.А. Шихмагомедов, Р.В. Росков // Ортезирование. Путь к совершенству: тез. российской науч.-практ. конф. – М., 2002. – С. 62–64.
- 64.Юмашев, Г.С. Повреждения тел позвонков, межпозвонковых дисков и связок / Г.С. Юмашев, Л.Л. Силин. – Ташкент : Медицина, 1971. – 228 с.
- 65.Яворский, В.С. Организация медицинской помощи при заболеваниях и повреждениях позвоночника в Харьковской области. Актуальные проблемы лечения осложненных повреждений позвоночника / В.С. Яворский, Г.И. Фадеев, В.А. Бердников, Г.А. Щербак. – М., 1979. – С. 64–68.
- 66.Aebi M. The aging spine / M. Aebi, R. Gunzburg, M. Szpalski. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – 870 p.
- 67.An, H.S. Low lumbar burst fractures: comparison between conservative and surgical treatments / H.S. An, J.M. Simpson, N.A. Ebraheim [et al.] // Orthopedics. – 1992. – Vol. 15, N 3. – P. 367–373.
- 68.Avanzi, O. McCormack classification and kyphotic deformity in thoracolumbar burst fractures / O. Avanzi, L.Y. Chih, R. Meves[et al.] // Acta Ortop. Bras. – 2007. – Vol. 15, N 5. – P. 251–253.

69. Benzel, E.C. Short-segment compression instrumentation for selected thoracic and lumbar spine fractures: the short-rod / two-claw technique / E.C. Benzel // J. Neurosurg. – 1993. – Vol. 79, N 3. – P. 335–340.
70. Bersi, G. Osteosintesi delli fracture vertebrali lombari. Studio Sperimentale / G. Bersi // Minerva Ortop. – 1984. – Vol. 35, N 11. – P. 721–735.
71. Böhler, L. Technique de traitement des fractures de la colonne dorsale et lombaire (Traduction de: Boppe) / L. Böhler. – Paris : Masson, 1934. – P. 149.
72. Cassar-Pullicino V.N. Spinal trauma: an imaging approach. / V.N. Cassar-Pullicino, H. Imhof. – Stuttgart; New York, 2006. – 264 p.
73. Cheneau, J. Corseto di Cheneau / J. Cheneau, G. Engels, H. Bennani H. // Ortop. – 2000. – 2004. – Vol. 6. – P. 9–16.
74. Chien, L. Age, sex, and socioeconomic status affect the incidence of pediatric spinal cord injury: an eleven –year national cohort study / L. Chien, J.-C. Wu, Y.-C. Chen [et al.] – PLoS One, 2012. – Vol. 7, N 6. – e 39264.
75. Deamer, R.M. Technical forum: Improved orthotic lowback support for help with low-back pain / R.M. Deamer, R.B. Anderson // J. Prosth. Orths. – 1997. – Vol. 9. – P. 38–41.
76. Denis, F. The three-column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries / F. Denis // Spine. – 1983. – Vol. 8. – P. 817.–831.
77. Denis, F. Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurological deficit. A comparison between operative and nonoperative treatment / F. Denis, G.W. Armstrong, K. Searls, L. Matta // Clin. Orthop. – 1984. – N 189. – P.142.–149.
78. DeVivo, M.J. Causes and costs of spinal cord injury in the United States / M.J. DeVivo // Spinal Cord. – 1997. – 35 (12). – P. 809–813.
79. Eldeeb, H. Design of thoracolumbosacral orthosis (TLSO) braces using CT/MR. / H. Eldeeb, N. Boubekri, S. Asfour [et al.] // J. Comput. Assist. Tomogr. – 2000. – Vol. 25. – P. 963 –970.

80. Eysel, P. Die Bedeutung der Bandscheibe für den Repositionsverlust operativ stabilisierter Frakturen der Rumpfwirbelsäule / P. Eysel, J.D. Pompe, C. Hopf, G. Meinig // Unfallchirurg. – 1994. – Bd. 97, H. 9. – P. 451–457.
81. Ferguson, R.L. A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures / R.L. Ferguson, B.L. Allen // Clin. Orthop. – 1984. – Vol. 189. – P. 77–88.
82. Frankel, H.L. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia / H.L. Frankel, D.O. Hancock, G. Hyslop [et al.] // I. Paraplegia. – 1969. – Vol. 7, N 3. – P. 179–192.
83. Genant, H.K. Interim report and recommendations of the World Health Organization Task – Force for Osteoporosis / H.K. Genant, C. Cooper, G. Poor [et al.] // Osteoporos Int. – 1999. – Vol. 10, N 4. – P. 259–264.
84. Holdsworth, F.W. Fractures, dislocations and fracture –dislocations of the spine / F.W. Holdsworth // J. Bone Joint Surgery. – 1963. – Vol. 45-B, N1. – P. 6–20.
85. Kaneda, K. Anterior decompression and stabilization with the Kaneda device for thoracolumbar / K. Kaneda, H. Taneichi [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 1997. – Vol. 79-A, N 1. – P. 69–83.
86. Karjalainen, M. Painful spine after stable fractures of the thoracic and lumbar spine. What benefit from the use of extension brace? / M. Karjalainen, A.J. Aho, K. Katevuo // Ann. Chir. Gynaecol. – 1991. – Vol. 80, N1. – P. 45–48.
87. Kaye, J.J. Jr. Thoracic and Lumbar spine trauma / J.J. Kaye Jr., E.P. Nance // Radiol. Clin. North Am. – 1990. – Vol. 28, N 2. – P. 361–377.
88. Khaim, Z. Concepts. Basics of orthosis of lower limb and vertebra / Z. Khaim, V. Kafingist // FRG Eshborn 1: Otto Bock, 2014. – 220p.
89. Koroivessis, P.G. Use of the Texas Scottish Rite Hospital Instrumentation in the treatment of thoracolumbar Injuries / P.G. Koroivessis, A. Baikousis, M. Stamatakis // Spine. – 1997. – Vol. 22, N 8. – P. 882–888.
90. Kovacs, Z. Fracture of the lower thoracic spine in ankylosing spondylitis / Z. Kovacs, I. Siko, O. Vajda // Magyar Traumatol. Orthop. – 1992. – Vol. 35, N 4. – P. 305–309.

91. Kraus, R. Fractures of the thoracic and lumbar spine in children and adolescents / R. Kraus, J.P. Stahl, C. Heiss [et al.] // Unfallchirurg. – 2013. – Vol. 116, N 5. – P. 435–441.
92. Krengel, W.F. Early stabilization and decompression for incomplete paraplegia due to a thoracic – level spinal cord injury / W.F. Krengel, P.A. Anderson, M.B. Henley [et al.] // Spine. – 1993. – Vol. 18, N 14. – P. 2080.–2087.
93. Luque, E.R. Segmental spinal instrumentation in the treatment of fractures of the thoracolumbar spine / E.R. Luque, N. Cassis, G. Ramires-Wiella [et al.] // Spine. – 1982. – Vol. 7, N 3. – P. 312–317.
94. Magerl, F.P. A Comprehensive classification of thoracic and lumbar injures / F.P. Magerl, M. Aebi, S.D. Gertzbein [et al.] // Eur. Spine J. – 1994. – Vol. 3, N 4. – P.184–201.
95. Magerl, F.P. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries / F.P. Magerl, M. Aebi, J.S. Thalgott, J.K. Webb (eds.) // AO ASIF principles in spine surgery. – Berlin : Springer, 1998. – P. 20–41.
96. Magerl, F.P. External spinal skeletal fixation / F.P. Magerl, B.G. Weber // Fixateur externe. – New York : Springer-Verlag, 1985. – 298 p.
97. Magerl, F.P. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation / F.P. Magerl // Clin. Orthop. – 1984. – N 189. – P.125–141.
98. Maiman, D.J. Comparison of the failure biomechanics of spinal fixation devices / D.J. Maiman, A. Sances Jr., S.T. Larson [et al.] // Neurosurgery. – 1985. – Vol.17, N 4. – P. 574.–580.
99. Markula-Patjas, K.P. Prevalence of vertebral compression fractures and associated factors in children and adolescents with severe juvenile idiopathic arthritis / K.P. Markula-Patjas, H.L. Valta, L.I. Kerttula [et al.] // J. Rheumatol. – 2012. – Vol. 39, N 2. – P. 365–373.
100. McBride, G.G. Cotrel – Dubousset rods in surgical stabilization of spinal fractures / G.G. McBride // Spine. – 1993. – Vol. 18, N 4. – P. 466–473.
101. McCormack, T. The load sharing classification of spine fractures / T. McCormack,

- E. Karaikovic, R.W. Gaines // *Spine*. –1994. – Vol. 19, N 15. – P. 1741–1744.
102. Meyer, P.R. *Surgery of spine trauma* / P.R. Meyer. – New York; Edinburgh; London: Churchill Livingstone, 1989. – P. 58
 103. Mumford, J. Thoracolumbar burst fractures. the clinical efficacy and outcome of nonoperative management / J. Mumford, J.N. Weinstein, K.F. Spratt, V.K. Goel // *Spine*. – 1993. – Vol. 18, N 8. – P. 955–970.
 104. Muniz, A. Lumbar vertebral fractures in children: four cases and review of the literature / A. Muniz, S. Liner // *Pediatric Emerg. Care*. – 2011. – Vol. 27. – P. 1157–1162.
 105. Nakhla, M. Prevalence of vertebral fractures in children with chronic rheumatic diseases at risk for osteopenia / M. Nakhla, R. Scuccimarri, K.N. Duffy [et al.] // *J. Pediatr*. – 2009. – Vol. 154, N 3. – P. 438–443.
 106. Newton, P.O. *Fractures in children* / P.O. Newton. – 6th ed. – Rockwood & Wilkins, 2006. – 980 p.
 107. Nicoll, E.A. Fractures of the dorsolumbar spine / E.A. Nicoll // *J. Bone Joint Surg*. – 1949. – Vol. 31-B, N3. – P. 376–394.
 108. Perie, D Boston brace correction in idiopathic scoliosis: a biomechanical study / D. Perie, C.E. Aubin, Y. Petit [et al.] // *Spine (Phila Pa)*. – 2003. – Vol. 28, N 15. – P.1672–1677.
 109. Puisto, V. Incidence of spinal, spinal cord injuries, and their surgical treatment in children and adolescents: a population based study / V. Puisto, S. Kaariainen, A. Impinen [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2010. – Vol. 35, N 1. – P. 104–107.
 110. Rush J.K. Associated injuries in children and adolescents with spinal trauma / J.K. Rush, D.M. Kelly, N. Astur, A. Creek, R. Dawkins, S. Younas, W.C. Warner Jr, J.R. Sawyer // *J Pediatr Orthop*. – 2013. – Vol. 33, № 4 Jun. – P. 393–397.
 111. Thornton, J. A systematic review of the effectiveness of strategies for reducing fracture risk in children with juvenile idiopathic arthritis with additional data on long –term risk of fracture and cost of disease management / J. Thornton, D. Ashcroft, T. O'Neill [et al.] // *Health Technol. Assess*. – 2008. – Vol. 12, N 3. – P. 1–208.

112. Vaccaro, A. Post-traumatic spinal deformity / A. Vaccaro, I. Silber // Spine. – 2001. – Vol. 26. – P. 8111–8118.
113. Vinz, H. Frakturen im Bereich von Brust- und Lendenwirbelsäule bei Kindern / H. Vinz // Zbl. Chir. – 1964. – Bd. 89, H. 22. – P.817–827.
114. Wong, D. Clinical handbook of pediatric nursing / D. Wong, L. Whaley. – – Ed. 2. – St. Louis : Mosby, 1986. – 474 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ**АНКЕТА****ПАЦИЕНТА С КОМПРЕССИОННЫМ ПЕРЕЛОМОМ ПОЗВОНОЧНИКА**

1. Фамилия Имя Отчество _____

2. Год рождения _____

3. Пол _____

4. Адрес _____

5. № истории болезни _____

6. Отделение № _____

7. Даты нахождения в стационаре _____

8. Группа инвалидности _____

9. Сроки оформления инвалидности после травмы _____

10. АНАМНЕЗ

Дата травмы _____

- первая помощь (где и кем оказана) _____

- лечение в других стационарах _____

11. ОРТОПЕДИЧЕСКИЙ СТАТУС

жалобы _____

- подвижность в грудном отделе позвоночника _____

- подвижность в поясничном отделе позвоночника _____

12. ДИАГНОЗ _____

СОПУТСТВУЮЩИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ _____

13. ПОДГОТОВКА К ОРТЕЗИРОВАНИЮ

- консервативное лечение _____

14. ОРТЕЗИРОВАНИЕ

- ортезирование (первичное, повторное, с какого периода заболевания) _____

- конструкция ортеза _____

- недостатки ортеза _____

15. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ

- клинические _____

- рентгенологические _____

- биомеханические _____

16. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

17. СОЦИАЛЬНЫЙ СТАТУС

- где проживает (условия, квартира) _____

- с кем проживает _____

19. ЗАКЛЮЧЕНИЕ, ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

20. ФОТОДОКУМЕНТАЦИЯ