

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.И.
МЕЧНИКОВА» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

РЫБКА
ДИНА ОЛЕГОВНА

РОЛЬ ЭХОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНЫХ
МЫШЦ У ДЕТЕЙ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ ИДИОПАТИЧЕСКОГО
СКОЛИОЗА

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Шарова Лидия Евгеньевна

Научный консультант:
доктор медицинских наук, профессор
Дудин Михаил Георгиевич

Санкт-Петербург

2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА (обзор литературы).....	11
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	37
2.1 Общая характеристика материала исследования	37
2.2 Методы исследования	39
2.2.1 Клинический осмотр пациента	40
2.2.2 Рентгенологическое обследование позвоночника	40
2.2.3 Компьютерно-топографическое обследование позвоночника	42
2.2.4 Эхография паравертебральных мышц	45
2.2.5. Электромиография паравертебральных мышц	50
2.3 Методы статистической обработки	51
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ БЕЗ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА.....	53
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЕМ ОСАНКИ ПО ТИПУ "ПЛОСКАЯ СПИНА".....	71
ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ.....	86
5.1 Результаты обследования пациентов со сколиозом I-ой степени	86
5.1.1 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до лечения.....	86
5.1.2 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом	109
I-ой степени после лечения	109
5.2 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени	117

5.2.1 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до лечения	117
5.2.2 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени после лечения.....	139
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	148
ВЫВОДЫ	156
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	157
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	158
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	159
ПРИЛОЖЕНИЕ	179

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БА – биоэлектрическая активность

КА – коэффициент асимметрии

КОТ – компьютерно-оптическая топография

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

ПВМ – паравертебральные мышцы

УЗ – ультразвуковое (-ая, -ые)

УЗД – ультразвуковая диагностика

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЭМГ – электромиография

КА_р – коэффициент асимметрии эхоплотности паравертебральных мышц

КА_с – коэффициент асимметрии площади поперечного сечения паравертебральных мышц

ПФ – потенциалы фибрилляций

ДЕ – двигательная единица

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Проблема ранней диагностики и прогнозирования прогрессирования деформации позвоночника является крайне важной в детском возрасте. Идиопатический сколиоз относится к числу самых распространенных заболеваний костно-суставной системы детей и представляет собой патологию позвоночника, характеризующуюся его трехмерными изменениями, с боковым отклонением во фронтальной, вращением в поперечной и уменьшенной кривизной в сагиттальной плоскостях, приводящую к тяжелым деформациям опорно-двигательного аппарата с поражением внутренних органов и систем (Дудин М.Г., 2021; Щурова Е.Н., 2021; Общероссийская общественная организация Ассоциация травматологов-ортопедов России, 2021).

В детской практике данная патология встречается от 2 до 39% случаев и занимает одно из первых мест среди ортопедических заболеваний (Кокушин Д.Н., Виссарионов С.В., 2021; Баиндурашвили А.Г.; 2018).

Отличительной особенностью идиопатического сколиоза является частое выявление его в период интенсивного роста осевого скелета, когда происходит прогрессирование деформации (Валина С.Л. и соавт., 2021; Зейналов Ю.Л. и соавт., 2021; Дудин М.Г. 2019). Исходя из этого, решение вопроса о раннем выявлении заболевания, а также об определении той стадии развития процесса, при которой изменения в позвоночнике становятся необратимыми и не поддающимися консервативной терапии, является актуальной задачей исследования.

В сохранении вертикального положения тела человека и в патогенезе деформирования позвоночного столба особая роль принадлежит паравертебральным мышцам (ПВМ) (Schmid S. Et al., 2020). Оценка нарушения функции и четкое понимание характера морфологических изменений их структуры занимают важное место в диагностике и лечении детей с идиопатическим сколиозом

(Дюбуссе Ж., 2021; Зотова И.В., 2021).

Для выявления деформации позвоночника используются такие методы, как клинический осмотр, рентгенография, компьютерно-оптическая топография (КОТ). Что касается оценки состояния мышечной системы позвоночника, на сегодняшний день основным методом диагностики является электромиография (ЭМГ), но этот способ не позволяет полностью оценить морфофункциональные особенности паравертебральных мышц.

Степень разработанности темы

В отличие от ЭМГ метод ультразвуковой диагностики (УЗД) позволяет оценить, как анатомическое строение, так и функциональные особенности паравертебральных мышц. В литературе отражены сведения об определении линейных размеров паравертебральных мышц при сколиозе у взрослых пациентов с помощью УЗД (Щурова Е.Н., 2018; Kim D.K. et al., 2018). Встречаются работы по определению акустической плотности мышц при нейромышечной патологии у взрослых пациентов с помощью эластографии (Деягин В.М., 2015) и гистографии при изучении мышц нижних конечностей (Гребенюк Л.А., 2016). Также имеются публикации, в которых описана корреляция между электромиографическими характеристиками мышц и их структурно-анатомическими параметрами (Долганова Т.И., 2018; Han P. et al., 2013). Однако научных исследований, посвященных подробному изучению структуры ПВМ и их анатомо-функциональных особенностей у детей при различных степенях идиопатического сколиоза, не проводилось. Кроме того, в отечественной и зарубежной литературе отсутствуют данные о состоянии ПВМ после проведения консервативного лечения сколиоза.

Проведенное исследование состояния ПВМ при идиопатическом сколиозе у детей с помощью эхографии позволит использовать полученные данные в комплексном подходе к диагностике, лечению и профилактике прогрессирования трехплоскостной деформации позвоночника у детей.

Цель исследования

Улучшение ранней диагностики идиопатического сколиоза у детей на основе изучения состояния паравертебральных мышц методом эхографии с применением гистографии.

Задачи исследования

1. Разработать ультразвуковые характеристики эхоплотности и площади поперечного сечения паравертебральных мышц у детей в норме.
2. Уточнить эхографические признаки изменения в паравертебральных мышцах у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина».
3. Изучить и количественно оценить изменения в паравертебральных мышцах детей при начальных степенях идиопатического сколиоза.
4. Оценить возможности эхографии паравертебральных мышц в оценке эффективности консервативного лечения детей с начальными степенями идиопатического сколиоза.

Научная новизна

Диссертационная работа является первым обобщающим научным трудом, в котором установлены эхографические критерии плотности и площади поперечного сечения паравертебральных мышц у детей без деформации позвоночника.

Впервые выявлены эхографические признаки перехода здорового позвоночника в патологический.

Выявлены эхографические критерии плотности и площади поперечного сечения паравертебральных мышц у детей с идиопатическим сколиозом I-ой и II-ой степени.

Установлены гендерные и возрастные ультразвуковые особенности состояния паравертебральных мышц у детей.

Впервые получены сведения об изменении эхографических показателей состояния паравертебральных мышц после проведенного консервативного лечения идиопатического сколиоза I-ой и II-ой степени.

Выявлена корреляция между результатами эхографии и данными электромиографии в оценке состояния паравертебральных мышц у детей в норме и при деформации позвоночника.

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные данные имеют высокую прогностическую значимость в качестве дополнительных критериев в ультразвуковой оценке состояния паравертебральных мышц детей с начальной симптоматикой идиопатического сколиоза среди других методов диагностики.

Материалы проведенной работы позволят практикующим специалистам использовать дифференциально-диагностические критерии между нормой и патологией, а также назначать своевременное консервативное лечение заболевания и осуществлять динамический контроль для предотвращения прогрессирования патологического процесса.

Положения, выносимые на защиту

1. Метод эхографии позволяет оценить разницу в состоянии паравертебральных мышц у здоровых детей и детей с идиопатическим сколиозом.
2. Полученные при исследовании эхографические признаки асимметрии ультразвуковых характеристик состояния паравертебральных мышц предоставляют возможность ранней диагностики и прогнозирования прогрессирования начальных степеней идиопатического сколиоза у детей.
3. Изучение эхографических показателей состояния паравертебральных

мышц до и после консервативного лечения позволяют оценить его эффективность.

Методология и методы исследования

Диссертационное исследование состояло из нескольких этапов.

На первом этапе были изучены данные российской и зарубежной литературы, посвященные тематике идиопатического сколиоза у детей и исследованию паравертебральных мышц: всего 204 источника, из них 117 отечественных, 87 зарубежных;

На втором этапе были сформированы 2 группы исследования: основная, включающая 28 детей с нарушением осанки по типу «плоская спина», 29 детей с идиопатическим сколиозом первой степени, 29 – с идиопатическим сколиозом второй степени и группа контроля – 30 детей без нарушения осанки и деформации позвоночника, проведен анализ их клинических, функциональных и лучевых данных;

Полученные результаты были сопоставлены между собой и с учетом верификации с выполнением сравнительного статистического анализа.

Степень достоверности

Степень достоверности результатов исследования определяется достаточным и репрезентативным объемом выборки, адекватными и современными методами исследования и статистической обработки данных.

Для доказательства нормального распределения данных исследования применялся тест Колмогорова – Смирнова. Для сравнения групп использовались тест Стьюдента для связанных выборок и коэффициент корреляции Пирсона. Данные в таблицах и рисунках представлены в виде $M+SD$ (среднеквадратическое отклонение). В работе доказана целесообразность использования коэффициента асимметрии для оценки степени положительного эффекта лечения,

а также для верификации данных. Оценка информативности метода УЗИ в сравнении групп пациентов проводилось с определением площади под кривой ROC.

Апробация результатов

Основные результаты работы доложены и обсуждены на Международном Невском радиологическом форуме (СПб, 2019), заседаниях Санкт-Петербургского радиологического общества (СПб, 2018, 2019), Международном Конгрессе ортопедов и травматологов «Прага-Люблин-Сидней-Санкт-Петербург» (Польша 2016, Чешская республика, 2017, 2018, 2019), Научно-практической конференции с международным участием «Комплексное лечение сколиозов у детей» (СПб, 2018), IX научно-практической конференции «Актуальные вопросы детской медицинской реабилитации» (СПб, 2018), 91-ой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Мечниковские чтения"» (2018).

Публикации

По материалам диссертационного исследования опубликовано 12 печатных работ, из них – 2 статьи, рекомендованных перечнем ВАК Минобрнауки РФ.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, перспектив дальнейшей разработки темы, списка литературы, приложения. Текст диссертации изложен на 178 листах машинописного текста. Работа иллюстрирована 66 таблицами и 65 рисунками. В списке литературы содержится 204 источника, в том числе 117 отечественных и 87 иностранных авторов.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА (обзор литературы)

Сколиоз (др.греч. σκολιός) – стойкое боковое отклонение позвоночного столба от нормального, вертикального его положения у человека. Этот термин был предложен Сl. Galenus /129-200 г.н.э./. Термин «идиопатический» (др.греч./лат. ἴδιος, idios – собственный + πάθος, pathos – страдающий, что дословно означает «болезнь сама по себе») стал применяться вследствие появления трехплоскостной деформации позвоночника на фоне полного здоровья ребенка, без видимой причины и вошел в литературу только в начале XX в. (Эйленбург А., 1909-1915; Михайловский М.В., Зайдман А.М., 2004; Bohm M., 1906; Whitman A., 1922; Lonstein J.E., 1984, 1995; Byrd J.A., 1988).

На протяжении последних десятилетий статистические данные практически одинаковы: сколиоз встречается от 2 до 39% детского населения (Кокушин Д.Н. и соавт., 2021; Шарпарь В.Д. и соавт., 2016; Баиндурашвили А.Г., 2018; Heideken J. et al., 2017; Dudin M. et al., 2018).

Отличительной особенностью данной патологии является наибольшее выявление ее в период интенсивности роста осевого скелета, то есть в возрасте 9 – 13 лет. И как раз в период ускорения продольного роста ребенка наступает переломный момент заболевания – прогрессирование деформации, которое представляет опасность для каждого третьего-четвёртого больного (Валина С.Л. и соавт., 2021; Зейналов Ю.Л. и соавт., 2021; Дудин М.Г. Пинчук Д.Ю., 2013; Кобызев А.Е., 2012; Аршин В.В. и соавт., 2015; Lonstein J., Karlson J., 1984).

С возрастом увеличивается разница в соотношении проявления сколиоза у детей по полу: у девочек он диагностируется значительно чаще (Negrini S. et al., 2005, Peng Y. et al., 2012).

Международное Общество исследования сколиоза (Scoliosis Research Society) классифицирует идиопатические сколиозы в зависимости от возраста: инфантильные (с момента рождения до 3 лет), ювенильные сколиозы (от 4 до 10 лет) и подростковые сколиозы (от 10 до 20 лет) (Goldstein L.A., Waugh T.R., 1973).

Во многих публикациях встречаются различные варианты классификаций (Абальмасова Е.А., 1965, 1978, 1964, Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю., 2006; Михайловский М.В., Фомичёв Н.Г., 2011; Lonstein J.E., 1995; Lenke L.G., Edwards C.C., Bridwell K.H., 2003; Duong L., Cheriet F., Labelle H., 2006), но в отечественной ортопедии наиболее популярны две классификации: по этиологии и по степени тяжести развития заболевания, которые были предложены В.Д. Чаклиным и официально рекомендованы для применения на I^{ом} Всероссийском съезде ортопедов и травматологов в 1961г. Согласно этиологии все сколиозы подразделяются на врождённые, нейродиспластические, дистрофические, идиопатические и сколиозы от разных причин. По степени тяжести В.Д. Чаклин (1965) разделяет патологический процесс в зависимости от выраженности угла деформации позвоночника по методу Кобба (Cobb J.R., 1948); I-я степень – до 10° Кобба, II-я – 11°-25°, III-я – 26°-45° и IV-я – свыше 45°.

Важнейшую информацию о сколиозе у ребёнка даёт изучение анамнестических сведений. Особое внимание уделяется возрасту, наследственности, сроку начала заболевания и активности роста пациента, проводится клинический осмотр пациента, который является основным при массовом осмотре большого количества детей.

На сегодняшний момент самым доступным базовым инструментальным методом диагностики у пациентов с поражениями позвоночного столба является рентгенография (Röntgen W.C., 1895). Ее цель – объективизировать клиническую картину, выявленную при врачебном осмотре. Кроме этого, данный метод позволяет выявить анатомические изменения структурных элементов позвоночника, а также получить ряд числовых показателей деформации.

Существует несколько способов для определения величины фронтального искривления позвоночного столба. Например, получивший большую популярность метод Кобба-Липпманна (J.R. Cobb, R.Lippmann). Он основан на восстановлении перпендикуляров к проекциям оснований тел нейтральных позвонков и вычисления угла их пересечения (Cobb J.R., 1948); метод Фергюсона (Ferguson A.B., 1950) – соединение прямыми линиями центров рентгенологи-

ческих проекций тел позвонков – нейтральных и вершинного; метод Е.А. Абальмасовой (1973) – величина кривизны сколиотической дуги вычисляется с помощью суммации клиновидно измененных теней тел позвонков и межпозвонковых дисков при измерении в градусах степеней угловых деформаций каждого из этих образований, составляющих исследуемую дугу.

В процессе научно-технического прогресса в последней трети XX века предложен ещё один метод диагностики сколиоза. Это компьютерная оптическая топография (КОТ), которая относится к бесконтактным технологиям. В его основе лежит метод муаровой топографии, который впервые был использован в работе Н. Takasaki (1970). Данный способ позволяет мгновенно регистрировать трехмерную форму обследуемой поверхности туловища пациентов в виде линий одного уровня подобно топографическим картам, используя концепцию стереографической проекции в белом свете в статических условиях. Коэффициент корреляции между компьютерно-оптической топографией и рентгенографическим методами составляет 0,76% (Цуканов А.Н., 2016). Но несмотря на схожесть этих методов на первый взгляд, числовые значения на графическом изображении нельзя сопоставлять с градусами дуг искривления по Коббу. Особенности топографии спины косвенно отражают лишь форму позвоночного столба, а не «внутренние» характеристики деформации (Дудин М.Г., 2017). Поэтому КОТ удобна для массового и этапного использования без дополнительного облучения, но объективного представления об истинном состоянии позвоночника не дает.

Между тем, ключевым вопросом в понимании сколиоза является его этиология и патогенез. Несмотря на многообразие этиологических теорий (генетическую (Ward K., Ogilvie J., 2010; Liang J. et al., 2017; Liu S. et al., 2017), гормональную (Дудин М.Г., 1993), нейрогуморальную (Machida M. et al., 1996), центральную (Rogala P. et al., 1978; Jensen G.M., 1980), нейромиогенную (Wajchenberg M., Martins D.E., 2015), нейродиспластическую (Глаголев Н.В., Козлитина Т.Н., 2014), сегодня можно видеть практически недискутируемый парадокс: сколиоз полиэтиологичен, но при этом моноформен.

Первый комментарий по этому поводу сделан только в 60-70-е годы XX века чешским нейрорадиологом Milan Roth (1923 – 2006). Он убедительно обосновал взгляд на «сколиоз» как на результат нарушения соотношения между главными составляющими позвоночного комплекса – спинного мозга и его костной оболочки: «Idiopathic scoliosis: a special type of osteo-neural growth disproportion» (Roth M., 1969). Данная мысль была развита нашими соотечественниками, профессорами М.Г. Дудиным М.Г. и Д.Ю. Пинчуком, которые на фактических результатах комплексной диагностики состояния директивных эндокринной и нервной системы убедительно показали, что идиопатический сколиоз является компенсаторной реакцией на несопряженность процессов продольного роста спинного мозга и его костно-связочно-мышечного «футляра» (Дудин М.Г., Пинчук Д.Ю., 2009, 2013, 2017).

Позвоночный столб рассматривался авторами в виде двух условных колонн: передней (вентральной) и задней (дорзальной). Вентральная представляет собой компактную цепь плотно соединяющихся между собой элементов (тела позвонков и межпозвоночные диски), именно она определяет высоту позвоночника в целом, являясь «несущей». Дорзальная часть позвонков образует функциональную условную колонну, которая состоит из последовательно расположенных элементов – дужки позвонков, остистые и поперечные отростки. Последние выступают в роли рычагов, к которым прикрепляются паравертебральные мышцы. В их состав входят поверхностные (трапециевидная, широчайшая, мышца, поднимающая лопатку, большая и малая ромбовидные) и глубокие мышцы спины (разгибатель туловища, поперечно-остистые мышцы, межостистые мышцы, межпоперечные мышцы, собственные мышцы затылка) (Синельников Р.Д., 1958). Этот мышечный комплекс обеспечивает как вертикальное положение позвоночного комплекса, так и его движение (Kapandji A.I., 2012). Между этими условными колоннами расположен позвоночный канал и в нём находится второй важнейший компонент позвоночного комплекса – спинной мозг. Данный отдел центральной нервной системы анатомически непосредственно связан со своим «футляром», но при этом остаётся автономным органом со своей онто- и

филогенетической программой развития (Антонова О.А., Куренков А.Л., 1999). Важнейшим условием нормального функционирования позвоночного комплекса является его гомеостаз (др.-греч. ὁμοιότητα от ὁμοιος, одинаковый + στάσις, неподвижность) – способность живых систем противостоять изменениям и сохранять постоянство состава и свойств биологических систем (Cannon W.B., 1929). Условием его поддержания является высокая синхронность в динамике продольного роста спинного мозга и его костно-связочно-мышечного «футляра». Она обеспечивается сложными регуляторными структурами, включающими себя нервную систему, эндокринную систему и т.д. Когда в ряде регулирующих ростовой процесс факторов происходит сбой, в качестве компенсаторной реакции наступает динамическая несопряженность между продольным развитием двух главных компонент позвоночника. (Дудин М.Г., Пинчук Д.Ю., 2005; Chu W.C. et al., 2006; Liu T. et al., 2007).

Такой методологический подход (в частности представление о позвоночном комплексе как о двухколонном образовании), позволил сотрудникам ВЦДОиТ «Огонёк» в содружестве с кафедрой теоретической механики Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I и кафедрой прикладной математики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» разработать математическую модель трёх-плоскостной сколиозоподобной деформации (Поморцев И.Ю., Бобер С.В., Дудин М.Г. и др., 2015). Важнейшим результатом этого моделирования стало выявление трёх этапов перехода здорового позвоночного столба в статус «сколиотический» (Дудин М.Г., Баллошин Ю.А., Бобер С.В. и др., 2016).

Первым этапом является «доклинический», когда происходит первая адаптационная реакция на появление избытка длины костно-связочно-мышечного «футляра» спинного мозга в виде использования «анатомических резервов» в физиологических сагиттальных изгибах (Хусаинов Н.О. и соавт., 2021; Roth M., 1968, Анохин П.К., 1975). В клинической картине это проявляется в виде синдрома «плоская спина» или «flat back». В самом комплексе возникает

избыточная афферентация центральных нервных структур из-за растяжения и соответствующего раздражения рецепторных образований в надкостнице позвоночного канала, а также в оболочках и других компонентах спинного мозга (Huang S.L., 2015). Ответом на избыточную афферентацию, которая через стволовые и базальные структуры головного мозга передается на структуры «thalamus - hypothalamus - hypophysis», становится коррекция остеотропного гормонального профиля для уменьшения активности процесса костеобразования (Зейналов Ю.Л., 2021; Дудин М.Г., 1993; Kim H.L., 2012). В результате данной коррекции обеспечивается восстановление сопряженности продольного роста «футляра» и его содержимого и дальнейших реакций возможно не понадобится (Дудин М.Г., 2017). Тем не менее, такие дети попадают в группу риска и должны наблюдаться ортопедами поликлиник с диагнозом нарушение осанки по сколиотическому типу, так как вероятность появления сколиоза остается высокой.

Непременным условием для здорового организма является его устойчивое вертикальное положение в пространстве (Дюбуссе Ж., 2021; Van Gesscher D., 1792). В том случае, если эффективность нейрогормональных механизмов организма все-таки недостаточна, происходит скручивание несущей колонны из тел позвонков и межпозвонковых дисков вокруг продольной оси, совпадающей с проекцией позвоночного канала (Karandji A.I., 2012). Наступает второй этап, «преклинический». Он отличается от первого присутствием в форме позвоночного столба патологического признака в виде устойчивой ротации позвонков (лат. rotatio, круговое движение, или поворот целого позвонка без нарушения его формы). Важно отметить, что указанное скручивание является результатом последовательной ротации каждого вышележащего позвонка над нижележащим (Дудин М.Г., Бобер С.В., Балашин Ю.А. и др., 2016; Karandji A.I., 2012). Биомеханически этот процесс обеспечивается с помощью мышц-ротаторов с контрлатеральной стороны.

Стоит отметить, что первые два этапа носят обратимый характер, что имеет важнейшее значение, так как пациенты имеют возможность вовремя получить соответствующие лечебные мероприятия, являющиеся профилактикой сколиоза

(Дудин М.Г., 2017).

Следует подчеркнуть, что горизонтальное смещение позвонков относительно друг друга идет от нижележащих (эффект винтовой лестницы). Это приводит к неминуемому в этой ситуации ротационному смещению всего краниального отдела позвоночного столба и головы. В результате происходит смещение оптической оси. Установлено, что при достижении указанного смещения всего на 4° возникает реакция со стороны мышечной системы в виде «сильной тонической постуральной асимметрии паравертебральных мышц» (Baron J.B., 1955; Asaka Y, 1979; Uden A. et al., 1982; Driscoll D.M. et al., 1984). Другими словами, на контрлатеральной (относительно поворота оптической оси глаз) стороне позвоночного столба возникает и наблюдается такая активизация мышц, обслуживающих позвоночник, которая возвращает оптическую ось в нормальное среднее (физиологическое) положение. Таким образом, восстановление гомеостаза в позвоночном комплексе только за счёт первичной торсии привело к необходимости компенсировать её же результат. Это проявляется в виде деторсии краниальной зоны позвоночного столба, протекающей одновременно с вышеупомянутой первичной ротацией. В итоге происходит формирование двух противовитков, или фронтальной компоненты сколиотической деформации (Дудин М.Г., Пинчук Д.Ю, 2009, 2013, 2017). Реализуют процесс деторсии те же паравертебральные мышцы, но с контрлатеральной стороны (Воробьев В.П, Синельников Р.Д., 1946; Тонков В.Н., 1960; Morris J.M. et al., 1962; Cunningham D.J, 1981; Привес М.Г., 1985). Таким образом, наступает третий, «клинический», этап развития идиопатического сколиоза. Кстати, в этот же временной период выявляется устойчивая асимметрия в биоэлектрической активности мышц на уровне вершины сколиотической дуги (Readdle H., Roaf R., 1955).

Участие паравертебральных мышц в механизме трехплоскостной деформации, как мы видим, привлекает внимание ученых различных специальностей. В 1962 году D. Stilwell проводит опыты на мышцах и суставно-связочном аппарате позвоночника обезьян открытым (хирургическим) путем. В

литературе встречаются данные о гистохимическом исследовании биоптатов параспинальных мышц у пациентов с выраженными деформациями позвоночника (Филимонова Г.Н., Мигалкин Н.С., 2019; Mannion A.F. et al., 1997).

Также известны работы по ультразвуковой (Bojadsen T.W. et al., 2000; Zapata K.A. et al., 2015) и магнитно-резонансной (Chan Y.I. et al., 1999; Shafaq N. et al., 2012) диагностике состояния паравerteбральных мышц при сколиозе.

Паравerteбральные мышцы относятся к скелетной поперечнополосатой мускулатуре, превышающей по своей массе любую другую структуру организма и являющейся самой распространенной мышечной тканью тела человека, которая обеспечивает перемещение тела и его частей в пространстве, а также служит для поддержания позы (Бернштейн Н.А., 1990, 2008; Нечаев В.И., 1997, 2009).

Структурные элементы мышечных тканей обладают удлинённой формой и способны к работе благодаря мощному развитию их сократительного аппарата (Кузнецов С.Л., Мушканбаров Н.Н., Горячкин В. П., 2002). Для последнего характерно высокоупорядоченное расположение актиновых и миозиновых миофиламентов, создающее оптимальные условия для их взаимодействия. Это достигается связью сокращающихся структур с особыми элементами цитоскелета и сарколеммой, выполняющими опорную функцию. В части мышечных тканей миофиламенты образуют органеллы специального значения – миофибриллы (Кнорре А.Г., 1967; Алмазов И.В., 1978; Данилов Р.К., 2003). Для мышечного сокращения требуется значительное количество энергии, поэтому в структурных элементах мышечных тканей имеется большое количество митохондрий и трофических включений (липидных капель, гранул гликогена), содержащих субстраты - источники энергии (Алберт С.Б., 1994; Фаллер Дж., 2003).

Эмбриогенез паравerteбральных мышц начинается на 3-ей неделе эмбрионального развития (Гилберт С., 1995; Голиченков В.А., Иванов Е.А., Никерясова Е.Н., 2004). В головном отделе дорзальной мезодермы возникает сегментация с образованием мешкообразных выпячиваний – сомитов. Процесс начинается с головы (затылочные сомиты) на 20-ом дне внутриутробного развития и двигается в каудальном направлении со средней скоростью 3 сомита в

сутки. К концу 5-ой недели у зародыша формируется 40-44 пары сомитов, среди которых различают: 5 затылочных, 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и от 3 до 5 копчиковых. Сомиты постепенно увеличиваются в объеме и отделяются друг от друга с помощью соединительнотканых перегородок (миосепт). В центре сомита образуется небольшая полость – миоцель, которая разделяет сомиты на две пластинки. В дальнейшем сомиты делятся на три части: миотом (образует мышцы), дерматом (образует соединительнотканную часть кожи), склеротом (образует позвонки и ребра). Каждый миотом разделяется на вентральную и дорзальную части. Из дорсальной части миотома формируются мышцы спины, из вентральной - боковые и передние мышцы туловища. В этот период каждый миотом соединяется со спинномозговым нервом соответствующего нейротома. В процессе дальнейшего развития некоторые миотомы перемещаются из мест первоначальной закладки в другие области тела, другие же остаются на месте и срастаются друг с другом, но при этом первоначальные нервные связи каждого миотома сохраняются (Белоусов Л.В, 2005).

Далее миотомы перекидываются через те соединения, где совершается движение, причем, часть первичных миотомов сливается в крупные мышцы (*mm. interspinales, intertransversales, transversospinales, longissimus dorsi, iliocostalis*). Другая часть остается в виде коротких мышц (*mm. rotatores*), которые связывают последовательно сегменты позвонков (Нечаев В.И., 2009). Соединительная ткань, образуемая из остатков миотома, накапливается вокруг мышц и образует фасции. Из миотомов формируются мышечные пласты, которые оставляют сегментное строение. Мышечные пласты разделяются соединительной тканью на глубокие и поверхностные слои. Из глубоких слоев миотомов в области спины формируются короткие межпозвоночные мышцы. Поверхностные слои миотомов на дорзальной и переднебоковой поверхности туловища теряют сегментное строение, сливаются и формируют закладки для длинных и широких мышц спины (Гайворонский И.В., 2006).

Таким образом, вследствие смещения и перегруппировок миотомов в

эмбриогенезе наблюдаются следующие процессы:

1. Слияние миотомов: объединяются в сплошной мышечный пласт (мышца - выпрямитель позвоночника, косые и поперечные мышцы живота и т.д.);
2. Миграция некоторых мышц: мышцы, возникшие на конечностях, перемещаются на туловище (широчайшая мышца спины);
3. Расщепление мышц на слои.

Закладка мышц спины начинается с самых глубоких слоёв, лежащих ближе всего к позвоночному столбу: первыми образуются моносегментарные метамерные аутохтонные – мышцы, развившиеся из дорзальных отделов миотомов туловища (*m.splenius capitis et cervicis*, *m.erector spina*, *mm.transversospinales*). При таком типе строения сохраняется метамерное строение мышц – между соседними позвонками, ее сегментарность остается на всю жизнь. Часть спинных мышц соединяется между собой для образования длинных мышц (Сапин М.Р., Никитюк Д.Б., Швецов Э.В., 2004; Рамешвили Т.Е., Труфанов Г.Е., Гайдар Б.В., 2011).

Таким образом, аутохтонные мышцы спины образуют латеральные и медиальные продольные мышечные тракты, по два с каждой стороны, которые лежат в желобках между остистыми и поперечными отростками и углами ребер. В глубоких своих частях, ближайших к скелету, они состоят из коротких мышц, расположенных по сегментам между отдельными позвонками (медиальный тракт) и, чем поверхностнее располагаются, тем они длиннее и через большее количество позвонков они перебрасываются. Более поверхностно лежат длинные мышцы (латеральный тракт) (Привес М.Г., 1985). Эти мышцы иннервируются задними ветвями спинномозговых нервов, или *rr.dorsales (posteriores)*, которые также имеют метамерное строение.

Поверхностно лежащие мышцы спины имеют другое происхождение. Это несегментированные филогенетические более молодые мышцы. В процессе онтогенеза они перемещаются на спину с головы (висцеральные) и конечностей (трункопетальные). Их еще называют гетерохтонными. Интересно отметить, что при миграции поверхностные мышцы «уводят» вместе с собой и иннервирующие

их нервы. Поэтому в отличие от метамерных аутохтонных мышц и их метамерных задних нервных ветвей, поверхностные мышцы иннервируются длинными нервами от передних ветвей спинномозговых нервов. Задние ветви иннервируют глубокие собственные мышцы спины и кожу задней поверхности головы и туловища, они идут дорсально после разделения спинномозгового нерва и проходят между поперечными отростками позвонков, обходя сбоку суставные отростки (Синельников Р.Д., 1958). Между поверхностными и глубокими мышцами спины формируется тораколумбальная фасция.

Наибольший интерес в процессах деформирования позвоночного столба представляют аутохтонные паравертебральные мышцы. По топографическому принципу они разделяются на длинные глубокие мышцы спины (*mm. iliocostales*, *mm. longissimus*, *mm. spinales*, составляющие *mm. erector trunci*) и короткие глубокие мышцы спины (*mm. transversospinales*, *mm. interspinales* и *mm. intertransversarii*) (Самусев, Р.П., 2019). *Mm. transversospinales* (поперечно-остистые мышцы) являются основным компонентом медиального паравертебрального тракта, они располагаются от крестца до затылочной кости кнутри от *mm. spinales* и *mm. longissimus*. К поперечно-остистым мышцам относятся: *mm. semispinalis*, *multifidi* et *rotatores*:

а) *mm. semispinales* (полуостистые мышцы) условно разделяются на грудную, шейную и головную части. Пучки этих мышц начинаются в соответствующих отделах позвоночника от поперечных отростков, перекидываются через 3-4 вышележащих позвонка и прикрепляются к остистым отросткам. Головные части мышц прикрепляются к *planum nuchae superius* затылочной кости и покрывают собственные мышцы затылка. Иннервируются *nn. spinales* (СII-VIII, ThI-XII);

б) *mm. multifidi* (многораздельные мышцы) занимают площадь от крестца до II шейного позвонка, располагаются непосредственно на позвонках. Начинаются от дорсальной поверхности крестца, поперечных отростков поясничных и грудных позвонков, суставных отростков четырех нижних шейных позвонков. Их пучки перекидываются через два позвонка и прикрепляются к

остистым отросткам всех позвонков, за исключением атланта;

в) *mm. rotatores* (мышцы-вращатели) располагаются кнутри от *m. multifidus* на всем протяжении позвоночника в виде трех частей: шейной, грудной и поясничной. Начинаются от основания поперечных отростков позвонков и прикрепляются к основанию остистых отростков вышележащих позвонков. Иннервируются *nn. spinales* (СIII-VIII, ThI-XII, LI-V). Все части мышцы разгибают позвоночник и при одностороннем сокращении поворачивают его в противоположную сторону.

Паравертебральные мышцы функционально подобны растяжкам или вантам корабельной мачты, обеспечивающим устойчивость позвоночного столба (Попелянский Я.Ю., 1974, 1985). Их работа происходит по особым законам: расслабляются, когда точки их прикрепления сближаются и напрягаются, когда точки прикрепления удаляются. Так, для осуществления ротации позвонков, например, влево сокращаются ротаторы справа, а для поворота позвонка вправо, должны сократиться левосторонние мышцы-ротаторы (Дебюссе Ж., 2021; Енока R.M., 1994).

Нарушение симметрии тела, появление нефизиологических изгибов позвоночника вызывает асимметричность нагрузки на мышцы, что ведет к укорочению одних и перерастяжению других, при этом укороченные мышцы, находясь в постоянном напряжении, гипертрофируются, а в перерастянутых развивается атрофия, создавая тенденцию к дальнейшему нарушению мышечного баланса и смещению костных и связочных структур позвоночника (Бернштейн Н.А., 2008).

Как компенсаторная реакция на мышечный дисбаланс происходит образование фасциальных спаек, участков фиброзного перерождения в мышцах, вынужденных работать в статическом режиме. В толще перерожденных мышц происходит компрессия кровеносных сосудов и сдавливание нервных стволов и окончаний.

Из-за асимметрии нагрузок и обменных и циркуляторных нарушений видоизменяются костные структуры – меняется форма тел позвонков, суставных поверхностей и межпозвоночных дисков (Мушкин А.Ю., Ульрих Э.В., Зуев И.В.,

2009). Развитие асимметрии и деформации происходит и в связочном аппарате, и в капсулах суставов, где идет обызвествление, в связи с чем болезнь прогрессирует и образуется своего рода порочный круг.

Несмотря на важность оценки состояния паравертебральных мышц при заболеваниях позвоночника имеющиеся в литературе сведения в большинстве носят описательный характер, часто противоречивы, а применяемые методы диагностики недостаточно информативны. В литературе имеется небольшое количество сведений о нормальных и патологических параметрах количественных данных, определяющих состояние паравертебральной мускулатуры в норме и при заболеваниях позвоночника. Практически отсутствует информация об изменениях на микроскопическом уровне при начальных степенях сколиоза, позволяющая понять сущность и выраженность происходящих процессов в структурных составляющих данных мышц.

Одним из главных способов исследования функции мышц несомненно является электромиография (ЭМГ) – метод исследования нервно-мышечной системы посредством регистрации электрических потенциалов мышц (Результаты влияния авторской методики непрямого массажа на состояние мышц по данным поверхностной электромиографии / Сазонова Е.А., 2021; Бадалян Л.О. 1986; Гехт Б.М. 1990, 1998; Matthews E. Et al., 2010).

Основным функциональным элементом мышцы является мышечное волокно. При передаче возбуждения с нервного волокна на мышечное в последнем возникают сложные биохимические и электрофизиологические процессы, результатом которых являются электрические разряды (Щурова и соавт., 2021; Гехт Б.М., 1990, 1998; Касаткина Л.Ф., 2003, 2010). Эти быстрые потенциалы продолжительностью до 5 мс и средней амплитудой 50-100 мкВ, соответствующие возбуждению одной мышечной фибриллы, называются потенциалами фибрилляций (ПФ), они могут возникать не только в ответ на нервный импульс, но и спонтанно. Но в норме ПФ практически не регистрируются, так как каждое нервное волокно одновременно иннервирует не одно, а группу мышечных волокон, и поэтому при возбуждении нерва на ЭМГ

регистрируются суммарные разряды многих мышечных волокон (Liguori R., 1997; Emeryk-Szajewska B., Корес J., 2008). Группа мышечных волокон, иннервируемых одним мотонейроном и, соответственно, одним двигательным аксоном, называется двигательной единицей (ДЕ). Суммарный разряд мышечных волокон, составляющих ДЕ, называется потенциалом действия двигательной единицы (ПДДЕ). ПФ и ПДДЕ – основные элементарные феномены ЭМГ, подлежащие анализу. С помощью электромиографов производится усиление и запись потенциалов действия возбудимых элементов мышцы, т.е. регистрируется электромиограмма (Гехт Б.М., 1990; Николаев С.Г., 1998; Санадзе А. Г., 2007).

В зависимости от метода регистрации биопотенциалов различают глобальную, или поверхностную, и локальную, или игольчатую ЭМГ. Глобальная, или поверхностная, ЭМГ нашла наиболее широкое применение в отечественных медицинских учреждениях, поскольку этот метод наиболее прост в исполнении, безболезнен и бескровен (Касаткина Л.Ф., Гильванова О.В., 2010). Поверхностная ЭМГ представляет собой суммарную интерференционную активность большой группы двигательных единиц, расположенных вблизи электрода. Ее применяют с целью определения временных периодов активности мышц, оценки величин развиваемых мышечных усилий, по экстремумам электрической активности определяют профиль силы тяги мышц, оценивают начало и степень мышечного утомления.

В ходе многочисленных электромиографических исследований 60-80-х гг. XX века, посвященных изучению особенностей биоэлектрической активности (БА) нервно-мышечного аппарата больных идиопатическим сколиозом, показано, что БА паравертебральных мышц на выпуклой и вогнутой стороне сколиотической дуги у детей с идиопатическим сколиозом имеет достоверное отличие от БА этих же мышц у их здоровых сверстников (Белорусов В.Ф., Бурьгина А.Д., Ненько А.М., 1979). При этом амплитуда ЭМГ и суммарная величина БА на выпуклой стороне дуги выше, чем на вогнутой стороне (Fevre M. 1954; Brussatis F., 1962). Амплитудные различия ЭМГ коррелируются со степенью выраженности деформации позвоночного столба.

Наблюдаемая картина сохраняется при выполнении как тонических, так и фазических движений. При II-III степенях сколиоза изменения на ЭМГ достоверно коррелируются с клинической картиной заболевания.

Электромиографическое обследование 184-х детей с идиопатическим сколиозом, проведенные в ВЦДОиТ «Огонек», установило, что большая величина суммарной ЭМГ в первой точке регистрации (т.е. непосредственно параспинально) на уровне вершины сколиотической дуги наблюдается на выпуклой стороне, а в каудальной ее части – на вогнутой. По мере прогрессирования сколиоза данное явление становится более выражено. Большая асимметрия БА наблюдалась при прогрессирующем течении заболевания. Это происходит вследствие того, что при одностороннем сокращении *mm.transversospinales* в сторону тяги поворачивается остистый отросток вышележащего позвонка, а его тело – в противоположную, тем самым повышая БА мышц-деротаторов (Дудин М.Г., Пинчук Д.Ю., Бумакова С.Ю., 2002).

В СПбГБУЗ ВЦДОиТ «Огонёк» были предприняты попытки регистрации ЭМГ позвоночных мышц в положении лежа в покое. При данном виде исследования поверхностной ЭМГ были получены очень низкие параметры средней амплитуды, которые могли не отражать истинного функционального состояния мышц (Никитина А.А., Команцев В.Н., Дудин М.Г., 2017).

Ряд авторов определял взаимосвязь между изменением толщины много-раздельных поясничных мышц, выявленного с помощью ультразвукового исследования (УЗИ) и электромиографией (ЭМГ), проводимой с помощью игольчатых электродов K.B. Kiesel et al. (2007). Сначала проводилось исследование при сохранении человеком активной позы, корреляция УЗИ и ЭМГ при этом была достаточно достоверна ($r=0,79$, $p<0,001$). Затем, просили обследуемого произвести изометрическое сокращение мышцы и снова проводили игольчатую ЭМГ. Средние данные ЭМГ показали повышение уровня биоэлектрической активности на 19-34% от максимального изометрического сокращения.

Для выявления фасцикуляций в сравнении с ЭМГ и клиническим осмотром C.D. Reimers et al. (1996) проводили исследования по применению УЗД.

Фасцикуляция (fasciculatio; анат. fasciculus пучок мышечных волокон) – непроизвольное сокращение отдельных пучков мышечных волокон в зоне, иннервируемой пораженными передними корешками или передними рогами спинного мозга (Большой медицинский словарь, 2000). Было осмотрено семьдесят здоровых человек и 34 пациента с дегенеративным поражением нижних двигательных нейронов (11 женщин, 23 мужчины; в возрасте 43-78 лет). Все участники были подвергнуты тщательной визуальной проверке на наличие фасцикуляции. Обследованию подвергались четырнадцать мышц, расположенных билатерально. Сравнение всех трех методов показало выявление фасцикуляции мышц – с помощью клинического осмотра в 39%, электромиографии в 42%, УЗД в 67%. Коэффициент корреляции в отношении наличия или отсутствия фасцикуляции был равен 0,71 для клинического осмотра, 0,85 для ЭМГ и 0,84 для эхографии. УЗД и электромиография были более информативными, чем клиническое обследование ($p < 0,001$ и $p < 0,01$ соответственно). Исследование показало, что УЗД является более чувствительной, чем клиническое и электромиографическое обследование в визуализации фасцикуляции.

Ещё одним методом изучения характеристик мягких тканей является МРТ. Однако, этот дорогостоящий, требующий сложного инженерного обеспечения метод вряд ли оправдан для оценки паравертебральных мышц при массовых исследованиях. Тем не менее известно, что Y.I. Chan et al. (1999) производили МРТ исследование *mm.multifidi* на вершине сколиотической дуги у 46-ти взрослых пациентов с идиопатическим сколиозом. В первой группе, состоящей из наиболее тяжелых пациентов (18) с наличием более выраженной и быстро прогрессирующей деформации по Коббу, у 16-ти пациентов наблюдалось повышение интенсивности сигнала в проекции *mm.multifidi* на вогнутой стороне вершины сколиотической дуги. Во второй группе (15 пациентов) с величиной сколиотической дуги 10-30° по Коббу 4-х пациентов наблюдалось повышение интенсивности сигнала в проекции *mm.multifidi* на вогнутой стороне вершины дуги. В третьей группе (13) пациентов с дугой >30° по Коббу – 10 имели увеличение интенсивности сигнала на вогнутой стороне дуги. В то же время не

было обнаружено изменения сигнала на выпуклой стороне вершины основной дуги ни у одного пациента. Полученные данные, по мнению авторов, свидетельствуют о том, что морфологические изменения структуры *mm.multifidi* наблюдаются на вершине дуги с ее вогнутой стороны. Однако авторы сообщают, что статистически значимых связей между величиной дуги и аномальным изменением МР-сигнала не было зарегистрировано. Изменение толщины мышц на выпуклой и вогнутой стороне сколиотической дуги, выполненное с помощью МРТ, такой закономерности также не выявило. Анализируя причины увеличения интенсивности МР-сигнала на вершине дуги с вогнутой стороны, авторы пишут, что эти изменения, по их мнению, являются неспецифическими, т.к. могут наблюдаться, как при мышечном повреждении (отеке, воспалении), так и при нормальном состоянии после физических упражнений, а также при синдроме хронической мышечной перегрузки.

Причиной повышения интенсивности МР-сигнала при нагрузке является накопление молочной кислоты и повышение осмолярности в мышцах, что наблюдается при отеке и воспалении. Данные гистохимических исследований подтверждают наличие воспалительной лейкоцитарной инфильтрации и повышение васкуляризации. Между тем, при проведении гистохимических исследований, выполненных при идиопатическом сколиозе, не описано увеличения количества межклеточной жидкости, а также не отмечено воспалительной клеточной инфильтрации в паравертебральных мышцах. Кроме того, авторы приходят к заключению, что наблюдаемая при идиопатическом сколиозе МР-картина, скорее всего, является результатом легких отекоподобных изменений в мышцах, которые фиксируются при хроническом синдроме мышечной перегрузки (Khosla S. et al., 1980).

Таким образом, данные о состоянии мышц, полученные в ходе МРТ, позволяют оценить только какую-то одну из множества характеристик, что вынуждает исследователей прибегать к другим методам исследования.

Состояние паравертебральных мышц при сколиозе ряд авторов изучал с помощью гистохимии и гистоморфологии. Данные исследования проводились на

биоптатах мышечной ткани, которые были получены интраоперационно у больных сколиозом с выраженными степенями деформации. По данным Щуровой Е.Н. (2021), G.S. Spenser, P.A. Zorab (1976), P. Bylund et al. (1987), A.F. Mannionetal. (1997), было доказано, что на вогнутой стороне сколиотической дуги наблюдаются более выраженные морфологические изменения, которые проявлялись нарушением сарколеммы мембран некоторых мышечных волокон и сопровождалась наличием большого количества включений соединительно-тканых клеток. Выявленная у пациентов структуральная дезорганизация сочеталась с повышенной васкуляризацией, а также с повышением количества жировых клеток и лейкоцитарной инфильтрацией. Отдаленные последствия структуральных повреждений мышечно-сухожильных соединений в дальнейшем проявлялись разрушением сарколеммы в поврежденных мышечных волокнах, причем, в некоторых мышечных клетках наблюдались явления гипертрофии, которые сочетались с атрофией, централизацией ядра, а также разрушением саркотубулярных и миофибриллярных элементов.

N. Shafaq et al. (2012) выполнено комплексное исследование по оценке дегенерации паравертебральных мышц у пациентов со сколиозом поясничного отдела позвоночника с помощью МРТ. У 57-ми пациентов с поясничным спинальным стенозом и сколиозом поясничного отдела позвоночника (группа А), а также у 50-ти пациентах с поясничным спинальным стенозом, но без сколиоза поясничного отдела позвоночника (группа Б). Изучалась площадь поперечного сечения и процент области жировой инфильтрации многораздельной мышцы и длиннейшей мышцы поясницы на уровне L1-S1 на аксиальной T2-взвешенной МРТ и компьютерных томограммах с двух сторон. Кроме того, у некоторых пациентов была проведена биопсия многораздельной мышцы и её гистологическая оценка. Было установлено, что в группе А площадь поперечного сечения многораздельной мышцы была значительно меньше, а процент области жировой инфильтрации значительно выше на вогнутой стороне сколиотической дуги, чем на выпуклой ($p < 0.0001$). При гистологическом исследовании было выявлено уменьшение размера мышечного волокна, а также числа ядер на вогнутой стороне

сколиотической дуги. Аналогичные различия были обнаружены и в длиннейшей мышце на уровнях L4-L5 и L5-S1 ($p < 0,0001$ для каждого уровня). В группе Б площадь поперечного сечения и процент области жировой инфильтрации не имели значительных различий с правой и левой сторон. Таким образом, это исследование показало, что дегенерация мышц у пациентов со сколиозом поясничного отдела позвоночника чаще возникает на вогнутой стороне.

В ходе работы по уточнению роли эхографии в обследованиях параспинальных мышц при болях в спине P. Heidari et al. (2015) выяснили, что определение поперечного сечения мышцы на УЗ изображениях принципиально не отличается от такового на МР изображении, однако, как утверждают авторы, измерения поперечного сечения является трудоемкой задачей; между тем, когда линейные измерения (особенно два размера, умноженные друг с другом) имеют очень высокую корреляцию с размером поперечного сечения мышц у здоровых людей.

Группа австралийских ученых (Hides J.A. et al., 1995) проводили сравнительную характеристику между двумя методами визуализации, используемых для измерения поясничных многораздельных мышц – МРТ и УЗД. Было обследовано десять женщин в возрасте 21-31 лет. Проводились двусторонние измерения на уровне от L2 до S1. В результате этой работы авторы пришли к выводу, что существенной разницы в площади поперечного сечения мышцы при применении обоих методов не было, тем самым они утверждают, что метод эхографии в режиме реального времени может быть использован для документирования мышечной массы у молодых людей.

Другим не менее дорогостоящим и технически сложным методом диагностики состояния мышц является компьютерная томография (КТ). Так в «Атласе анатомии человека в срезах, КТ- и МРТ изображениях», Г. Эллис (2010) представлены срезы туловища человека с соответствующими им КТ изображениями, выполненными на этом же уровне. В диссертационной работе З.Ш. Нуриева (2002) проведён сравнительный анализ рентгенконтрастных компьютерно-томографических (РКТ) данных состояния паравертебральных

мышц больных поясничным остеохондрозом и здоровых волонтеров. Определены качественные и количественные КТ-характеристики состояния паравертебральных мышц у здоровых, как вариант нормы, и предложена оценка состояния паравертебральных мышц методом КТ. Автор отмечает, что из-за маленьких размеров и из-за дистрофических изменений собственные мышцы (*mm.multifidi, semispinalis, rotatores*) можно было изучить только в 3-10% случаев). Анализ плотности и площади поперечного сечения паравертебральных мышц позволял оценить особенности их состояния. В группе пожилых больных, особенно у женщин старше 60 лет, плотность мышц разгибателей снижалась до 30-40% сравнительно с группой молодых; увеличивалась площадь поперечного сечения выпрямителя спины и многораздельной мышцы. В здоровой группе пациентов площадь поперечного сечения паравертебральных мышц у мужчин на 20-50% превышала площадь поперечного сечения мышц у женщин. Плотность паравертебральных мышц изменялась в зависимости от возраста и пола. Наиболее информативными были изменения минимальной и усредненной плотности. Нестабильность показателей чаще встречалась на уровне наиболее нагружаемых сегментов. Автором были получены показатели размеров паравертебральных мышц у группы клинически здоровых волонтеров. У больных остеохондрозом исследователи выявляли те или иные признаки липоидной дистрофии структуры мышц. Таким образом, авторы доказали, что метод рентгенконтрастной компьютерной томографии является достоверным способом обследования паравертебральных мышц и позволяет выявить в них изменения при наличии патологического процесса в позвоночнике. В практическом применении метод КТ имеет важное значение в оценке эффективности хирургической коррекции идиопатического сколиоза грудной локализации (Виссарионов С.В. и соавт., 2013).

В вопросах диагностики состояния паравертебральных мышц особое внимание привлекает метод эхографии. Его доступность, безопасность и экономичность позволяет отдать ему предпочтение в сравнении с МРТ и КТ технологиями. Этот метод, изобретенный в 1880 г. братьями Жаком и Пьером

Кюри и разработанный в 1947-1949 годах К.Т. Дьюсиком и Д. Хаури сегодня стал рутинным и доступным для массового применения для диагностики и состояния мягкотканых органов и тканей.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) позволяет получать многоплоскостные срезы исследуемых структур (Зубарев А.В., 2002). В руководстве рекомендуется применение высокочастотного линейного датчика 7-12 МГц для исследования мягких тканей. Автор описывает УЗ изображение мышц при продольном сканировании, как гомогенные гипоэхогенные пучки, разделенные множеством параллельно идущих гиперэхогенных соединительно-тканых прослоек по типу «пера», при поперечном – как гипоэхогенные структуры с мелкоточечными включениями по типу «звездного неба». Мышечная ткань всегда имеет меньшую эхогенность, чем подкожно-жировая клетчатка или сухожилия. При частоте излучения, применяемой при сономиографии, эпидермис и дерма сливаются в общий тонкий гиперэхогенный слой. За ним располагается гипоэхогенное изображение подкожной жировой клетчатки с редкими и тонкими неинтенсивными эхопозитивными сигналами от соединительнотканых септ. С возрастом их интенсивность и число увеличиваются. Спутать изображение вен или артерий, попадающих в скан, сложно, особенно при возможности доплеровского картирования. Ещё первые результаты УЗИ мышц показали, что они низкоэхогенны. На фоне гипоэхогенной мышечной ткани хорошо визуализируется эхогенный эпимизий и тонкие прослойки перемизия внутри мышцы. С возрастом они становятся ярче. Точки фиксации мышцы обуславливают расположение волокон и, соответственно, соединительнотканых прослоек, что объясняет особенности эхографического изображения различных мышц. Например, брюшко двуглавой мышцы бедра имеет параллельную структуру, прямая мышца бедра и икроножная мышца – перистую, широкая мышца спины – веерообразную. Эхогенность мышц ребенка и женщины ниже, чем, соответственно, у взрослого и у мужчины.

При сокращении толщина мышцы увеличивается, ход волокон изменяется. В покое мышца кровотоков очень слабый, но резко усиливается после

нагрузки (Деягин В.М., 2015). Как правило патологические изменения в мышце проявляются изменениями эхогенности в виде ее повышения. Далее могут присоединяться: нарушение упорядоченности расположения внутримышечных соединительнотканых прослоек, утолщение мышечного пласта за счет отека (миозит), гомогенное интенсивное повышение эхоплотности, уменьшение объема мышцы (миофиброз как исход воспаления), в далеко зашедших случаях мышца выглядит как однородный плотный тяж, с трудом дифференцируемый с окружающими тканями, может наблюдаться кальциноз (осложнение дерматомиозита).

Л.В. Осинцева и А.С. Маликов (2008) с помощью эхографии определяли патологические изменения в структуре паравертебральных мышц, межмышечных фасциях, межостистых и надостистых связок на уровнях здоровых позвонков и при компрессионных переломах. Для проведения исследования использовался линейный датчик частотой 5-10 МГц. Во время исследования больной находился в спокойном состоянии в положении лежа на животе, с опорой головы на лоб и предплечья. Исследование проводилось в горизонтальной, сагиттальной и парасагиттальных плоскостях. Датчик вначале устанавливали перпендикулярно позвоночнику (в горизонтальной плоскости) и перемещали его по всей длине позвоночника, оценивая при этом поперечное строение паравертебральных мышц, межмышечных фасций, межостистых и надостистых связок на уровне всех интересующих позвонков. Затем датчик устанавливали параллельно позвоночнику над остистыми отростками (в сагиттальной плоскости) и паравертебрально справа и слева (в парасагиттальных плоскостях) и оценивали продольное строение паравертебральных анатомических структур по всей длине позвоночника. Паравертебральные мышцы на уровне компрессионного перелома позвонка и на три позвонка выше и ниже уровня поражения имели повышенную эхогенность и неоднородную структуру за счет разнокалиберных точечных и линейных гиперэхогенных включений в мышечной ткани и межмышечных фасциях без "акустической дорожки". Причем, интенсивность патологических изменений снижалась по мере отдаления от уровня перелома позвонка, а

структура надостистых и межостистых связок на уровне пораженных сегментов, наоборот, ничем не отличались от структуры надостистых и межостистых связок в группе здоровых пациентов. Изменения в них были отмечены на уровне удаленных от места перелома сегментов: эхогенность надостистых связок резко повышалась на уровне третьего и четвертого сегмента дистальнее уровня перелома, а повышение эхогенности межостистых связок было отмечено на уровне второго, третьего и четвертого сегментов проксимальнее и дистальнее уровня перелома.

В работе Е.В. Синельниковой (2013) доказана роль метода УЗИ как предиктора неблагоприятного развития течения миозитов с возможностью наблюдения за эффективностью проводимой терапии.

В зарубежной литературе упоминается динамическая сономиография как перспективное, но малоизвестное направление (Walker F. et al., 2004). УЗД по своей сути оптимальна для визуализации именно движущихся объектов, что позволяет по мнению авторов рекомендовать эту методику для выявления патологических мышечных движений. Некоторые авторы считают, что эхографическое выявление фасцикуляций являются более информативным методом, чем электромиография, по крайней мере сономиография не связана с введением иглы в мышцу или ударами тока для оценки проводимости по нерву (Pillen S. et al., 2009).

Что касается эхографии мышц при сколиозе, таких работ в доступной нам литературе было выявлено крайне мало. Так, например, К.А. Zapata et al. (2015) проводили УЗ измерения толщины глубоких паравертебральных мышц у 10-ти подростков с идиопатическим сколиозом и сравнивали с мышцами у 10-ти здоровых. Ими было выявлено, что у пациентов с идиопатическим сколиозом на вогнутой стороне дуги деформации толщина многораздельных мышц была значительно больше, чем на выпуклой в сравнении с исследованиями у здоровых детей. Целью исследования также являлась возможность определения надежности ультразвукового метода при обследовании паравертебральных мышц у пациентов со сколиозом и не касалась его ранней диагностики и лечения.

Известна работа К.Р. Kennelly, М.Ж. Stokes (1993), в которой авторы оценивали у 20-ти взрослых пациентов с идиопатическим сколиозом площадь поперечного сечения и линейные размеры (в горизонтальной и вертикальной плоскостях) многораздельных мышц на разных уровнях дуги деформации. Ими было отмечено, что площадь поперечного сечения этих мышц была меньше на выпуклой стороне поясничной и грудно-поясничной дуг. Комбинированные линейные измерения коррелировали с площадью поперечного сечения мышц. Целью данной работы являлась возможность быстрой клинической оценки размеров многораздельных мышц с помощью эхографии. Однако авторами не учитывались стадии развития сколиоза, формы, возрастные особенности и результаты лечения.

В исследовании Т.В. Wojadsen et al. (2000) сообщается, что многораздельные мышцы грудного и поясничного отделов различаются по ориентации и длине мышечных волокон, по мышечной массе и количеству сухожильной ткани. Поясничные *mm.multifidi*, расположенные поверхностно, обладают большей мышечной массой, а грудные являются более глубокими и тонкими с большим количеством сухожильных элементов.

Для оценки влияния положения взрослого пациента во время исследования на состояние многораздельных мышц Y. Coldron et al. (2003) измеряли площадь их поперечного сечения на уровне L5 справа и слева в положении пациента лежа на животе и лежа на боку. Размеры коррелировали между двумя позициями как на правом ($r = 0,90$), так и на левом ($r = 0,91$) боку; также не было обнаружено никаких существенных различий между измерениями, сделанными в двух положениях.

Также проводилось УЗИ с целью получения нормальных эталонных данных для измерений поясничной многораздельной мышцы. Были рассмотрены отношения между площадью поперечного сечения и антропометрическими показателями. Различия в форме мышц наблюдались для пола, возраста и уровня позвонка. Линейные измерения коррелировали с площадью поперечного сечения (Stokes M. et al., 2005).

Несмотря на интерес авторов к миосонографии паравертебральных мышц при сколиозе, все работы на эту тему посвящены количественной оценке (площадь поперечного сечения, линейные размеры). В доступной нам литературе имеется ограниченное количество работ на тему оценки плотности паравертебральных мышц. В последнее время в отечественной и зарубежной литературе появились работы, которые изучают акустическую плотность с помощью эластографии. За рубежом эластографию часто называют виртуальной пальпацией (Hall T. J., 2003).

Ультразвуковая гистография активно применяется в исследовании паренхиматозных органов, а в частности поджелудочной железы и печени. Так например, Н.Б. Губергриц (2013) оценивает результаты ультразвуковой гистографии поджелудочной железы в динамике лечения больных хроническим панкреатитом на фоне ожирения (362 больных). Автор указывает на субъективность оценки эхоплотности по изображению на экране и использует гистографию головки поджелудочной железы для более точной оценки плотности ее паренхимы.

В хирургической практике имеются работы по применению эхогистографии для определения стадии острых гнойных воспалительных заболеваний кисти (ОГВЗК) и оценки лечебных мероприятий (Клюшкин И.В., 2004). Особенно это актуально в ранней диагностике воспаления (Жирнова Л.Р., 2010). Разработанная методика эхогистографии с вычислением эхогистографического индекса воспаления, особенно в стадии инфильтрации достаточно эффективна в ранней диагностике ОГВЗК (чувствительность – 90,25%, специфичность – 75,86%, точность – 86,13%).

Также эхогистографию применяют для оценки репарации переломов длинных трубчатых костей (Клюшкина Ю. А., 2002).

Дифференцированно оценивая структуру мышечной ткани нижних конечностей (камбаловидной и икроножной) И.О. Гибадулина (2002) определяет ее через построение ультразвуковой амплитудной гистограммы зоны интереса площадью 1 см². Автор исследовала обе конечности в горизонтальном положении

пациента в состоянии максимального мышечного расслабления. За ориентир центра мышцы бралась точка пересечения перпендикуляра, опущенного из медиального края голени к плоскости сканирования, с серединой поперечного сечения мышцы. Структуру камбаловидной и икроножной мышц оценивали по полученным данным как нормальную, имеющую структурные признаки дистрофии, умеренной или выраженной гипотрофии, умеренной или выраженной атрофии. Описанный способ позволяет повысить точность оценки ультразвуковой гистографии и обеспечивает неинвазивность исследования.

Таким образом, из проведенного литературного обзора следует, что интерес к состоянию паравертебральных мышц у пациентов со сколиозом достаточно велик. Наряду с этим в доступной нам литературе имеется мало публикаций, посвященных лучевой диагностике идиопатического сколиоза у детей. Не решены вопросы методики ультразвукового исследования паравертебральных мышц; не описана их нормальная ультразвуковая анатомия и ультразвуковая семиотика при идиопатическом сколиозе; требуют уточнения УЗ-характеристики паравертебральных мышц в процессе его формирования, а также при разных степенях его развития; не изучены возможности эхографии в процессе консервативного лечения детей с идиопатическим сколиозом.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая характеристика материала исследования

Материалом для настоящего исследования послужили результаты обследования и наблюдения за 116 детьми, находившихся в клинике СПбГБУЗ Восстановительного Центра Детской Ортопедии и Травматологии «Огонек» в период с 2016 по 2018 гг. Все они получали комплексное консервативное лечение в Центре в течении 42-х дней по схеме, разработанной в учреждении. Клиническое обследование и инструментальная диагностика проводились до и после лечения.

Все дети (n=116) находились в зоне 4-го центильного коридора по росту и массе тела. Пациенты (n=116) находились в одинаковых условиях стационара, обследование детей проводилось утром после сна до начала лечебных процедур.

Сведения о наличии и степени выраженности сколиотической деформации у этих пациентов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение пациентов (n=116) по выраженности деформации позвоночника (по классификации В.Д.Чаклина)

Группы	n	%
Группа контроля	30	26
Нарушение осанки по типу «плоская спина»	28	24
Сколиоз I ст.	29	25
Сколиоз II ст.	29	25
Всего	116	100

Как следует из таблицы 1, было обследовано 30 детей (34%) без деформаций позвоночного столба, 28 детей (24%) с нарушением осанки по типу «плоская спина», 29 детей (25%) со сколиозами I-ой степени (по В.Д. Чаклину), 29

детей (25%) со сколиозами II-ой степени (по В.Д. Чаклину). Это были пациенты, получавшие консервативное лечение по поводу компрессионного перелома одного или двух грудных позвонков легкой степени типа А по F. Denis (1976).

Возраст пациентов варьировал от 9-ти до 11-ти лет. Это объяснялось тем, что в данном возрастном диапазоне появление первых признаков деформации позвоночного столба наиболее вероятно. Сведения о возрасте наблюдаемых пациентов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина», сколиозами I-ой и II-ой степеней по возрасту (n=86)

Возраст	n	%
9 лет	25	29
10 лет	27	31
11 лет	34	40
Всего	86	100

Как следует из таблицы 2, проявление сколиотической деформации позвоночника нарастает с возрастом пациентов, так, в возрасте 9-ти лет деформация наблюдалась в 29% случаев, а к 11-ти годам наблюдалась уже в 40% (Рисунок 1).

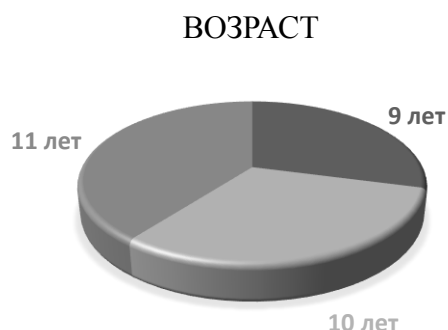


Рисунок 1 – Распределение пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина», сколиозами I-ой и II-ой степеней (n=86) по возрасту

Распределение обследованных нами детей по половой принадлежности представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение пациентов с нарушением осанки, сколиозом I-ой и II-ой степени (n=86) по полу

Пол	n	%
Мальчики	44	51
Девочки	42	49
Всего	86	100

Из таблицы 3 видно, что девочек и мальчиков было одинаковое количество.

При сопоставлении групп по возрасту, весу, росту, индексу массы тела для всех составлял $p > 0,05$. Таким образом, основная группа пациентов, результаты обследования которой легли в основу настоящей работы по своим клиническим, медико-статистическим и поло-возрастным показателям, ничем не отличалась от характеристик детей с начальной симптоматикой сколиоза. Это позволяет полагать, что полученные в результате научной работы выводы можно экстраполировать на существенно большие контингенты данной категории больных.

2.2 Методы исследования

Всем детям (n=116) проводился клинический осмотр, рентгенологическое обследование, компьютерно-топографическая диагностика, ультразвуковая диагностика ПВМ и поверхностная электромиография ПВМ до и после консервативного лечения.

2.2.1 Клинический осмотр пациента

Методической основой описания клинического осмотра обследуемых детей послужили материалы руководства для врачей «Травматология и ортопедия» под редакцией члена-корреспондента РАМН, заслуженного деятеля науки РФ, профессора Н.В. Корнилова (2004).

Проведенный нами сбор анамнеза позволяет получить информацию о сроках начала заболевания, о характере развития деформации и проводимых ранее обследованиях и о наличии сопутствующей патологии.

Ортопедический осмотр проходил с соблюдением всех стандартов детской ортопедии. Оценивалось телосложение пациента, конституция и пропорциональность тела. Особое внимание уделяли симметричности элементов туловища, осанке, состоянию физиологических изгибов позвоночника и наличию его фронтального отклонения. При проведении внешнего осмотра использовали функциональные пробы, такие как: наклон туловища вперед из положения стоя для оценки выраженности паравертебральной асимметрии или реберного гребуса (тест Адамса).

2.2.2 Рентгенологическое обследование позвоночника

Одним из основных диагностических методов обследования пациентов со сколиозом являлась рентгенография позвоночного столба. Этот метод позволил вычислить величину фронтального искривления, протяженность сколиотической дуги, величину патологической ротации позвонков, выраженность изменений анатомо-биомеханических характеристик позвоночника, реберного каркаса грудной клетки и таза, состояние росткового костного потенциала и структурных морфологических изменений поражённого органа, а также признаки врождённых аномалий элементов позвоночного комплекса.

Рентгенография позвоночника в прямой проекции была проведена у 58-ми детей: с I-ой степенью сколиоза было 29 детей (15 девочек и 14 мальчиков) и 29 детей со II-ой степенью сколиоза (18 девочек и 11 мальчиков).

Диагностическая рентгенография позвоночника выполнялась в положении стоя в прямой и боковой проекциях. В процессе проведения исследования пациент устанавливался таким образом, чтобы на рентгенограмме было получено изображение позвоночника от нижнего уровня первого крестцового позвонка с захватом крыльев подвздошных костей и реберного каркаса грудной клетки до верхнего уровня не ниже третьего грудного позвонка.

Для оценки степени сколиоза применяли метод графических измерений деформации позвоночника. В процессе проведения расчетов основной или первичной считали дугу, имеющую наиболее выраженный ротационный компонент, определяемый на вертикальных фронтальных снимках по характеру проекционного латерального смещения изображения остистых отростков и дужек позвонков. Вершинным отделом дуги считался уровень, на котором располагающийся сегмент или сегменты имели наибольшее ротационное смещение. Краниальным и каудальным сегментом дуги деформации считали позвонки, имеющие в выявляемой дуге наибольший наклон во фронтальной плоскости. В этой же плоскости определяли угловую величину дуг деформации. Величина искривления дуг измерялась по методу Кобба-Липпмана (Cobb J.R., 1948), который заключался в восстановлении перпендикуляров к проекциям оснований тел нейтральных позвонков и вычислении угла их пересечения (Рисунок 2). В дуге искривления определяли краниальные и каудальные позвонки, имеющие наибольший наклон во фронтальной плоскости. Учитывая, что выбранные позвонки могли входить в состав соответствующих смежных дуг, а также иметь патологическую деформацию своих тел, при расчерчивании брали замыкательные пластинки, которые имели наибольший фронтальный наклон. Это позволяло определять рентгенологический угол с учетом структуральности поражения. Через замыкательные пластинки тел выбранных сегментов проводили линии, угол

пересечения которых, обращенный в сторону дуги, указывал ее величину (Рисунок 2).

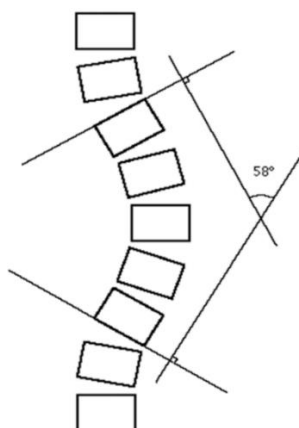


Рисунок 2 – Расчет угла деформации позвоночника по методу Кобба-Липпмана

Степень тяжести деформации определяли по угловым параметрам основных сколиотических дуг согласно классификации В.Д. Чаклина (1961): I-ая степень сколиоза: угол Кобба $1^{\circ} - 10^{\circ}$ / II-ая степень сколиоза: угол Кобба $11^{\circ} - 25^{\circ}$ / III-я степень сколиоза: угол Кобба $26^{\circ} - 45^{\circ}$ / IV-я степень сколиоза: угол Кобба $> 45^{\circ}$.

Информацию о выраженности деформации в горизонтальной плоскости мы определяли по методу P. Cherny и I. Marik (2014), заключающейся в специально разработанной программе для цифровых рентгеновских комплексов.

У группы детей с I-ой степенью сколиоза отклонение оси позвоночника во фронтальной плоскости отмечалось от 5 до 10° в грудно-поясничном отделе, у группы детей со II-ой степенью сколиоза отклонение оси позвоночника во фронтальной плоскости отмечалось от 11 до 25° в грудно-поясничном отделе.

2.2.3 Компьютерно-топографическое обследование позвоночника

Топографическая фотометрия относится к бесконтактным оптическим методам исследования поверхности тела пациента. В его основе лежит способ муаровой топографии, который впервые был использован в работе Н. Takasaki (1970). Метод позволяет мгновенно регистрировать трехмерную форму

обследуемой поверхности туловища пациентов в виде линий одного уровня, подобно топографическим картам, однако использует концепцию стереографической проекции в белом свете в статических условиях. Анатомические ориентиры, по которым вычисляются параметры, определяющие осанку, отмечаются автоматически. Отображение формы позвоночника при этом исследовании получают на основе регистрации вычисленных точек проекций вершин остистых отростков позвонков.

В настоящей работе применяли компьютерно-оптический топограф, разработанный В.Н. Сарнадским в Новосибирском НИИТО (Сарнадский В.Н., 1996, 2001). Принцип действия метода состоит в следующем: пациент раздевается до пояса и устанавливается на выставленную горизонтально платформу, на его спину с помощью слайд-проектора проецируется сбоку под заданным углом изображение вертикальных черно-белых полос. Эти полосы деформируются в соответствии с рельефом туловища пациента и в таком виде вводятся с помощью телевизионной камеры в компьютер, который по такому цифровому снимку восстанавливает трехмерную модель поверхности туловища в каждой точке исходного снимка с погрешностью не более 0,5 мм. На поверхности тела автоматически выделяются анатомические точки – ориентиры костных структур скелета, используя которые компьютер строит экранную форму результатов топографического обследования, описывающую графически и количественно состояние позвоночника и туловища пациента в трех плоскостях: фронтальной, горизонтальной и сагиттальной (Рисунок 3). По полученным результатам компьютер предлагает врачу для подтверждения формализованный топографический диагноз, который позволяет дифференцированно по трем плоскостям оценивать степень выраженности отклонений состояния пациента от нормы, что существенно упрощает задачу.

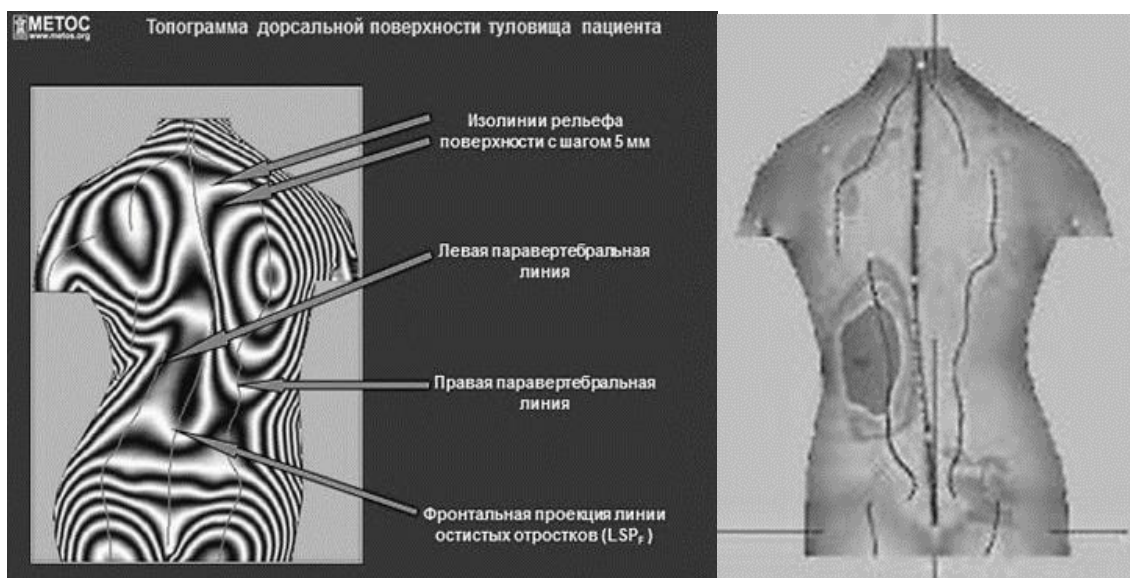


Рисунок 3 – Метод компьютерно-оптической топографии (по Сарнадскому В.Н.). Компьютерно-оптическая топография (КОТ) провели у всех 116-ти детей (Таблица 4).

Таблица 4 – Распределение пациентов (n=116) с помощью метода компьютерно-оптической топографии по наличию и выраженности деформаций позвоночника

Группы	n	%
Группа контроля	30	26
Нарушение осанки по типу «плоская спина»	28	24
Сколиоз I ст.	29	25
Сколиоз II ст.	29	25
Всего	116	100

Как следует из таблицы 4, с помощью КОТ было обследовано 30 детей без деформации позвоночника (26%), с нарушением осанки по типу «плоская спина» (24%), с I-ой степенью сколиоза 29 детей (25%) и 29 детей со II-ой степенью сколиоза (25%).

2.2.4 Эхография паравертебральных мышц

Был разработан алгоритм оценки паравертебральных мышц с помощью эхографии. Для проведения УЗИ использовали линейный датчик частотой 7,5 МГц сканера Aloka SSD-1100. Всем пациентам со сколиозом оценку состояния мышц проводили в положении лежа и стоя с вогнутой и выпуклой стороны дуги, детям контрольной группы и группы с нарушением осанки УЗИ ПВМ проводили с правой и левой сторон симметрично. Исследование проводили в горизонтальной плоскости.

В УЗ диапазон исследования попадала группа глубоких паравертебральных мышц, а именно: mm.transversospinales (mm.semispinales, mm.intertransversales, mm.rotatores, mm.multifidi). Следует заметить, что при реализации диагностических процедур по стандартной программе оказалось крайне сложным проводить дифференциальную диагностику состояния каждой из мышц, входящих в состав медиального тракта. Поэтому указанные ниже характеристики оценивались без «привязки к каждой конкретной мышце». Исходя из результатов серии работ профессоров М.Г. Дудина, Д.Ю. Пинчука и их коллег, а также принимая во внимание выводы по итогам математического моделирования сколиозоподобной деформации, которые отражены в первой главе настоящего исследования, наибольший интерес вызывают мышцы поясничной области, и среди них уникальные по своему анатомо-топографическому положению и стоящими перед ними задачами так называемые многораздельные мышцы – mm.multifidi. Исходя из этого, наибольшее внимание было уделено mm.multifidi в зоне условного «треугольника» с вершинами на уровне S2-Th12 и границей между медиальной и средней третями гребней правой и левой подвздошных костей, где они более поверхностно расположены и более доступны для проведения УЗИ. Mm.multifidi в проекции четвертого поясничного позвонка (L4) располагаются под небольшим углом и, начинаясь от поперечных отростков L5, переходят через позвонок и прикрепляются к остистому отростку L3 (Рисунок 4).

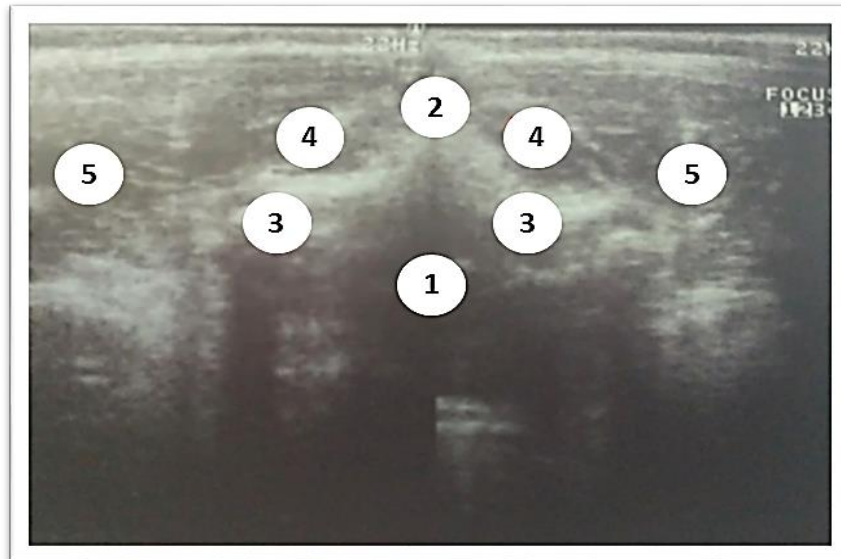


Рисунок 4 – УЗ изображение глубоких паравертебральных мышц на уровне L4: 1 – тело позвонка, 2 – остистый отросток, 3 – поперечные отростки, 4 – мышцы медиального тракта, 5 – мышцы латерального тракта

Датчик устанавливали в поперечном положении на уровне основания сколиотической дуги на расстоянии 1 см справа и слева от поперечного отростка четвертого поясничного позвонка (ориентиром для постановки датчика являлся остистый отросток L4).

Оценивали площадь поперечного сечения ПВМ (см^2), эхоплотность этих мышц на заданном участке (%) и коэффициент асимметрии, основанный на степени разности значений величин измерений показателей, полученных с мышц правой и левой стороны позвоночного столба, полученных при измерении данных характеристик с мышц правой и левой стороны позвоночного столба.

Для определения площади поперечного сечения ПВМ использовали функцию УЗ аппарата по измерению линейных размеров и площади (Рисунок 5).

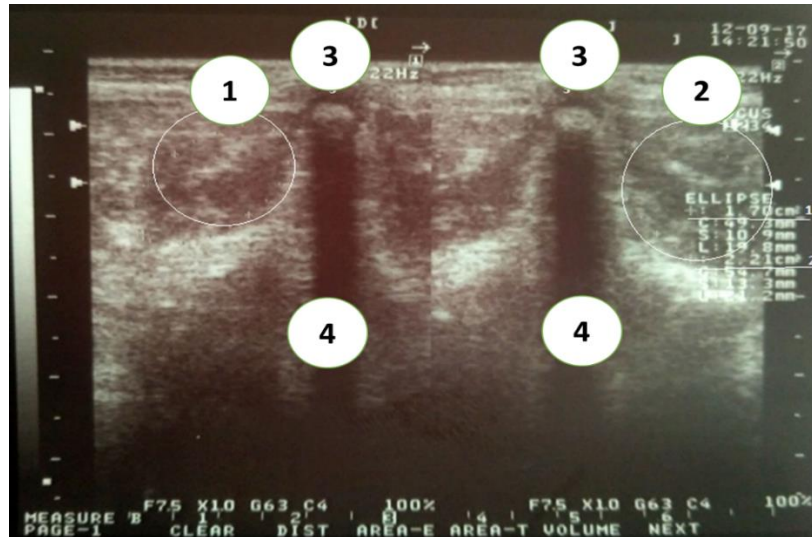


Рисунок 5 – УЗ оценка площади поперечного сечения паравертебральных мышц медиального тракта на уровне позвонка L4 (слева и справа от остистого отростка): 1 - площадь поперечного сечения *m.transversospinalis* (см²) слева от остистого отростка, 2 - площадь поперечного сечения *m.transversospinalis* (см²) справа от остистого отростка, 3 – остистый отросток, 4 – тело позвонка

Ориентирами для определения площади поперечного сечения поперечно-остистых мышц, попадающих в диапазон УЗ датчика являлись (Рисунок 6):

1. Точка, расположенная на вершине остистого отростка
2. Точка, расположенная на вершине поперечного отростка
3. Точка, расположенная в центре линии, соединяющей остистый отросток с поперечным
4. Точка, расположенная в центре линии фасциального листка, покрывающей поперечно-остистую мышцу



Рисунок 6 – Схематическое изображение точек прикрепления поперечно-остистых мышц в поперечном срезе УЗ датчика: 1 – вершина остистого отростка L4, 2 – вершина поперечного отростка, 3 – центр линии, соединяющей остистый отросток с поперечным, 4 – центр линии фасциального листка, покрывающей поперечно-остистую мышцу

Для определения плотности ПВМ использовали функцию аппарата Aloka SSD-1100 «Гистограммные изменения» (HIST), осуществляющую вывод интенсивности ЭХО-сигнала на произвольном участке УЗ профиля с использованием гистограммы (Рисунок 7). При этом оценивали: T – число пикселей на произвольном или фиксированном участке, L – уровень интенсивности оттенка серой шкалы, наиболее часто встречающийся в очерченной зоне, M – число пикселей на заданном участке, MN – средний уровень интенсивности оттенка серой шкалы, наиболее часто встречающийся в очерченной зоне, SD – стандартное среднеквадратичное отклонение L (уровень интенсивности оттенка серой шкалы, наиболее часто встречающийся в очерченной зоне).

С помощью специальной встроенной функции УЗ-сканера высчитывали средний уровень интенсивности пикселей на выбранном участке мышцы, определяя результат в процентах (Рисунок 7).

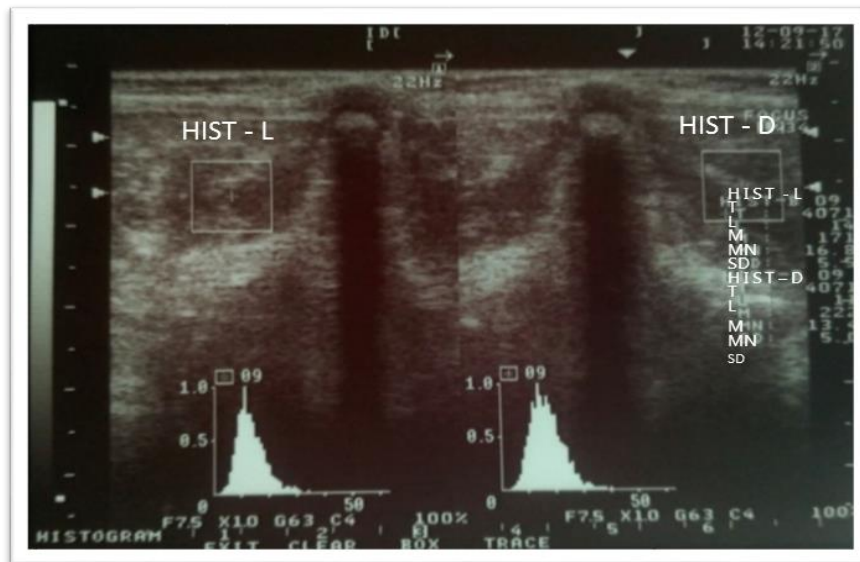


Рисунок 7 – Ультразвуковая оценка эхоплотности паравертебральных мышц медиального тракта на уровне позвонка L4 (слева и справа от остистого отростка) Т – число пикселей на произвольном или фиксированном участке, L – уровень интенсивности оттенка серой шкалы, наиболее часто встречающийся в очерченной зоне, М – число пикселей на заданном участке, MN – средний уровень интенсивности оттенка серой шкалы, наиболее часто встречающийся в очерченной зоне, SD – стандартное среднеквадратичное отклонение L (уровень интенсивности оттенка серой шкалы, наиболее часто встречающийся в очерченной зоне)

Учитывая, что показатели ультразвуковой гистографии определяются автоматически при проведении УЗИ, а также при оценке полученных данных, т.е. для их получения нет необходимости в дополнительных инвазивных исследованиях и материальных расходах, считаем целесообразным и информативным проведение ее для определения акустической плотности ПВМ в нашем исследовании.

Коэффициент асимметрии (КА) вычисляли путем получения производного значения ультразвуковых показателей ПВМ с правой и с левой стороны от остистого отростка. Всего определялось два вида КА: КА площади поперечного сечения ПВМ ($КА_p$) и КА плотности ПВМ ($КА_s$). Всегда соблюдали условие: числитель – большее значение, знаменатель – меньшее.

В ходе исследования было проведено УЗИ ПВМ у 116-ти детей. Распределение по группам представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Распределение пациентов (n=116) с помощью метода УЗИ по наличию и выраженности деформаций позвоночника

Группы	n	%
Группа контроля	30	26
Нарушение осанки по типу «плоская спина»	28	24
Сколиоз I ст.	29	25
Сколиоз II ст.	29	25
Всего	116	100

Как следует из таблицы 5, без деформации позвоночника было обследовано с помощью УЗИ 30 детей (15 девочек и 15 мальчиков), с нарушением осанки по типу «плоская спина» 28 человек (15 мальчиков и 13 девочек), с I-ой степенью сколиоза 29 детей (14 мальчиков и 15 девочек) и 29 детей со II-ой степенью сколиоза (11 мальчиков и 18 девочек).

2.2.5. Электромиография паравертебральных мышц

Всем исследованным пациентам (n=116) была проведена накожная электромиография паравертебральных мышц, данные о которой представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Распределение пациентов (n=116) с помощью метода ЭМГ по наличию и выраженности деформаций позвоночника

Группы	n	%
Группа контроля	30	26
Нарушение осанки по типу «плоская спина»	28	24
Сколиоз I ст.	29	25
Сколиоз II ст.	29	25
Всего	116	100

Как следует из таблицы 6, без деформации позвоночника было обследовано с помощью ЭМГ 30 детей (26%), с нарушением осанки по типу «плоская спина» 28 человек (25%), I-ой степенью сколиоза 29 детей (25%) и 29 детей со II-ой степенью сколиоза (26%). ЭМГ ПВМ осуществляли при помощи электромиографа «НейроМВП-4» посредством накожных электродов, фиксированных симметрично справа и слева от остистого отростка L4. Оценивали средняя амплитуда сигнала ПВМ (мкВ) и средняя частота сигнала ПВМ(Гц). Для правильной интерпретации электромиограммы, получаемой при накожной регистрации ее с ПВМ, в ВЦДОиТ «Огонёк» была разработана методика, основной задачей которой было исключить фоновую активность, не отражающую истинного состояния мышцы. Было выявлено, что при параметре средней амплитуды ЭМГ-кривой до 7 мкВ велика вероятность наложения «электрического шума», что отражается в получении высокой «ложной» средней частоты (до 400-500 Гц), в результате чего было предложено принять за минимальное значение средней амплитуды 8 мкВ, исключив мелкоамплитудные значения, как фоновую наводящую активность. Этот вывод исключал получаемые нами мелкоамплитудные значения при регистрации ЭМГ в положении ребенка лежа в покое из анализа истинной активности ПВМ. Таким образом, ЭМГ ПВМ проводилась в положении стоя и лежа в положении пациента «ласточка» (на животе со сведенными прямыми ногами и согнутыми в локтевых суставах руками, с приподнятой верхней частью туловища).

2.3 Методы статистической обработки

Для доказательства нормального распределения данных исследования применялся тест Колмогорова – Смирнова. Для сравнения групп использовались тест Стьюдента для связанных выборок (достоверными различия считались при $p \leq 0,05$, при отсутствии достоверных различий результат интерпретировался как симметричность значений с обеих сторон) и коэффициент корреляции Пирсона. Данные в таблицах и рисунках представлены в виде $M+SD$ (среднеквадра-

тическое отклонение). Статистическую достоверность коэффициента асимметрии определяли с помощью ROC-анализа с определением чувствительности и специфичности показателей. Относительно невысокие цифры чувствительности и специфичности обусловлены отсутствием в анализе данных о ложноотрицательных и ложноположительных решениях. В соответствии с целью исследования, сравнение происходило между группами здоровых и больных пациентов. Как в основной, так и в контрольной группе могут выявляться данные признаки асимметрии. Показатели чувствительности и специфичности рассчитаны исключительно для оценки информативности метода УЗИ.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ БЕЗ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА

Было обследовано 30 детей в возрасте от 9 до 11 лет (средний $10,3 \pm 0,07$) без клинических и инструментально верифицированных признаков сколиоза и нарушения осанки.

Распределение детей по полу представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Распределение детей без деформации позвоночника и нарушения осанки (n=30) по полу

Пол	n	%
Мальчики	15	50
Девочки	15	50
Всего	30	100

Как следует из таблицы 7, обследованных мальчиков было 15 человек, что составляло 50%, обследованных девочек было также 15, что также составляло 50%.

Распределение детей по возрасту представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Распределение детей без деформации позвоночника и нарушения осанки (n=30) по возрасту

Возраст	n	%
9 лет	8	27
10 лет	9	30
11 лет	13	43
Всего	30	100

Как следует из таблицы 8, детей 9-ти лет было 8, 10-ти лет – 9, а 11-ти лет – 13 человек. Всего 9-летние дети составили 27% всех обследуемых пациентов, 10-летние – 30%, а 11-летние 43%.

3.1.1 Клинический осмотр пациентов контрольной группы

Все дети (n=30) были осмотрены клинически. Они обладали пропорциональным телосложением, без признаков асимметрии туловища и конечностей, сбалансированными физиологическими изгибами, ось позвоночника была по средней линии, тест Адамса – отрицательный.

3.1.2 Рентгенологическое обследование позвоночника детей контрольной группы

В связи с тем, что в контрольной группе (n=30) не наблюдались клинические признаки сколиоза, проведение рентгенологического исследования оказывалось необоснованным.

3.1.3 Компьютерно-топографическое обследование позвоночника детей контрольной группы

Все дети (n=30) прошли обследование с помощью дистанционного метода компьютерной оптической топографии.

Показатели компьютерно-оптической топографии у всех обследованных пациентов были в норме во всех трех плоскостях (Рисунок 8).

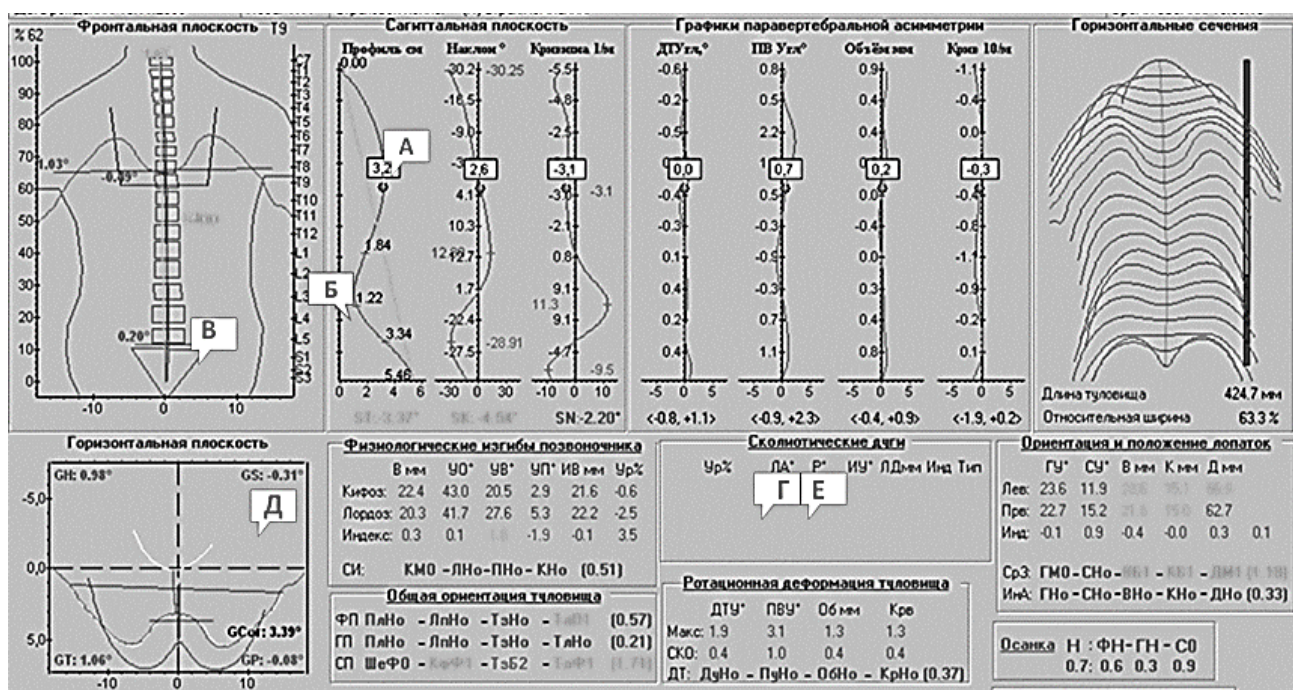


Рисунок 8 – Протокол компьютерно-оптической топографии пациента без признаков сколиоза и нарушения осанки (пациент Д-ун., 11 лет (И/б №1301-2016), пол мужской):

А – показатель выраженности грудного кифоза; Б – показатель выраженности поясничного лордоза; В – показатель наклона таза; Г – показатель положения линии остистых отростков; Д – графическое отражение соотношений фронтальных осей тазового и плечевого поясов; Е – числовой показатель ротации позвонков

Как иллюстрирует рисунок 7, у ребенка не наблюдается отклонения оси позвоночника во фронтальной плоскости и ротации позвонков, в сагиттальной плоскости величина грудного физиологического кифоза равна 22°, а поясничного лордоза – 20°, что отвечает нормативным уровням возрастной категории ребёнка. В горизонтальной плоскости наблюдается полная параллельность фронтальных осей тазового и поясничного поясов.

Идентичные результаты получены у всех детей контрольной группы (n=30).

3.1.4 Эхография паравертебральных мышц детей контрольной группы

То обстоятельство, что информация о эхографических характеристиках ПВМ в норме в мировой литературе практически не представлена, сделало

необходимым получить недостающие сведения, поскольку без них существенно затрудняется интерпретация фактических данных, получаемых у пациентов со сколиозами. Другими словами, для полноценного и объективного анализа результатов сонографической диагностики паравертебральных мышц потребовалось изучение ультразвуковой нормы.

Ультразвуковая диагностика состояния ПВМ была проведена всем 30 пациентам группы контроля. Им производили оценку эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ т.н. «медиального тракта» (по Н.И. Пирогову), включающего в себя mm. transversospinales (mm. semispinales, mm. rotatores, mm. multifidi) (таблицы 9,10), как в положении пациентов лежа, так и стоя, справа и слева от оси позвоночника (линия остистых отростков).

Таблица 9 – Ультразвуковые показатели эхоплотности (%) паравертебральных мышц (медиального тракта) у детей группы контроля (n=30)

Уровень	Эхоплотность ПВМ слева	Коэффициент асимметрии (КАр)	Эхоплотность ПВМ справа
Th1	14,1±5,1	1,04	13,55±5,9
Th2	15,2±5,3	1,0	15,2±5,4
Th3	15,18±5,2	1,0	15,18±4,9
Th4	15,63±5,0	1,03	15,63±4,7
Th5	16,1±6,1	1,0	16,1±5,1
Th6	16,3±5,7	1,05	15,52±5,0
Th7	17±4,6	1,02	17,03±6,0
Th8	17,61±5,0	1,0	17,61±5,4
Th9	17,85±5,1	1,0	17,85±4,9
Th10	17,3±5,1	1,03	18,89±5,0
Th11	19±5,8	1,05	18,09±5,0
Th12	19,5±5,4	1,02	20±5,1
L1	19,54±4,9	1,0	19,5±4,7
L2	20,1±4,3	1,03	19,5±5,1
L3	20,1±5,0	1,0	20,1±5,0
L4	20,3±5,1	1,02	20,1±5,0
L5	20±5,1	1,02	20,4±5,0

Как следует из данных, приведённых в таблице 9, эхоплотность паравертебральных мышц у детей контрольной группы была симметрична, на что указывал KAp ($p > 0,05$), но при этом имело место отчетливое нарастание показателя акустической плотности в каудальном направлении. Так его сравнение на уровне Th1-Th2 с таковым на уровне L3-L4 показало превышение последнего на 30% ($p < 0,001$). Это связано с более развитой поясничной мускулатурой, поскольку она является ключевой в поддержании вертикального баланса прямоходящего человека.

Таблица 10 – УЗ показатели площади поперечного сечения (см²) паравертебральных мышц (медиального тракта) у детей группы контроля (n=30)

Уровень	Площадь поперечного сечения ПВМ слева	Коэффициент асимметрии (KAs)	Площадь поперечного сечения ПВМ справа
Th1	3,1±0,50	1,02	3,16±0,54
Th2	3,43±0,5	1,05	3,6±0,53
Th3	3,45±0,48	1,03	3,35±0,52
Th4	3,12±0,51	1,01	3,09±0,51
Th5	2,98±0,5	1,01	3±0,5
Th6	2,73±0,49	1,05	2,6±0,5
Th7	2,96±0,52	1,04	2,8±0,53
Th8	2,87±0,51	1,02	2,8±0,5
Th9	2,54±0,56	1,0	2,54±0,56
Th10	2,17±0,5	1,05	2,28±0,51
Th11	2,53±0,51	1,05	2,4±0,49
Th12	2,76±0,54	1,02	2,8±0,48
L1	2,06±0,49	1,0	2,06±0,5
L2	2,0±0,54	1,0	2±0,5
L3	2,1±0,5	1,0	2,1±0,53
L4	2,16±0,58	1,01	2,13±0,56
L5	2,1±0,54	1,03	2,16±0,5

Как следует из приведённых фактических данных, площадь поперечного сечения мышц, образующих медиальный тракт, у здоровых детей была

симметрична, на что указывал КAs ($p>0,05$). Однако в отличие от показателей акустической плотности поперечный размер медиального тракта в каудальном направлении достоверно уменьшался. Так сравнение показателя на уровне ТН1-ТН2 с таковыми на уровне L3-L4 показало бóльшие значения на уровне верхне-грудного отдела на 38% ($p<0,001$). Это связано с анатомо-топографическими особенностями строения медиального тракта на его протяжении. В первую очередь к ним относится более вертикальное расположение мышечных волокон в грудном отделе и более поперечное в поясничном.

Полученные данные представлены в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 – Эхоплотность ПВМ (%) (на уровне L4) у детей без деформации позвоночника и нарушения осанки ($n=30$) в зависимости от положения пациента

Положение пациента	Расположение УЗ датчика		КАр	Среднее значение
	Слева	Справа		
Лежа	20,3±5,9	20,08±5,7	1,01	20,19±5,8
Стоя	19,6±5,7	19,9±5,6	1,01	19,4±5,65

По данным таблицы 11 эхоплотность ПВМ у детей группы нормы ($n=30$) составляла в среднем 20,19±5,8% ($p>0,05$) в положении лежа и 19,4±5,65% ($p>0,05$) в положении стоя (Рисунок 9). КАр составлял 1,01 в положении пациента лежа и 1,01 в положении пациента стоя, что свидетельствовало о симметричности показателей с обеих сторон от остистого отростка L4.

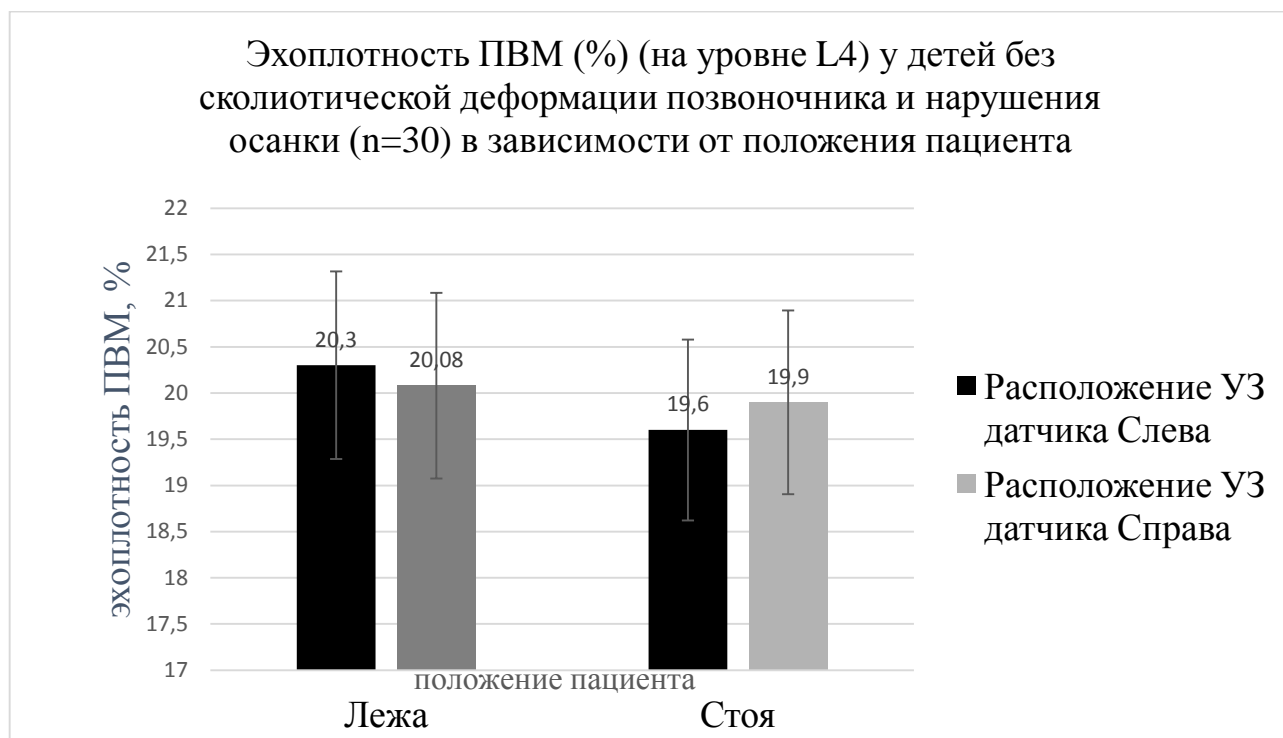


Рисунок 9 – Эхоплотность ПВМ (%) (на уровне L4) у детей без сколиотической деформации позвоночника и нарушения осанки (n=30) в зависимости от положения пациента

Таблица 12 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (на уровне L4) у детей без деформации позвоночника и нарушения осанки (n=30) в зависимости от положения пациента

Положение пациента	Расположение УЗ датчика		КАs	Среднее значение
	Слева	Справа		
Лежа	2,16±0,58	2,13±0,56	1,01	2,1±0,5
Стоя	2,12±0,54	2,15±0,55	1,01	2,1±0,5

Как свидетельствуют данные таблицы 12, площадь поперечного сечения ПВМ у детей группы контроля (n=30) составляла в среднем 2,1±0,5 см² (p>0,05), в положении лежа и 2,1±0,5 см² (p>0,05) в положении стоя (Рисунок 10). КАs составлял 1,01 в положении пациента лежа и 1,01 в положении пациента стоя, что свидетельствовало о симметричности показателей с обеих сторон от остистого отростка L4.

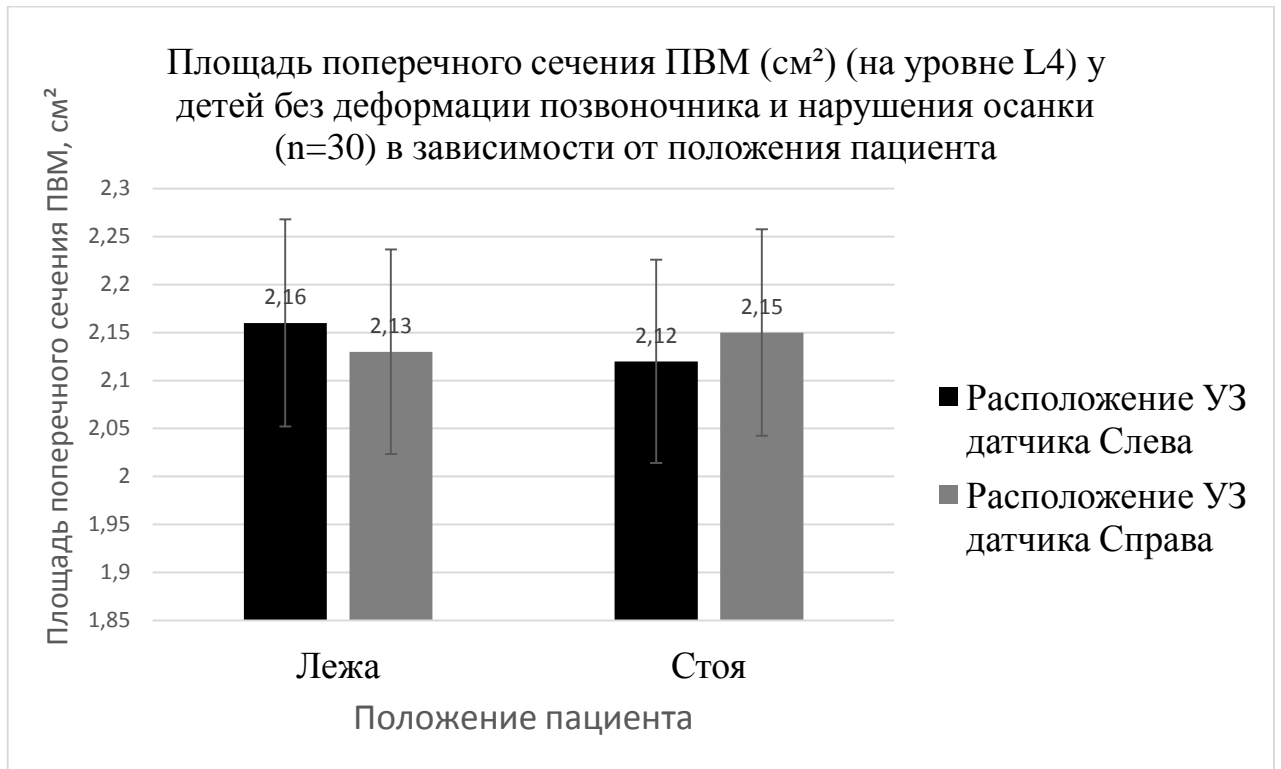


Рисунок 10 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (на уровне L4) у детей без деформации позвоночника и нарушения осанки (n=30) в зависимости от положения пациента

Таким образом, в ходе проведенного исследования детей без признаков сколиоза и нарушения осанки (n=30) выяснилось, что эхоплотность и площадь поперечного сечения ПВМ не зависят от положения пациента во время исследования.

Определяли зависимость УЗ показателей ПВМ от пола.

Распределение эхопоказателей ПВМ по полу представлено в таблицах 13,14.

Таблица 13 – Эхоплотность ПВМ (%) (на уровне L4) у мальчиков (n=15) без деформации позвоночника и нарушения осанки

Положение пациента	Расположение УЗ датчика		КАр
	Слева	Справа	
Лежа	22,2±5,9	21,6±5,7	1,05
Стоя	21,4±5,7	21,5±5,6	1,0

Таблица 14 – Эхоплотность ПВМ (%) (на уровне L4) у девочек (n=15) без деформации позвоночника и нарушения осанки

Положение пациента	Расположение УЗ датчика		КАр
	Слева	Справа	
Лежа	18,4±5,1	18,5±5,0	1,0
Стоя	18,3±5,7	18,3±5,1	1,0

Как видно из вышеприведенных таблиц, у мальчиков (n=15) средняя величина эхоплотности ПВМ на том же уровне составляла 22,2% слева и 21,6% (p>0,05) справа в положении лежа и 21,4% слева, 21,5% справа (p>0,05) в положении стоя (Рисунок 11), а у девочек (n=15) величина эхоплотности ПВМ на уровне L4 была 18,4% справа и 18,5% слева в положении лежа (p>0,05) и 18,3% (p>0,05) в положении стоя (Рисунок 12). КАр составлял 1,05 у мальчиков и 1,0 у девочек в положении лежа, а в положении стоя КАр, как у мальчиков, так и у девочек, оказался равен 1,0.

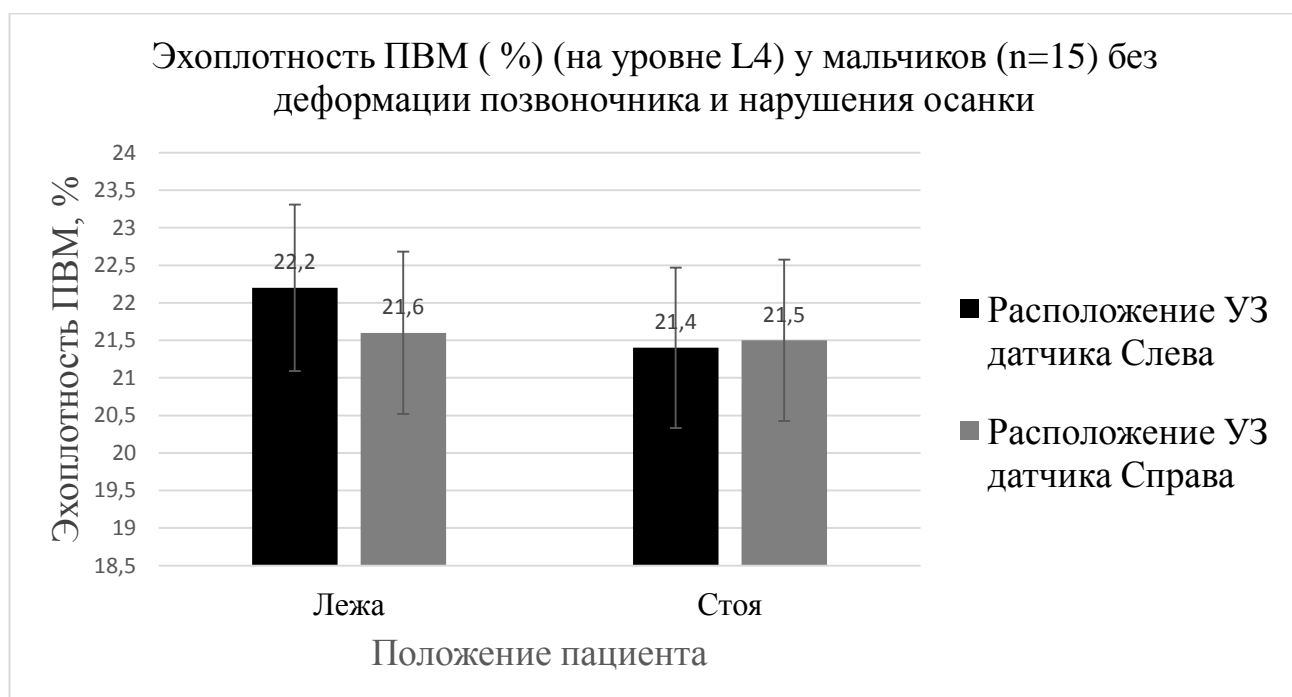


Рисунок 11 – Эхоплотность ПВМ (%) (на уровне L4) у мальчиков без деформации позвоночника и нарушения осанки (n=30)

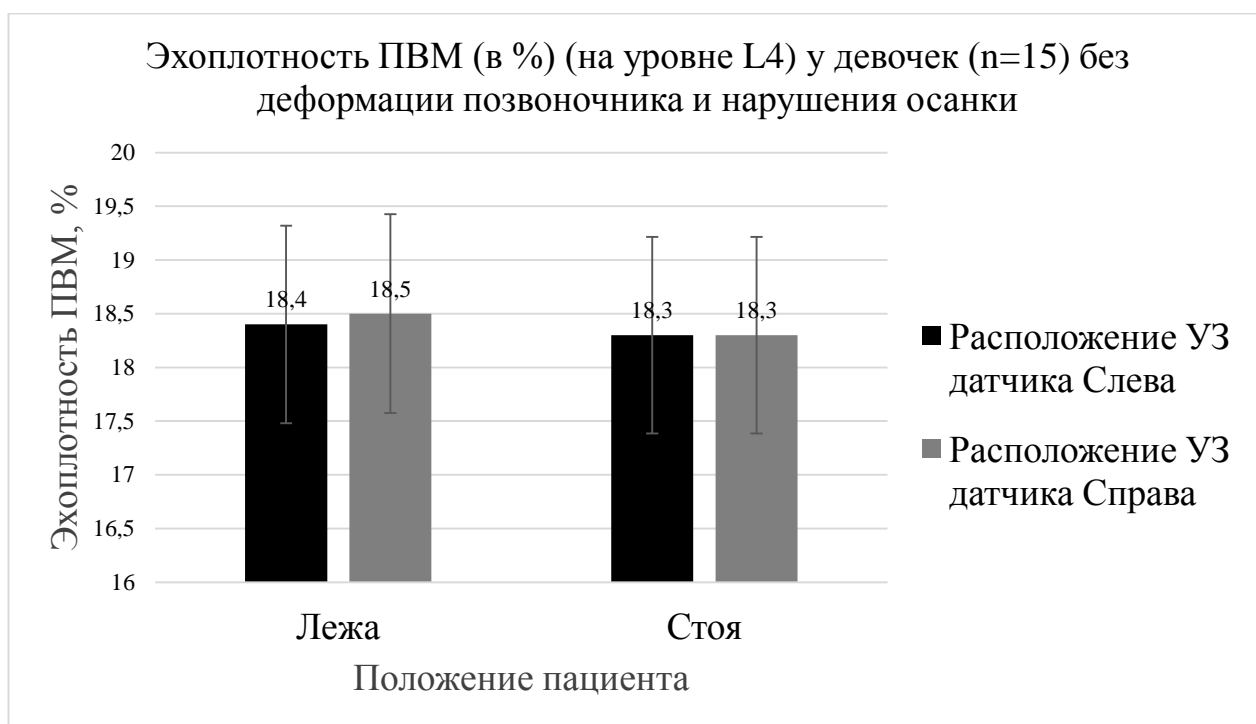


Рисунок 12 – Эхоплотность ПВМ (%) (на уровне L4) у девочек без деформации позвоночника и нарушения осанки (n=30)

Зависимость УЗ показателей площади поперечного сечения ПВМ от пола представлены в таблицах 15,16.

Таблица 15 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (на уровне L4) у мальчиков (n=15) без деформации позвоночника и нарушения осанки

Положение пациента	Расположение УЗ датчика		KAs
	Слева	Справа	
Лежа	2,4±0,55	2,3±0,57	1,04
Стоя	2,2±0,54	2,2±0,55	1,05

Таблица 16 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (на уровне L4) у девочек (n=15) без деформации позвоночника и нарушения осанки

Положение пациента	Расположение УЗ датчика		KAs
	Слева	Справа	
Лежа	1,9±0,51	1,8±0,55	1,05
Стоя	1,8±0,53	1,9 ±0,52	1,05

Из таблиц 15 и 16 следует, что у мальчиков ($n=15$) средняя величина площади поперечного сечения ПВМ на уровне L4 составляла $2,4 \pm 0,55$ слева, $2,3 \pm 0,57$ справа ($p > 0,05$) в положении лежа и $2,2 \pm 0,54$ с обеих сторон ($p > 0,05$) в положении стоя (Рисунок 13). В то время как у девочек ($n=15$) средняя величина площади поперечного сечения ПВМ на том же уровне была $1,9 \pm 0,51$ слева, $1,8 \pm 0,55$ справа ($p > 0,05$), как в положении лежа, и $1,8 \pm 0,53$ слева, $1,9 \pm 0,52$ справа ($p > 0,05$) в положении ребенка стоя (Рисунок 14). КAs составлял 1,04 у мальчиков и 1,05 у девочек в положении лежа, а в положении стоя КAs, как у мальчиков, так и у девочек, был 1,05.

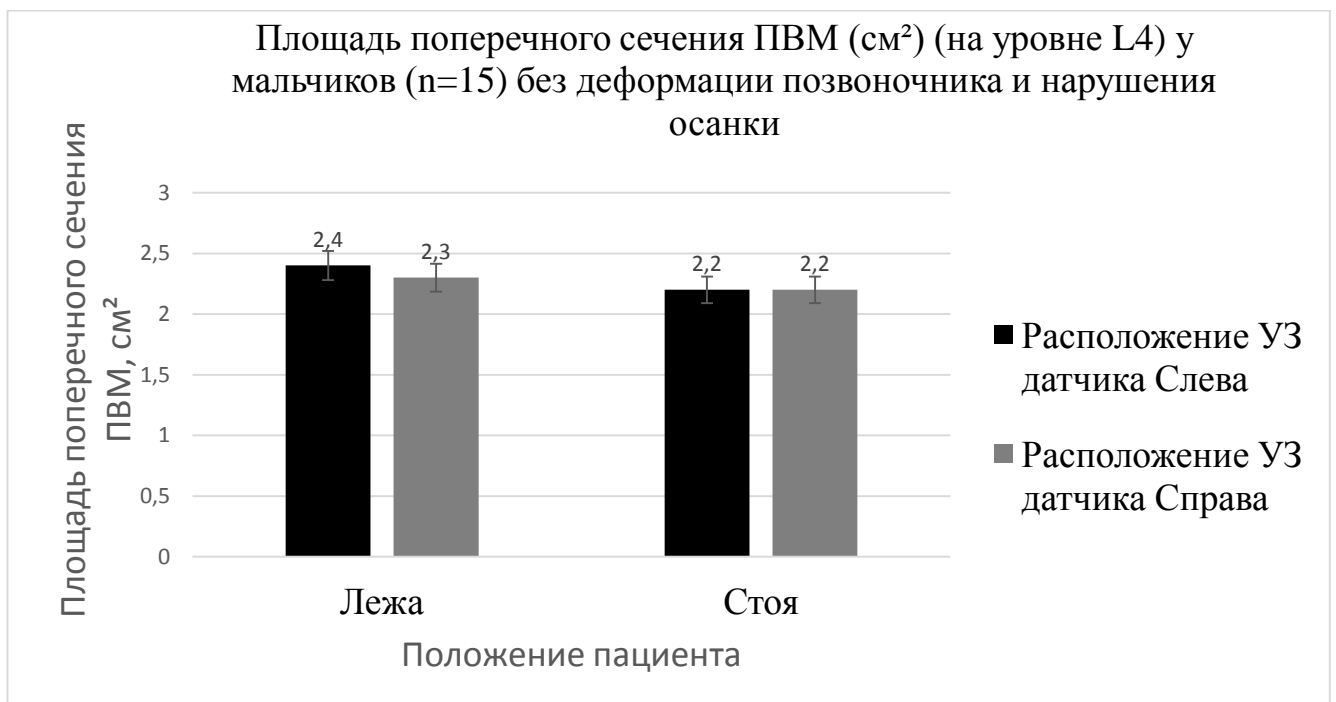


Рисунок 13 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (на уровне L4) у мальчиков ($n=15$) без деформации позвоночника и нарушения осанки

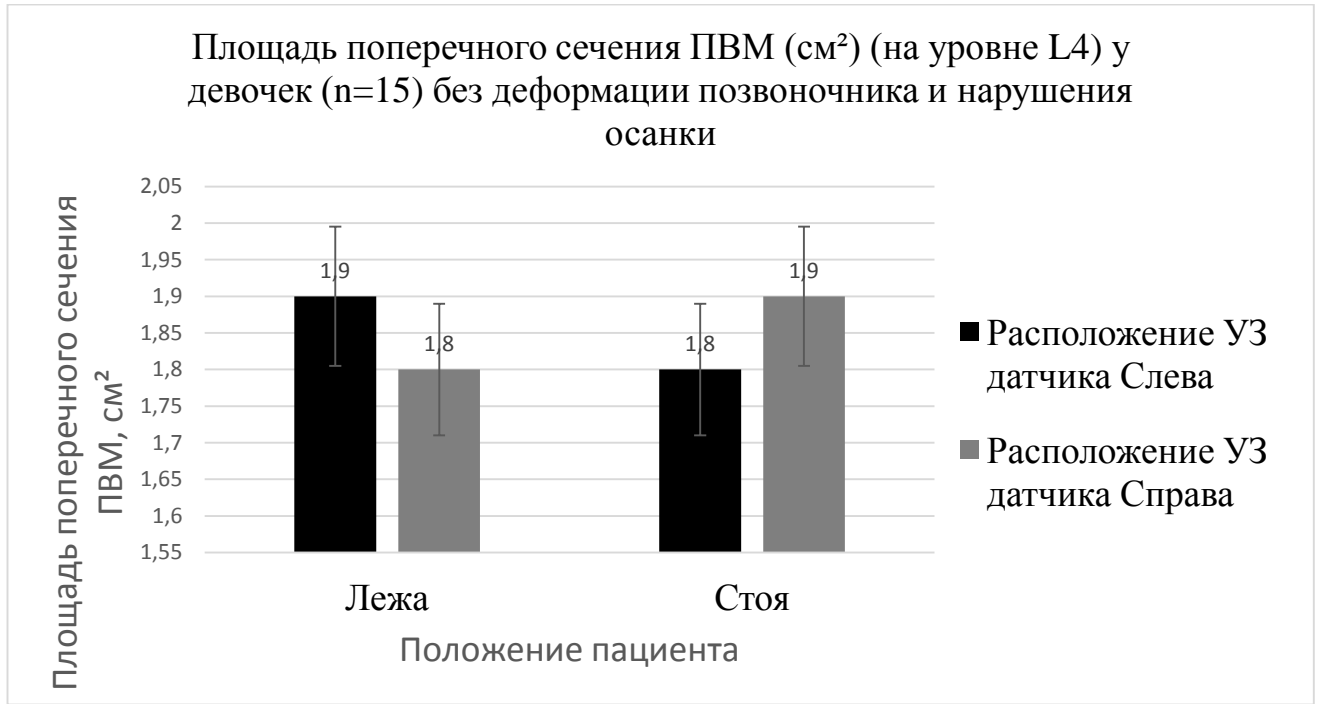


Рисунок 14 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (на уровне L4) у девочек (n=15) без деформации позвоночника и нарушения осанки

Таким образом, было выявлено различие УЗ показателей в зависимости от пола ребенка: эхоплотность ПВМ у мальчиков (n=15) была несколько выше, чем у девочек (n=15) в среднем на 15%. Также имелись незначительные различия площади поперечного сечения ПВМ на исследуемом уровне. Так у мальчиков (n=15) она была на 0,5см² больше (в среднем 19%). Это связано с различием физиологии мальчиков и девочек в препубертатный период: до момента полового созревания рост и вес мальчиков опережает рост и вес девочек, поэтому толщина и тонус скелетных мышц в этом периоде у них больше, чем у девочек.

Данные исследования показывают, что эхоплотность ПВМ (на уровне L4) увеличивалась пропорционально возрасту, что отражено в таблице 17.

Таблица 17 – УЗ параметры ПВМ (L4) у детей (n=30) без деформации позвоночника и нарушения осанки в разных возрастных группах

Возраст	n	Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ (см ²)		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ (см ²)	
		Положение УЗ датчика		Положение УЗ датчика		Положение УЗ датчика		Положение УЗ датчика	
		Слева	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа
9 лет	8	17,5 ±5,1	17,5 ±5,6	2,3 ±0,5	2,3 ±0,56	17,1 ±5,8	17,3 ±6,0	2,2 ±0,52	2,2 ±0,51
	КА	1		1		1		1	
10 лет	9	18,7 ±5,6	18,2 ±5,7	1,9 ±5,45	1,8 ±0,52	18,4 ±0,49	18,1 ±5,87	1,9 ±0,52	2 ±0,57
	КА	1,03		1,05		1,02		1,05	
11 лет	13	23,2 ±5,5	23 ±5,4	2,1 ±0,49	2,1 ±0,5	22,6 ±5,6	22,9 ±5,8	2 ±0,51	2,1 ±0,5
	КА	1		1		1,02		1,05	

Как следует из таблицы 17, у детей в возрасте 9 лет (n=8) средняя величина эхоплотности ПВМ на уровне L4 была 17,5 % в положении лежа и 17,2% в положении стоя ($p>0,05$), в возрасте 10 лет (n=9) средняя величина эхоплотности ПВМ на том же уровне составляла 18,5% в положении лежа и 18,25% в положении стоя ($p>0,05$), у пациентов в возрасте 11 лет (n=13) средняя величина эхоплотности ПВМ на уровне L4 была 23,1 % в положении лежа и 22,75% ($p>0,05$) в положении пациента стоя (Рисунок 15). Вычисление КАр ПВМ этих пациентов в положении лежа показало следующие величины: КАр у детей 9 лет составил 1,0, у детей 10 лет – 1,03, а у детей 11 лет – 1,0. В положении стоя этот показатель асимметрии оказался равным 1,0 у детей 9 лет, у детей 10 лет – 1,02 и 1,02 у детей 11 лет.

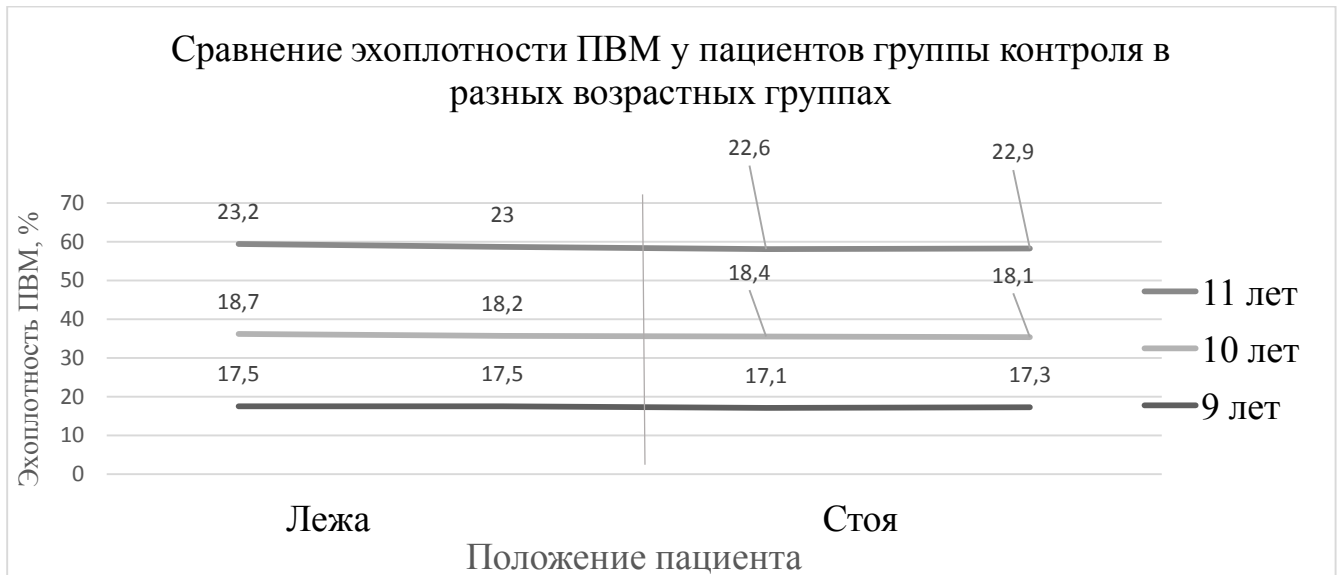


Рисунок 15 – Эхоплотность ПВМ (%) (L4) у детей без сколиотической деформации позвоночника (n=30) в разных возрастных группах

Из этой же таблицы 17 следует, что у пациентов в возрасте 9 лет (n=8) средняя величина площади поперечного сечения ПВМ на уровне L4 составляла 2,3 см² в положении лежа, и 2,2 см² в положении стоя (p>0,05), в то время, как у группы детей 10 лет (n=9) средняя величина площади поперечного сечения ПВМ на том же уровне была 1,85 см² в положении лежа и 1,95 см² в положении стоя (p>0,05), а у группы детей 11 лет (n=13) средняя величина площади поперечного сечения ПВМ на том же уровне была 2,1 см² в положении лежа и 2,01 см² в положении стоя (p>0,05). Вычисление КАс ПВМ этих пациентов в положении лежа показало следующие величины: КАс у детей 9 лет составил 1,0, у детей 10 лет – 1,05, а у детей 11 лет – 1,0 (Рисунок 16) В положении стоя этот показатель асимметрии оказался равным 1,0 у детей 9 лет, у детей 10 лет–1,05 и 1,05 у детей 11 лет.

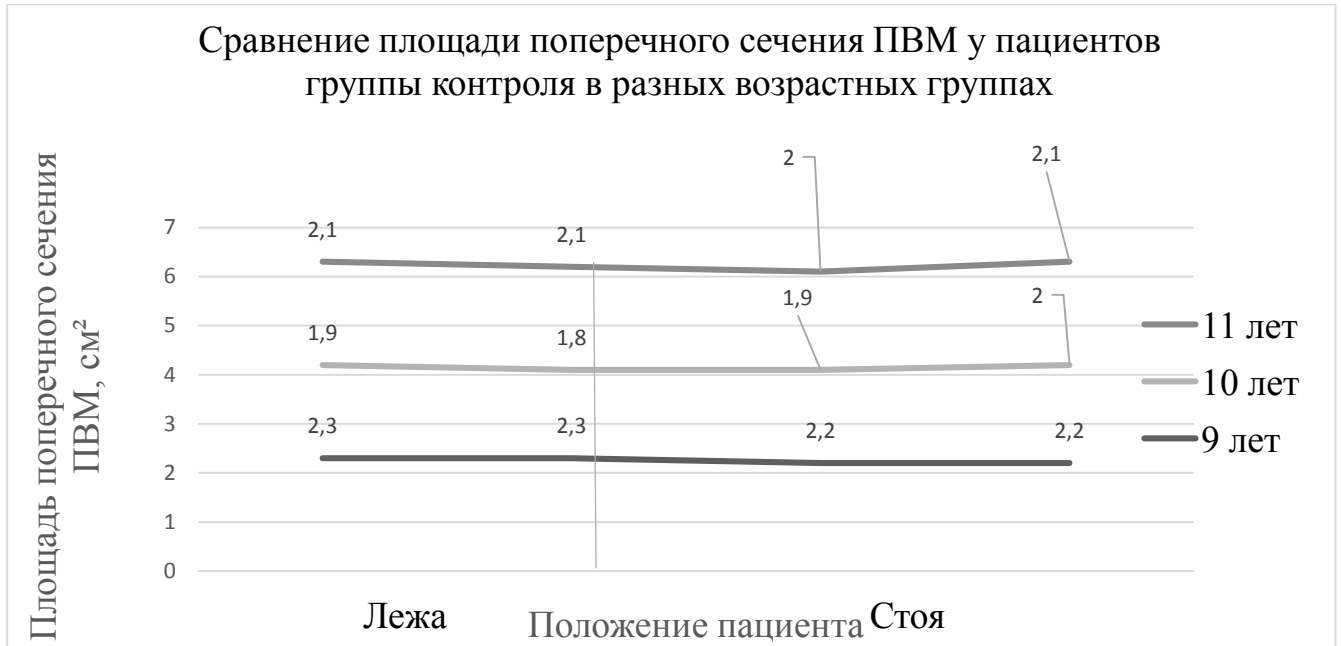


Рисунок 16 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (L4) у детей без сколиотической деформации позвоночника (n=30) в разных возрастных группах

В ходе проведенного исследования было выявлено различие УЗ показателей ПВМ в зависимости от возраста ребенка: плотность ПВМ у детей 9 лет (n=8) была на 6% ниже, чем у детей 10 лет (n=9) и на 24% ниже, чем у пациентов 11 лет (n=13). Различия площади поперечного сечения ПВМ на исследуемом уровне у детей (n=30) с возрастом практически не наблюдались.

Таким образом, при эхографическом исследовании детей без деформации позвоночника и нарушения осанки у всех обследованных пациентов (n=30) отмечалась симметричность показателей эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ (на уровне L4) вне зависимости от возраста пациента и проведения исследования в положениях стоя и лежа. Наряду с этим было выявлено, что наблюдается тенденция к увеличению эхоплотности ПВМ по мере роста и развития детей, что связано с возрастными особенностями организма: скелетные мышцы по мере развития человека теряют свою эластичность и уплотняются.

3.1.5 Электромиография паравертебральных мышц детей контрольной группы

Всем детям данной группы (n=30) была проведена накожная ЭМГ ПВМ на уровне L4 в положении лежа и положении «стоя».

Оценивали следующие показатели: амплитуда биоэлектрической активности ПВМ (мкВ), частота биоэлектрической активности ПВМ (Гц), коэффициент асимметрии биоэлектрической активности ПВМ (Таблицы 18,19).

Таблица 18 – Амплитуда ПВМ (мкВ) (L4) на ЭМГ у детей без деформации позвоночника и нарушения осанки (n=30)

Положение пациента	Амплитуда ПВМ на ЭМГ		КА
	Слева	Справа	
Лежа	132	121,4	1,08
Стоя	19	18,3	1,03

Таблица 19 – Частота ПВМ (Гц)(L4) на ЭМГ у детей без деформации позвоночника и нарушения осанки (n=30)

Положение пациента	Частота ПВМ на ЭМГ		КА
	Слева	Справа	
Лежа	480	466,6	1,02
Стоя	252,3	246,4	1,02

Как видно из таблицы 18, при ЭМГ ПВМ (L4) детей без деформации позвоночника (n=29), как в положении пациента лежа, так и в положении стоя, показатели амплитуды биоэлектрической активности ПВМ практически не отличались: лежа составляли 132 мкВ слева и 121,4 мкА справа (КА=1,08), стоя – 19мкА и 18,3мкА слева и справа (КА=1,03). Из таблицы 19 видно, что при регистрации частоты биоэлектрической активности ПВМ были получены следующие результаты: в положении пациента лежа частота биоэлектрической

активности ПВМ составляла слева 480 Гц, справа 466,6 Гц (КА=1,02), стоя 252,3 Гц и 246,4 Гц соответственно (КА=1,02).

При выявлении взаимосвязи между УЗ-показателями ПВМ и данными ЭМГ отмечали высокий уровень корреляции по Пирсону ($R^2=0,99$, $p<0,0001$) коэффициента асимметрии УЗ показателей (эхоплотности ПВМ и площади поперечного сечения ПВМ) с КА амплитуды сигнала ПВМ на ЭМГ.

Таким образом, проведенная ЭМГ у детей без признаков сколиоза ($n=30$) указывает на то, что показатели амплитуды и частоты БА справа/слева, стоя/лежа являлись практически симметричными (что мы видим как при измерении площади поперечного сечения ПВМ, так и при исследовании эхоплотности), в связи с чем наличие симметричности этих показателей позволяет нам соотнести их с УЗ показателями (достоверная корреляция коэффициентов асимметрии по Пирсону) и применять метод ЭМГ для верификации проводимого исследования.

Исходя из всего вышеперечисленного, в результате проведенного нами исследования было выявлено, что при эхографическом исследовании детей ($n=30$) без сколиотической деформации позвоночника у всех обследованных пациентов отмечалась симметричность показателей эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ (на уровне L4) вне зависимости от положения пациента и проведения исследования в положениях стоя и лежа. Ультразвуковая плотность ПВМ у мальчиков ($n=15$) была чуть выше, чем у девочек ($n=15$) в среднем на 15%. Также имелись незначительные различия площади поперечного сечения ПВМ на исследуемом уровне: у мальчиков ($n=15$) она была на $0,5\text{см}^2$ больше (в среднем 19%), чем у девочек. У всех обследованных пациентов отмечалась симметричность показателей эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ (на уровне L4) вне зависимости от возраста. Наряду с этим было выявлено увеличение эхоплотности ПВМ, в то время, как изменения величины площади поперечного сечения ПВМ не наблюдалось.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЕМ ОСАНКИ ПО ТИПУ «ПЛОСКАЯ СПИНА»

На клинической базе Восстановительного Центра Детской Ортопедии и Травматологии «Огонек» было обследовано 28 детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» в возрасте от 9 до 11 лет (средний $10,1 \pm 0,08$).

Распределение детей по полу представлено в таблице 20.

Таблица 20 – Распределение детей с нарушением осанки по типу «плоская спина»
по полу (n=28)

Пол	n	%
Мальчики	15	54
Девочки	13	46
Всего	28	100

Как следует из таблицы 20, обследованных мальчиков было 15 человек, что составляло 54%, девочек – 13 человек, что соответствовало 46% (Рисунок 17).

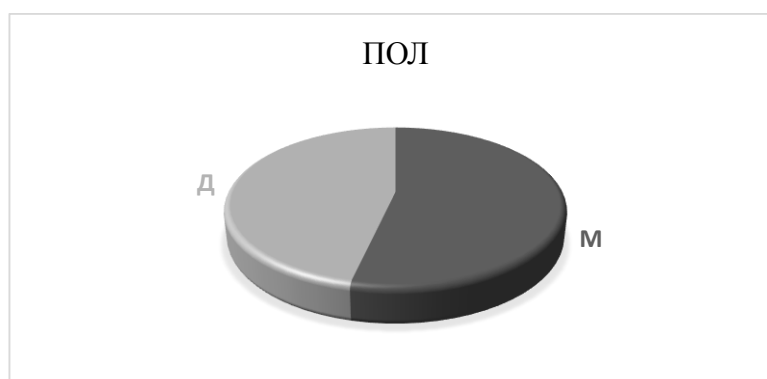


Рисунок 17 – Распределение детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) по полу

Распределение детей по возрасту представлено в таблице 21.

Таблица 21 – Распределение детей с нарушением осанки по возрасту

Возраст	n	%
9 лет	8	28,5
10 лет	8	28,5
11 лет	12	43
Всего	28	100

Как видно из таблицы 21, из 28-ти детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» 9-летние составляли 29,5%, 10-летние – 35% и 11-летние – 35%. С увеличением возраста количество детей с патологией увеличивалось (Рисунок 18).

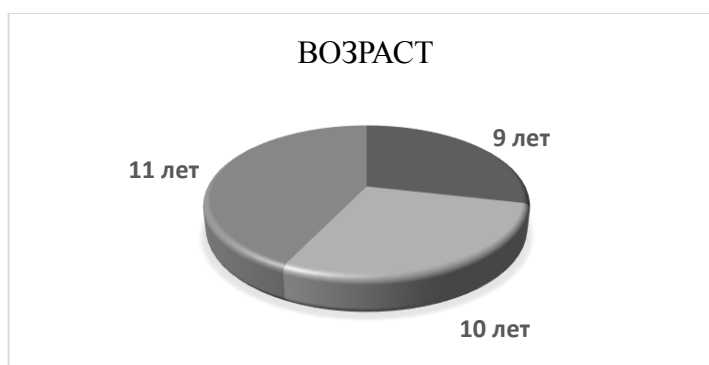


Рисунок 18 – Распределение детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» по возрасту

4.1 Клинический осмотр пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина»

При клиническом осмотре у всех детей (n=28) наблюдалась следующая симптоматика: равенство треугольников талии, одинаковый уровень надплечий, одинаковая ориентация надплечий, уплощение физиологического грудного кифоза и увеличение выраженности поясничного лордоза с наклоном таза кпереди, линия остистых отростков без отклонений от вертикали (Таблица 22).

Таблица 22 – Результаты клинического осмотра детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28)

Клинические признаки	n	%
Жалобы на нарушение осанки во фронтальной плоскости	0	
Жалобы на повышенную утомляемость мышц спины	0	
Уплотнение грудного кифоза	28	100
Увеличение выраженности поясничного лордоза	9	32
Асимметрия стояния углов лопаток	0	
Асимметрия треугольников талии	0	
Фронтальное отклонение оси позвоночника	0	
Топографическая паравертебральная асимметрия	0	

Как следует из таблицы 33, уплощение грудного кифоза отмечалось у 28 детей (100%), усиление поясничного лордоза – у 9 (32%), фронтального отклонения оси позвоночника и паравертебральной асимметрии у обследованной группы детей не наблюдалось.

4.2 Рентгенологическое обследование позвоночника пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина»

В связи с тем, что в данной группе обследуемых (n=28) не наблюдалось клинических признаков сколиоза, показаний к рентгенологической диагностике не было.

4.3 Компьютерно-топографическое обследование позвоночника с нарушением осанки по типу «плоская спина»

Всем пациентам данной группы (n=28) проводили компьютерно-оптическую топографию. Образец протокола КОТ пациента с «нарушением осанки по типу «плоская спина» представлен на рисунке 19.

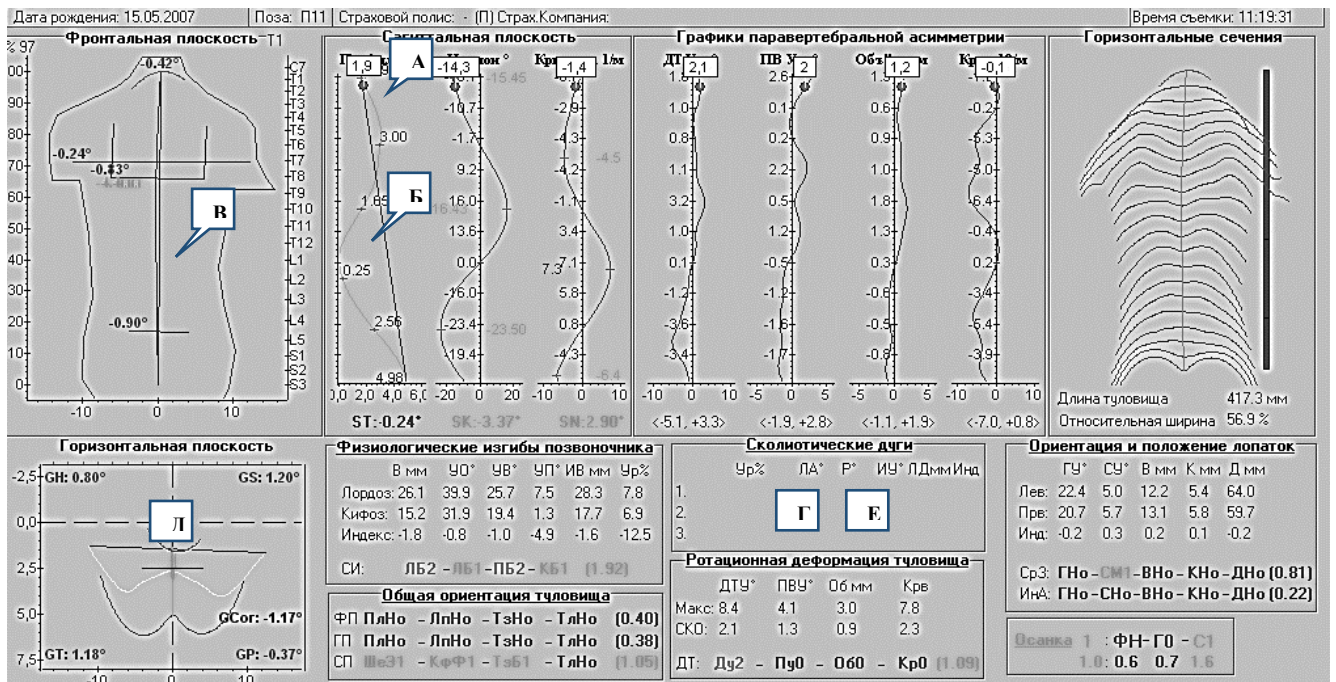


Рисунок 19 – Протокол КОТопографии пациента с нарушением осанки по типу «плоская спина» (пациент В-ва, 10 лет (И/б №1087-2017), пол женский): А – показатель выраженности грудного кифоза; Б – показатель выраженности поясничного лордоза; В – показатель наклона таза; Г – показатель положения линии остистых отростков; Д – графическое отражение соотношений фронтальных осей тазового и плечевого поясов; Е – числовой показатель ротации позвонков

Как показано на рисунке 8, у ребенка не наблюдается отклонения оси позвоночника во фронтальной плоскости и нет ротации позвонков, в сагиттальной плоскости величина грудного физиологического кифоза равна $15,2^\circ$, а поясничного лордоза – $26,1^\circ$, что указывает на уменьшение значений физиологических изгибов. В горизонтальной плоскости наблюдается параллельность фронтальных осей тазового и поясничного поясов в пределах допустимых значений.

Идентичные результаты получены у всех детей данной группы (n=28).

Результаты КОТопографии детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Результаты КОТопографии у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28)

Параметры компьютерно-оптической топографии	n	%
Изменения во фронтальной плоскости (боковое отклонение дуги позвоночника)	0	0
Изменения в сагиттальной плоскости (выпрямление грудного кифоза)	28	100
Изменения в горизонтальной плоскости (поворот плечевого пояса, скручивание туловища относительно таза)	0	0

Как свидетельствуют данные таблицы 23, отклонения оси позвоночника во фронтальной плоскости не наблюдалось ни в одном случае, в сагиттальной плоскости уплощение грудного кифоза встречалось у 28-ми детей (100%), а в горизонтальной плоскости изменений не было.

4.4 Эхография паравертебральных мышц пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина»

УЗИ было проведено всем 28 пациентам с нарушением осанки по типу «плоская спина». Всем детям (n=28) производилась оценка площади поперечного сечения и эхоплотности ПВМ как в положении лежа, так и в положении стоя, справа и слева от остистого отростка L4. Были выявлены средние значения плотности и площади поперечного сечения (Таблицы 24,25).

Таблица 24 – Эхоплотность (в %) ПВМ (уровень L4) у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) в зависимости от положения ребёнка во время обследования

Положение пациента	Расположение УЗ датчика		K _{Ap}
	Слева	Справа	
Лежа	21,82±6,3	21,76±6,6	1,0
Стоя	23,8±7,4	22,68±6,7	1,05

Как следует из таблицы 24, средние показатели плотности ПВМ у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) в положении лежа составляли $21,82 \pm 6,3\%$ слева и $21,76 \pm 6,6\%$ – справа ($p=0,919$), в положении стоя – $23,8 \pm 7,4\%$ слева и $22,68 \pm 6,7\%$ – справа ($p<0,01$) (Рисунок 20).

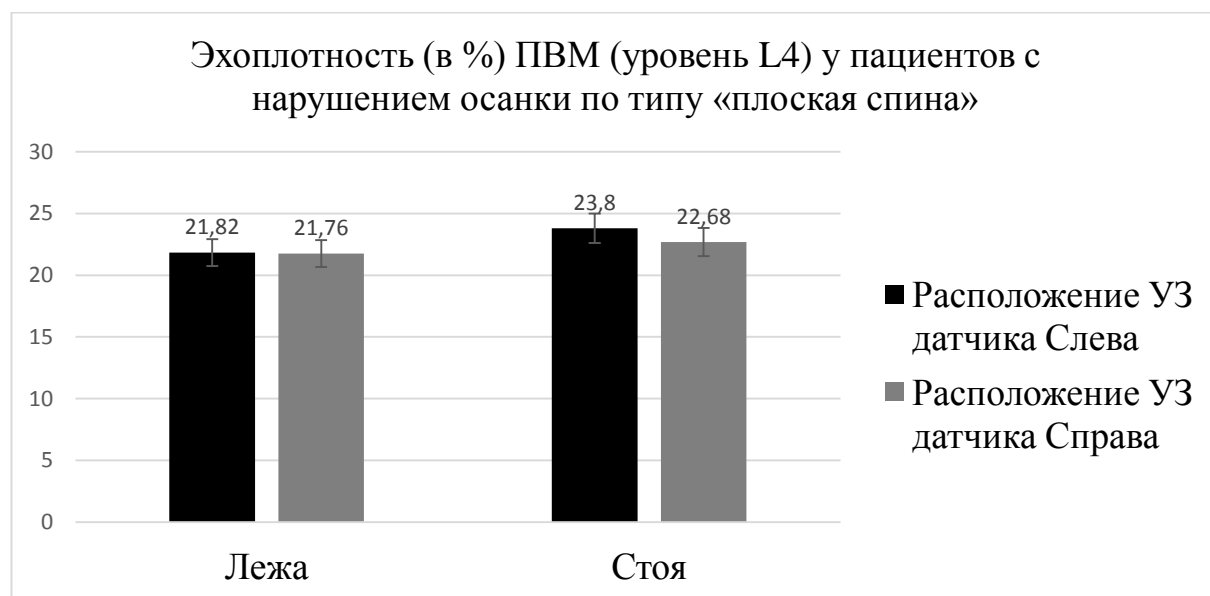


Рисунок 20 – Эхоплотность ПВМ у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) в зависимости от положения ребёнка при обследовании

Чувствительность и специфичность КАр, а также его пороговые значения, представлены в таблице 25.

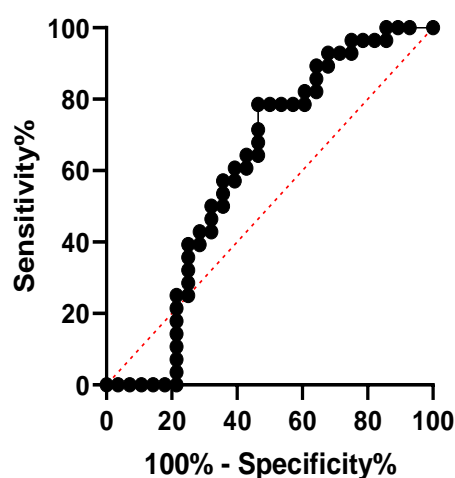
Таблица 25 – Критерии диагностики коэффициента асимметрии эхоплотности ПВМ пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина»

Патология	Положение пациента	ПЗ	Ч	С	p	AUC
Нарушение осанки	лежа	<1,044	60,7	60,7	<0,16	0,607
	стоя	>1.044	78,6	71,4	<0,0001	0,815

Примечание: ПЗ – пороговое значение, Ч – чувствительность, С – специфичность, p – коэффициент достоверности, AUC (area under the curve) – площадь под ROC-кривой

Как показывают данные в таблице 25, чувствительность КАр составляла 60,7% в положении лежа, 78,6% в положении стоя, специфичность – 60,7% в положении лежа и 71,4% в положении стоя, однако коэффициент достоверности был в положении лежа равен 0,16, тогда как в положении стоя он составлял менее 0,0001 (Рисунок 21).

Положение пациентов лёжа



Положение пациентов стоя

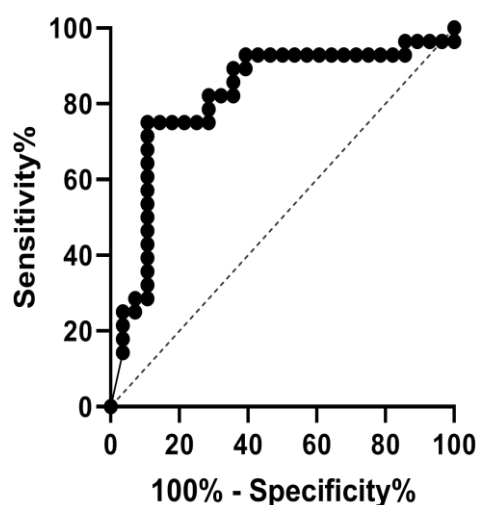


Рисунок 21 – РОК-кривая информативности коэффициента асимметрии эхоплотности ПВМ пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» в зависимости от положения ребенка при обследовании

Из представленных данных следует, что выявленные пороговые значения КАр у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» обладают высоким уровнем диагностической эффективности со значениями AUC в пределах от 0,607 до 0,815.

Таблица 26 – Площадь поперечного сечения (см²) ПВМ у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) в зависимости от положения ребенка при обследовании

Положение пациента	Расположение УЗ датчика		КАр
	Слева	Справа	
Лежа	1,95±0,4	1,98±0,5	1,02
Стоя	1,9±0,5	2,05±0,53	1,08

Как видно в таблице 26, средние показатели площади поперечного сечения ПВМ у детей с «нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) положении лежа составляли $1,95 \pm 0,4 \text{ см}^2$ слева и $1,98 \pm 0,5 \text{ см}^2$ – справа ($p=0,5$), в положении стоя – $1,9 \pm 0,5 \text{ см}^2$ слева и $2,05 \pm 0,53 \text{ см}^2$ справа ($p < 0,001$) (Рисунок 22).

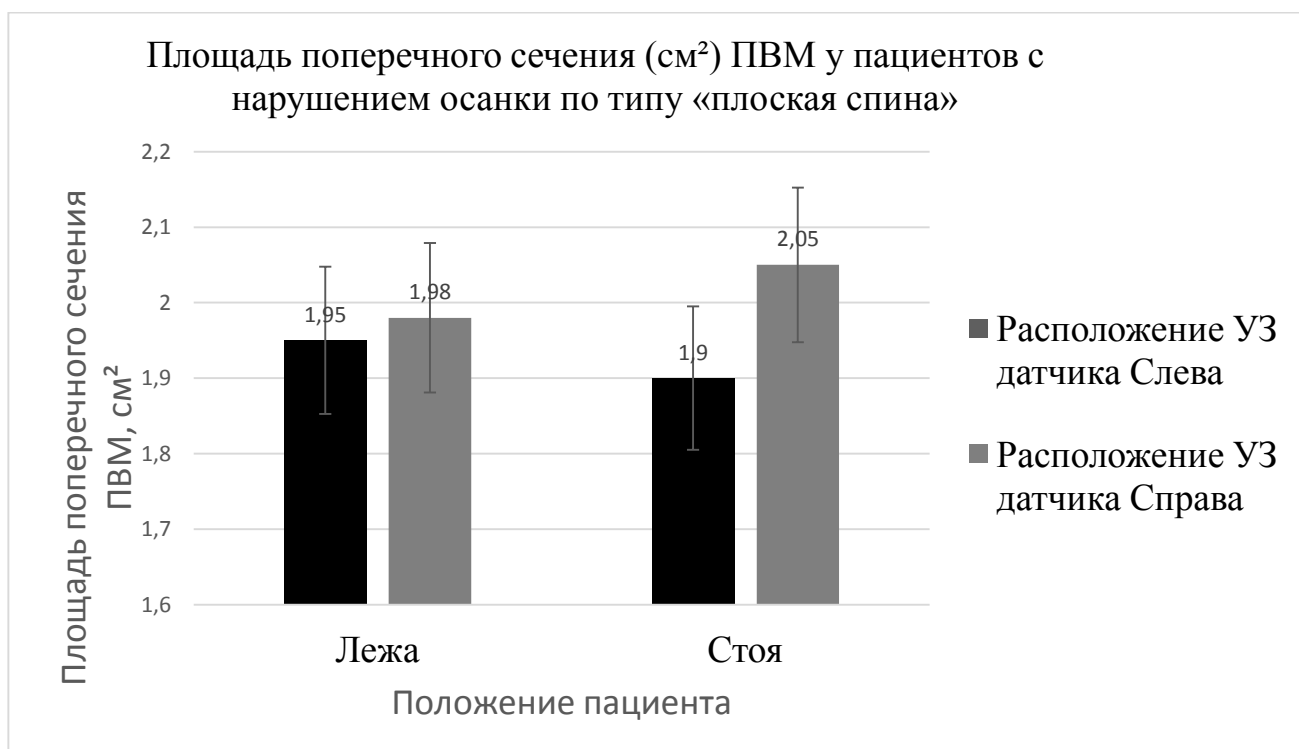


Рисунок 22 – Площадь поперечного сечения ПВМ у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) в зависимости от положения ребенка при обследовании

Чувствительность и специфичность КAs, а также его пороговые значения, представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Критерии диагностики коэффициента асимметрии площади поперечного сечения ПВМ пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина»

Патология	Положение пациента	ПЗ	Ч	С	p	AUC
Нарушение осанки	лежа	<1,041	64,2	60,7	<0,07	0,640
	стоя	>1.048	78,5	75	<0,0001	0,815

Примечание: ПЗ – пороговое значение, Ч – чувствительность, С – специфичность, p – коэффициент достоверности, AUC (area under the curve) – площадь под ROC-кривой

Как видно из таблицы 27, чувствительность КАр составляла 64,2% в положении лежа, 78,5% в положении стоя, специфичность – 60,7% в положении лежа и 75% в положении стоя, однако коэффициент достоверности был в положении лежа равен 0,07, тогда как в положении стоя он составлял менее 0,0001 (Рисунок 23).

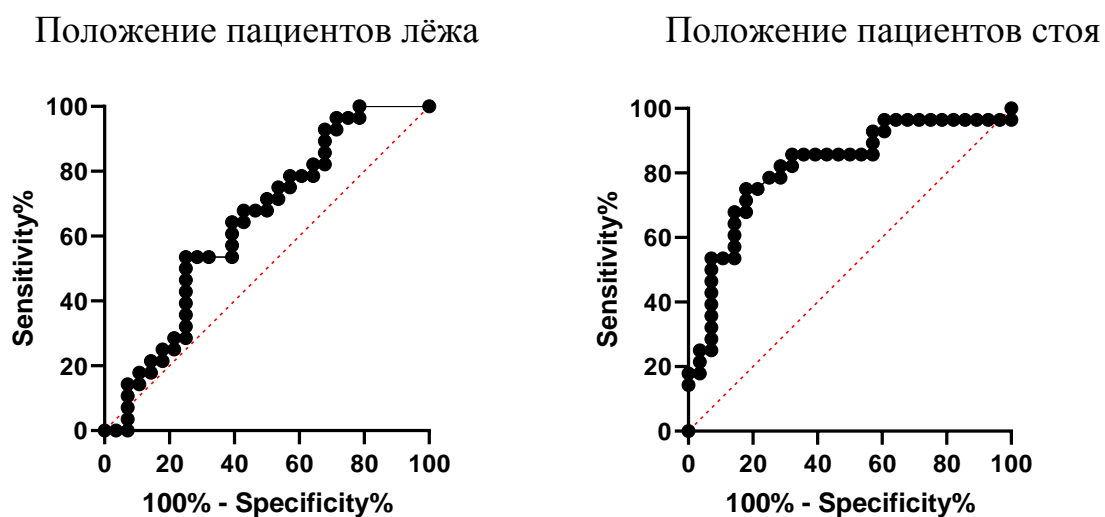


Рисунок 23 – РОК-кривая информативности коэффициента асимметрии площади поперечного сечения ПВМ пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» в зависимости от положения ребенка при обследовании

Как следует из представленных данных, выявленные пороговые значения КАс у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» обладают

высоким уровнем диагностической эффективности со значениями AUC в пределах от 0,640 до 0,815.

Таким образом, полученные данные указывают, что показатели плотности ПВМ и площади поперечного сечения ПВМ у пациентов группы нарушения осанки по типу «плоская спина» (n=28) в положении детей лежа были симметричны с правой и левой стороны, а в положении пациентов стоя становились асимметричными.

Также было проведено УЗИ ПВМ у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) в зависимости от пола. Полученные данные представлены в таблице 28 и на Рисунках 24,25,26,27.

Таблица 28 – УЗ параметры исследования ПВМ (уровень L4) у пациентов (n=28) с нарушением осанки по типу «плоская спина» в зависимости от пола

Пол	n	Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ (см ²)		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ (см ²)	
		Положение УЗ датчика		Положение УЗ датчика		Положение УЗ датчика		Положение УЗ датчика	
		Слева	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа
М	15	22,51 ±6,0	22,35 ±6,04	1,9 ±0,49	1,86 ±0,57	24,95 ±7,0	23,02 ±6,4	1,88 ±0,64	2,0 ±0,62
	КА	1,0		1,02		1,08		1,06	
Д	13	20,3 ±8,6	21,08 ±7,4	2,0 ±0,35	2,09 ±0,39	22,48 ±8,04	22,29 ±7,3	2,0 ±0,32	2,1 ±0,43
	КА	1,04		1,04		1,02		1,05	

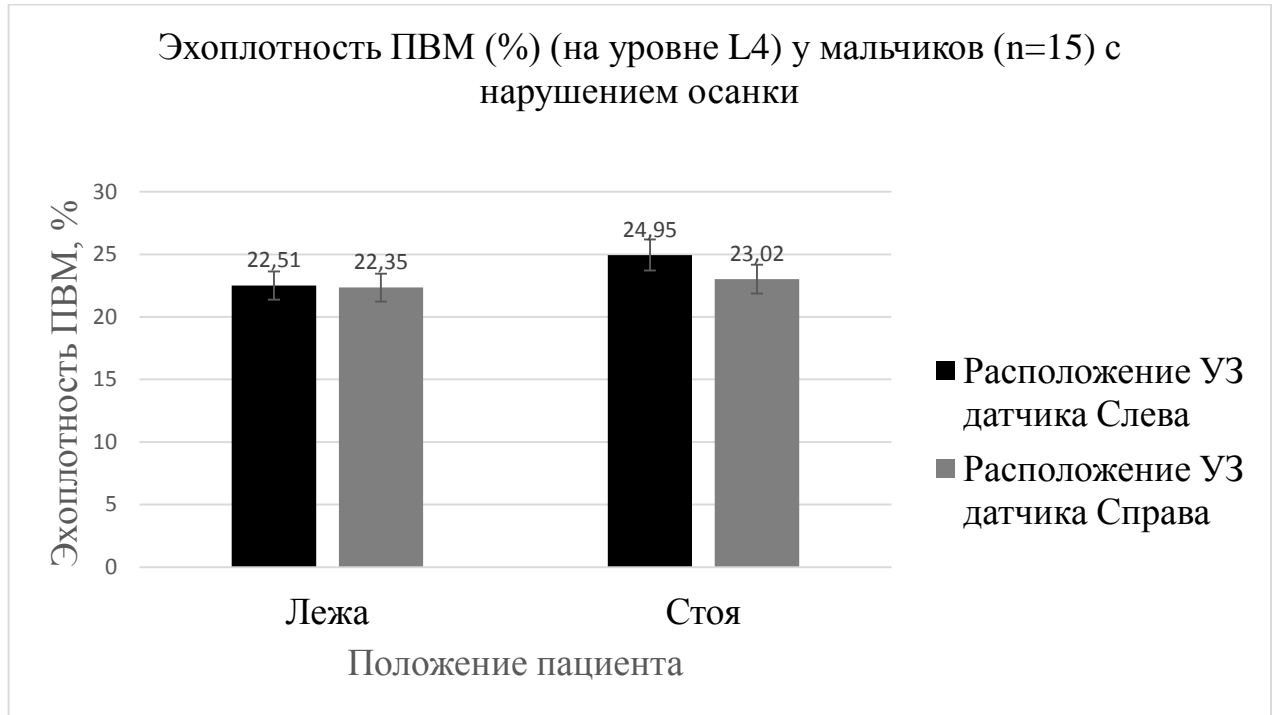


Рисунок 24 – Эхоплотность (%) ПВМ у мальчиков при нарушении осанки по типу «плоская спина» (n=15)

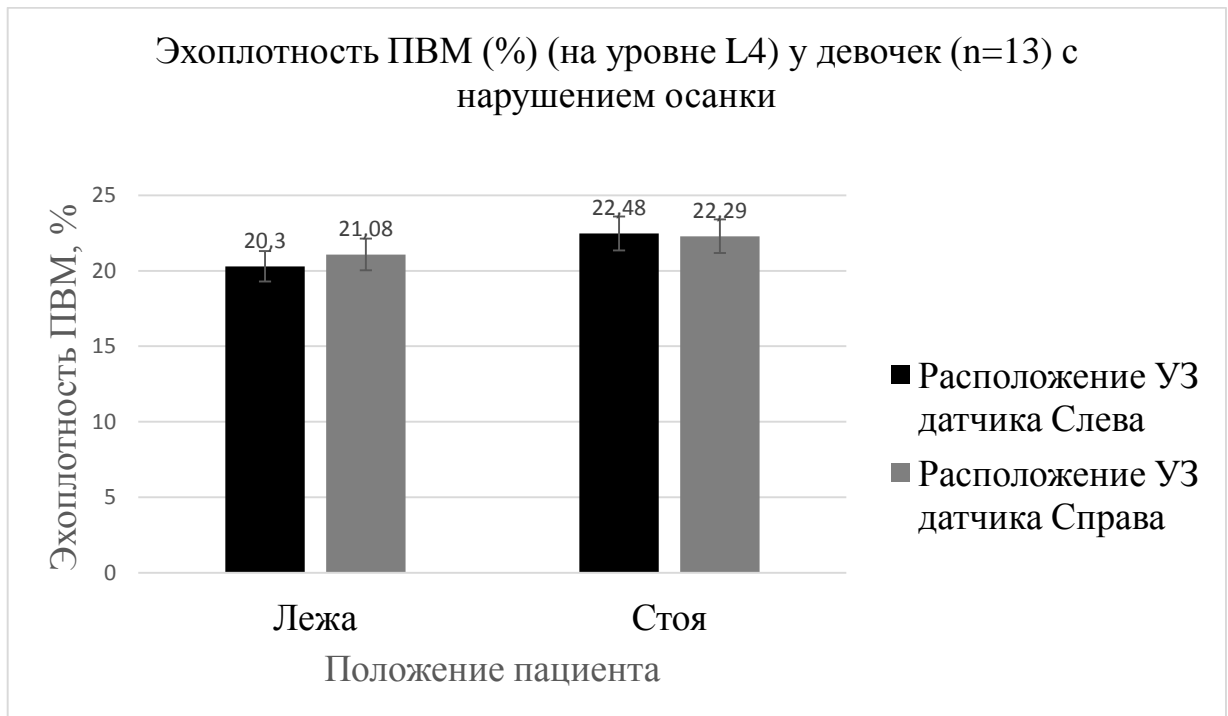


Рисунок 25 – Эхоплотность (%) ПВМ (уровень L4) у девочек при нарушении осанки по типу «плоская спина» (n=13)

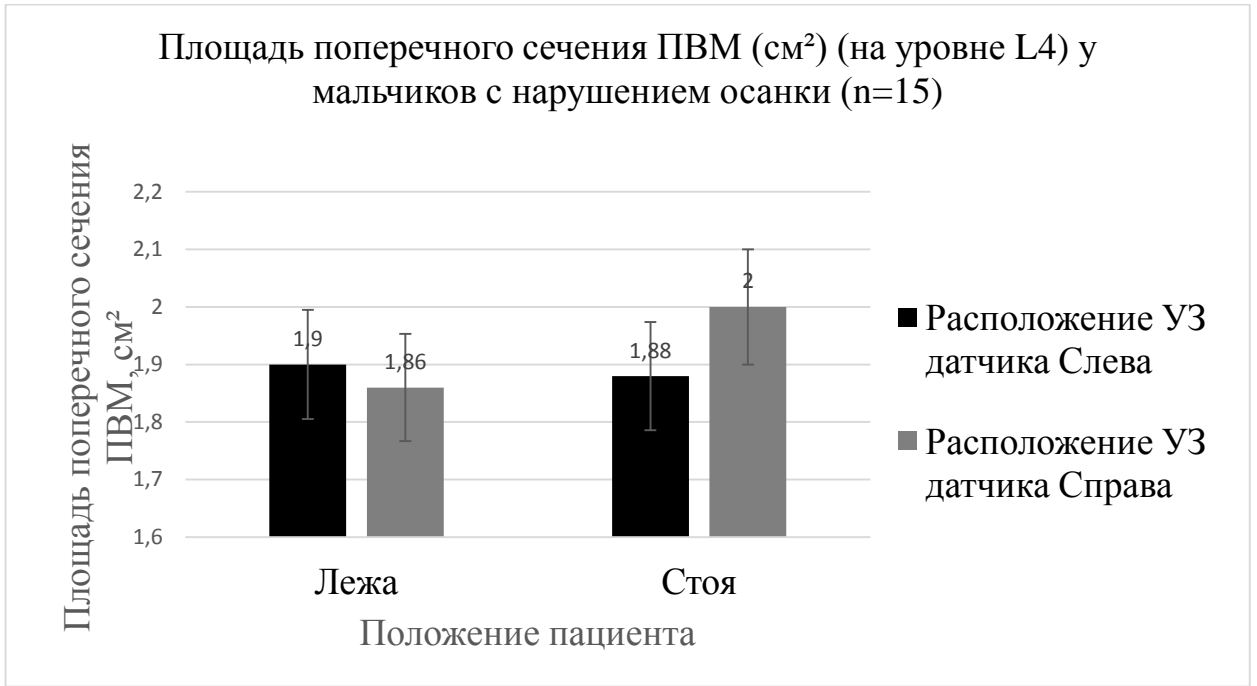


Рисунок 26 – Площадь поперечного сечения (см²) ПВМ (уровень L4) у мальчиков с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=15)

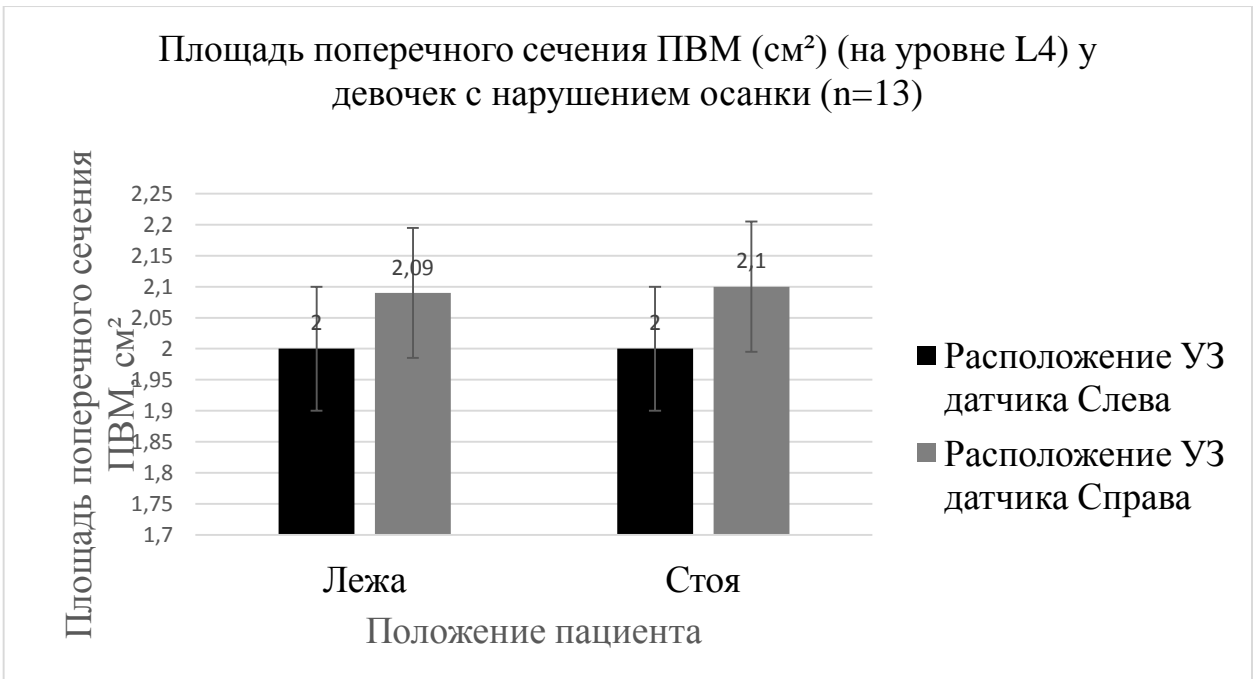


Рисунок 27 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (уровень L4) у девочек с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=13)

Как следует из таблицы 28 и рисунка 24, эхоплотность ПВМ у мальчиков с нарушением осанки (n=15) при обследовании в положении лежа была $22,51 \pm 6,0\%$

слева и $22,35 \pm 6,04\%$ – справа ($p=0,58$), в положении стоя – $24,95 \pm 7\%$ слева и $23,02 \pm 6,4\%$ – справа ($p=0,0003$).

В свою очередь у девочек (таблица 28 и рисунок 25) с нарушением осанки ($n=13$) при УЗИ мышц в положении лежа эхоплотность ПВМ была $20,3 \pm 8,6\%$ слева и $21,08 \pm 7,4\%$ – справа ($p=0,5$), в положении стоя – $22,48 \pm 8,04\%$ слева и $22,29 \pm 7,3\%$ – справа ($p=0,79$).

В итоге, при диагностике эхоплотности ПВМ у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» в положении лежа установлено, что КАр составлял 1,0 у мальчиков и 1,04 у девочек, а в положении стоя КАр у мальчиков оказался равен 1,08 и 1,02 – у девочек.

Таким образом, исходя из вышеприведенных данных, вне зависимости от пола эхоплотность ПВМ у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» ($n=29$) изменялась только при обследовании ребенка в положении стоя.

Также из таблицы 28 и рисунка 26 следует, что средняя величина площади поперечного сечения ПВМ у мальчиков с нарушением осанки ($n=15$) при исследовании в положении лежа была $1,9 \pm 0,49 \text{ см}^2$ слева и $1,86 \pm 0,57 \text{ см}^2$ – справа ($p=0,5$), в положении стоя – $1,88 \pm 0,64 \text{ см}^2$ слева и $2 \pm 0,62 \text{ см}^2$ – справа ($p=0,03$).

В это же время у девочек с нарушением осанки ($n=13$) при эхографии ПВМ в положении лежа (таблица 28 и рисунок 27) площадь поперечного сечения ПВМ была $2,0 \pm 0,35 \text{ см}^2$ слева и $2,09 \pm 0,39 \text{ см}^2$ – справа ($p=0,1$), в положении стоя – $2,0 \pm 0,32 \text{ см}^2$ слева и $2,1 \pm 0,43 \text{ см}^2$ – справа ($p=0,34$).

Таким образом, КAs ПВМ у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» в положении лежа составил 1,02 у мальчиков и 1,04 у девочек, а в положении пациентов стоя КAs оказался равен 1,06 у мальчиков и 1,05 у девочек. В целом же, приведенные данные прямо указывают, что площадь поперечного сечения ПВМ только незначительно изменялась при изменении положения ребенка во время диагностических процедур, но это наблюдалось вне зависимости от пола.

УЗ характеристики ПВМ у детей при нарушении осанки по типу «плоская спина» ($n=28$) в зависимости от возраста представлены в таблице 29.

Таблица 29 – УЗ параметры ПВМ (на уровне L4) у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) в разных возрастных группах

Возраст	n	Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ (см ²)		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ (см ²)	
		Положение УЗ датчика		Положение УЗ датчика		Положение УЗ датчика		Положение УЗ датчика	
		Слева	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа
9 лет	8	21,3 ±6,2	19,5 ±7,0	2,18 ±0,4	2,32 ±0,35	24,36 ±6,0	22,3 ±6,5	2,06 ±0,5	2,24 ±0,47
	КА	1,09		1,06		1,09		1,08	
10 лет	10	19,85 ±6,1	20,93 ±6,8	2,03 ±0,5	2,09 ±0,41	22,56 ±7,1	21,32 ±6,8	2,13 ±0,34	2,22 ±0,35
	КА	1,05		1,03		1,05		1,04	
11 лет	10	22,84 ±7,0	24,35 ±6,0	1,64 ±0,46	1,6 ±0,34	24,6 ±5,7	24,3 ±7,1	1,66 ±0,34	1,72 ±0,34
	КА	1,01		1,02		1,06		1,03	

Приведённые в таблице 29 данные показывают, что в возрасте 9 лет (n=8) эхоплотность ПВМ в положении лежа составляла 21,38±6,2% слева и 19,52±7% справа (p<0,01). В положении стоя эти показатели оказались следующими: 24,36±6,0% слева и 22,3±6,5% справа (p<0,01).

У детей 10 лет (n=10) этой категории пациентов эхоплотность ПВМ в положении лежа составляла 19,85±6,1% слева и 20,9±6,8% справа (p>0,05). В положении стоя у них получены следующие данные: 22,56±7,1% слева и 21,32±6,8% справа (p<0,01).

У пациентов 11 лет (n=10) в положении лежа эхоплотность составляла слева 24,6±5,7% и 24,35±6,0% справа (p>0,05). А в положении стоя – 22,84±7% слева и 24,38±7,1% справа (p<0,01).

Вычисление КАр ПВМ этих пациентов в положении лежа показало следующие величины: КАр у детей 9 лет (n=8) составил 1,09, у детей 10 лет (n=10) – 1,05, а у детей 11 лет (n=10) – 1,01. В положении стоя этот показатель асимметрии оказался равным 1,09 у детей 9 лет (n=8), у детей 10 лет (n=10) – 1,05 и 1,06 у детей 11 лет (n=10).

У детей 9-ти лет (n=8) площадь поперечного сечения ПВМ в положении лежа составляла $2,18 \pm 0,4$ см² слева, $2,32 \pm 0,35$ см² справа (p<0,01), а в положении стоя $2,06 \pm 0,5$ см² слева и $2,24 \pm 0,47$ см² справа (p<0,01).

У детей 10 лет (n=10) с нарушением осанки площадь поперечного сечения ПВМ в положении лежа составляла $2,03 \pm 0,5$ см² слева, $2,09 \pm 0,41$ см² справа (p>0,05), а в положении стоя слева была $2,13 \pm 0,34$ см², справа – $2,22 \pm 0,35$ см² (p<0,01).

В группе пациентов 11 лет (n=10) в положении лежа площадь поперечного сечения ПВМ составляла $1,64 \pm 0,46$ см² слева и $1,6 \pm 0,34$ см² справа (p>0,05), а в положении стоя слева $1,66 \pm 0,34$ см² и справа $1,72 \pm 0,34$ см² (p>0,05).

Вычисление КAs показало: в положении лежа он составлял 1,06 у детей 9 лет (n=8), 1,03 у детей 10 лет (n=10) и 1,02 у детей 11 лет (n=10). При УЗД в положении стоя были получены следующие результаты: КAs=1,08 у детей 9 лет (n=8), 1,03 у детей 10 лет (n=10) и 1,03 у детей 11 лет (n=10).

Таким образом, результаты сонографической диагностики показали, что в группе детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) определенной зависимости эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ от возраста не наблюдалось.

4.5 Электромиография паравертебральных мышц пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина»

Всем пациентам (n=28) проводили поверхностную ЭМГ ПВМ в положении стоя и лежа (Таблица 30).

Таблица 30 – ЭМГ характеристики ПВМ у пациентов с нарушением осанки по типу плоская спина (n=28) (уровень L4)

ЭМГ характеристики	Положение пациента лежа			Положение пациента стоя		
	Положение УЗ датчика		КА	Положение УЗ датчика		КА
	Слева	Справа		Слева	Справа	
Амплитуда ПВМ, мкВ	154	131,4	1,17	25	19	1,32
Частота ПВМ, Гц	499	415,2	1,2	280	231	1,21

Таким образом, по результатам ЭМГ ПВМ (L4) у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» (n=28) получили данные за повышение амплитуды биоэлектрической активности ПВМ слева на 15% и частоты на 17% по сравнению с противоположной стороной при исследовании пациента в положении лежа и повышение амплитуды БА слева на 24% и частоты на 17,5% по сравнению с противоположной стороной при исследовании пациента в положении стоя, что говорит об асимметрии показателей между правой и левой сторонами.

Также отметили повышение биоэлектрической активности ПВМ выше нормативных показателей по амплитуде: на 14% в положении пациента (n=28) лежа и 24% в положении пациента (n=28) стоя, а также по частоте на 3% в положении пациента (n=28) лежа и 12% в положении пациента (n=28) стоя, что указывает на асимметрию показателей.

Наиболее показательным здесь являлся коэффициент асимметрии, который увеличивался на 14% по сравнению с нормой в положении пациента лежа и на 24% в положении пациента стоя.

При выявлении взаимосвязи между УЗ-показателями ПВМ и данными ЭМГ статистически значимый коэффициент Пирсона ($R^2=0,99$, $p<0,0001$) наблюдали при сравнении плотности ПВМ и амплитуды сигнала ПВМ, тогда как при

сопоставлении данных площади поперечного сечения ПВМ и их амплитуды на ЭМГ коэффициент Пирсона был недостоверен ($p > 0,05$). Также недостоверная корреляция ($p > 0,05$) выявлялась при сравнении всех УЗ-параметров ПВМ с частотой ПВМ на ЭМГ. Коэффициент асимметрии УЗ показателей (плотности ПВМ и площади поперечного сечения ПВМ) показал высокий уровень корреляции по Пирсону с коэффициентом асимметрии амплитуды и частоты сигнала ПВМ на ЭМГ ($R^2 = 0,99$, $p < 0,0001$).

Таким образом, исходя из вышесказанного, данные УЗИ и ЭМГ коррелируют между собой по коэффициентам асимметрии, а показатели эхоплотности ПВМ коррелируют с амплитудой ЭМГ.

Исходя из полученных данных, у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» имеет место зависимость эхографических характеристик от положения пациента во время проведения ультразвукового исследования: в положении лежа показатели площади поперечного сечения и эхоплотности ПВМ оставались симметричными, в то время, как в вертикальном положении появлялась их асимметрия.

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ

5.1 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени

5.1.1 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до лечения

На клинической базе Восстановительного Центра Детской Ортопедии и Травматологии «Огонек» было обследовано 29 детей со сколиозом I-ой степени в возрасте от 9 до 11 лет (средний $10,17 \pm 0,07$).

Распределение детей по полу представлено в таблице 31.

Таблица 31 – Распределение пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29) по полу

Пол	n	%
Мальчики	15	52
Девочки	14	48
Всего	29	100

Из таблицы 31 следует, что обследованных мальчиков было 15 человек, что составляло 52%, девочек – 14 человек, что соответствовало 48% (Рисунок 28).

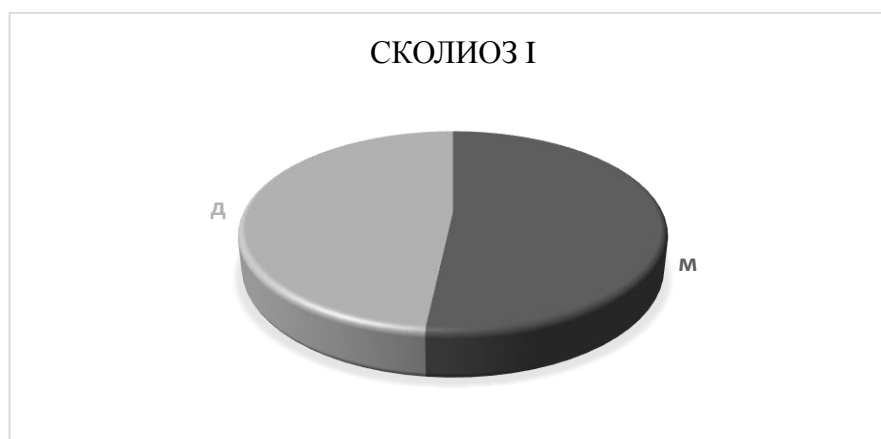


Рисунок 28 – Распределение детей с идиопатическим сколиозом (n=29) I-ой степени по полу

Распределение детей по возрасту представлено в таблице 32.

Таблица 32 – Распределение детей со сколиозом I-ой степени по возрасту

Возраст	n	%
9 лет	8	27,5
10 лет	8	27,5
11 лет	13	45
Всего	29	100

Как следует из таблицы 32, из 29-ти детей с идиопатическим сколиозом I-ой степени 9-летние составляли 27,5% (8 человек), 10-летние – 27,5% (8 человек) и 11-летние – 45% (13 человек). С увеличением возраста количество детей с патологией увеличивалось.

5.1.1.1 Клинический осмотр пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до лечения

При клиническом осмотре у всех детей (n=29) наблюдалась следующая симптоматика: нарушение осанки по типу «плоская спина», асимметрия надплечий и стояния углов лопаток, асимметрия треугольников талии, фронтальное отклонение оси позвоночника, паравертебральная асимметрия при наклоне туловища вперед (тест Адамса) (Таблица 33).

Таблица 33 – Результаты клинического осмотра пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29) до лечения

Клинические признаки	n	%
Жалобы на нарушение осанки во фронтальной плоскости	29	100
Жалобы на повышенную утомляемость мышц спины	25	86
Уплотнение грудного кифоза	29	100
Увеличение выраженности поясничного лордоза	15	52
Асимметрия надплечий	19	65
Асимметрия стояния углов лопаток	24	83
Асимметрия треугольников талии	29	100
Фронтальное отклонение оси позвоночника	29	100
Топографическая паравертебральная асимметрия	29	100

Исходя из данных таблицы 33, жалобы на нарушение осанки были у 29 детей (100%), на повышенную утомляемость мышц спины – у 25 (86%), уплотнение грудного кифоза отмечалось у 29 детей (100%), усиление поясничного лордоза – у 15 (52%), асимметрия надплечий – у 19 (65%), асимметрия стояния

углов лопаток – у 24 (83%), фронтальное отклонение оси позвоночника и паравертебральная асимметрия была у всех детей.

5.1.1.2 Рентгенологическое обследование позвоночника пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до лечения

Всем детям со сколиозом I-ой степени (n=29) проводили рентгенографию позвоночника в прямой и боковой проекциях в положении стоя (Рисунок 29).

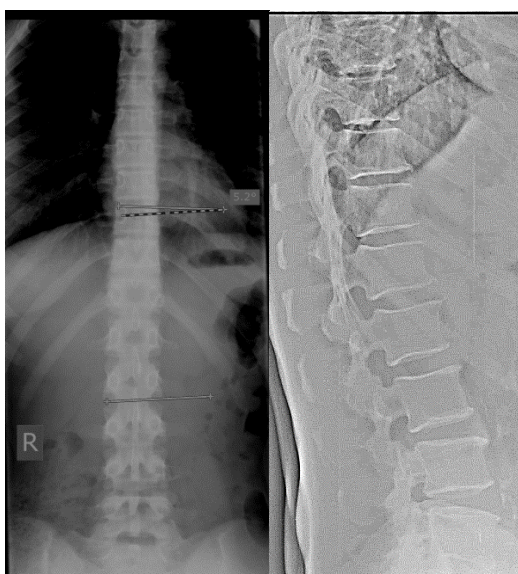


Рисунок 29 – Рентгенограмма пациента И., 9 лет, с идиопатическим сколиозом I-ой степени в прямой и боковой проекциях в положении «стоя»

Величину дуги деформации определяли по методу Кобба-Липпмана (Таблица 34).

Таблица 34 – Величина угла Кобба у детей с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29)

Угол Кобба	n	%
1	2	3
5°	4	14
6°	3	10

Продолжение таблицы 34

1	2	3
7°	3	10
8°	9	31
9°	5	17
10°	5	17

Как следует из таблицы 34, величина дуги деформации по Коббу в 5° встречали у 4 пациентов, что составляло 14%, соответственно, 6° у 3 (10%), 7° у 3 (10%), наибольшее количество исследуемых детей со сколиозом I-ой степени имели дугу искривления 8° (31%) и у 5 человек 9° и 10° (17%).

Согласно классификации В.Д. Чаклина (1961) полученные величины соответствовали сколиозу I-ой степени тяжести.

5.1.1.3 Компьютерно-топографическое обследование позвоночника пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до лечения

Всем пациентам данной группы (n=29) проводили компьютерно-оптическую топографию. Образец протокола КОТ пациента со сколиозом I-ой степени представлен на рисунке 30.

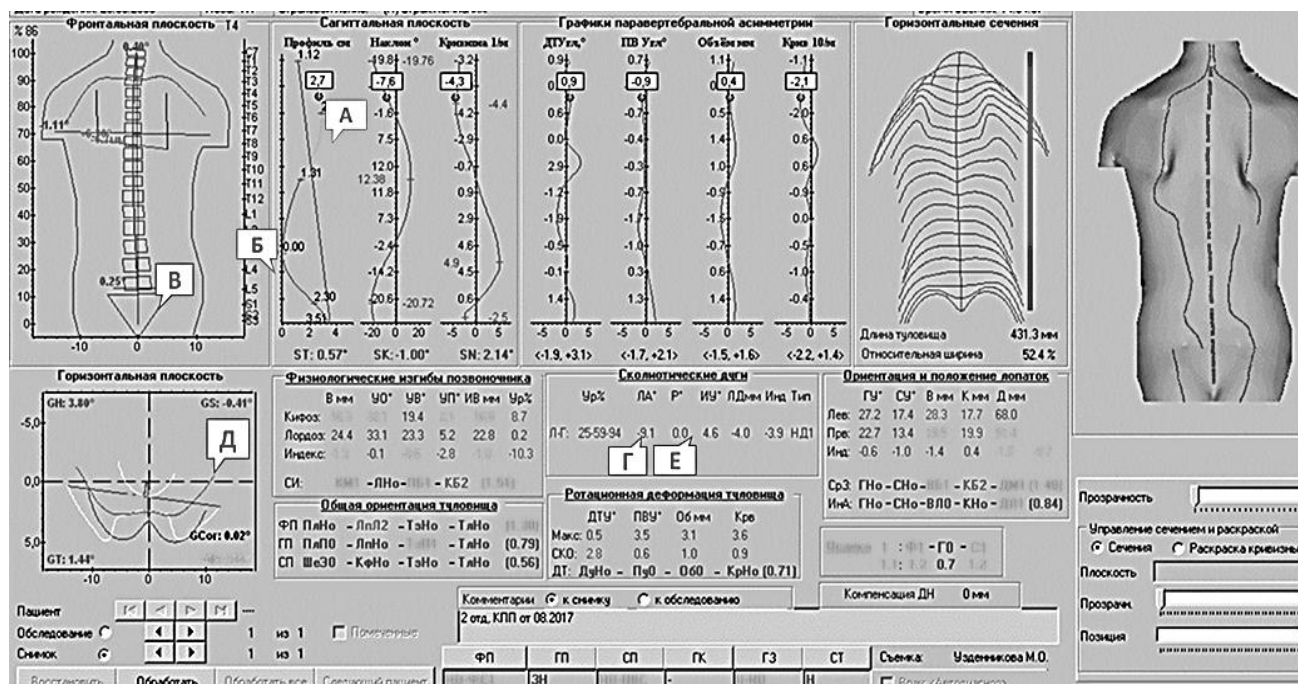


Рисунок 30 – Протокол КОТопографии пациента с идиопатическим сколиозом I-ой степени (пациент В-ва, 9 лет (И/б №1525-2017), пол женский): А – показатель выраженности грудного кифоза; Б – показатель выраженности поясничного лордоза; В – показатель наклона таза; Г – показатель положения линии остистых отростков; Д – графическое отражение соотношений фронтальных осей тазового и плечевого поясов; Е – числовой показатель ротации позвонков

Как показано на рисунке 10, у ребенка со сколиозом I-ой степени наблюдается отклонение оси позвоночника во фронтальной плоскости влево на 9° без ротации позвонков, в сагиттальной плоскости величина грудного физиологического кифоза равна 16°, что меньше нормы, а поясничного лордоза – 24°, что соответствует норме. В горизонтальной плоскости отмечается поворот таза и плечевого пояса вправо.

Идентичные результаты получены у всех детей данной группы (n=29).

Результаты КОТопографии детей со сколиозом I-ой степени представлены в таблице 35.

Таблица 35 – Результаты КОТопографии у детей с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29)

Параметры компьютерно-оптической топографии	n	%
Изменения во фронтальной плоскости (боковое отклонение дуги позвоночника)	16	55
Изменения в сагиттальной плоскости (выпрямление грудного кифоза)	27	93
Изменения в горизонтальной плоскости (поворот плечевого пояса, скручивание туловища относительно таза)	21	72

Как видно из таблицы 36, во фронтальной плоскости наблюдалось отклонение оси позвоночника в пределах от 5° до 10° у 16 детей (55%), в сагиттальной плоскости физиологические изгибы (грудной кифоз и поясничный лордоз) у детей обследуемой группы (n=29) были разбалансированы у 27 человек (93%), в горизонтальной плоскости положение туловища, таза, надплечий и линии углов лопаток были изменены у 21 человек (72%).

5.1.1.4 Эхография паравертебральных мышц пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до лечения

УЗИ ПВМ проводили всем 29 пациентам с идиопатическим сколиозом I-ой степени. Всем детям (n=29) оценивали площадь поперечного сечения ПВМ как в положении лежа, так и в положении стоя, с вогнутой и выпуклой стороны сколиотической дуги.

Выявили средние значения эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ (Таблицы 36, 38).

Таблица 36 – Эхоплотность ПВМ (%) (L4) у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29) в зависимости от положения ребенка во время обследования

Положение пациента	Сторона фронтальной дуги		КАр
	Выпуклая	Вогнутая	
Лежа	25,15±7,01	22,29±6,49	1,1
Стоя	27,57±6,5	23,82±7,49	1,2

Как следует из таблицы 36, средние показатели эхоплотности ПВМ у пациентов со сколиозом I-ой степени (n=29) в положении лежа составляли 25,15±7,01% с выпуклой стороны сколиотической дуги и 22,29±6,49 % – с вогнутой (p<0,0001), в положении стоя – 27,57±6,5 % с выпуклой стороны и 23,82±7,49 % – с вогнутой (p<0,0001) (Рисунок 28).

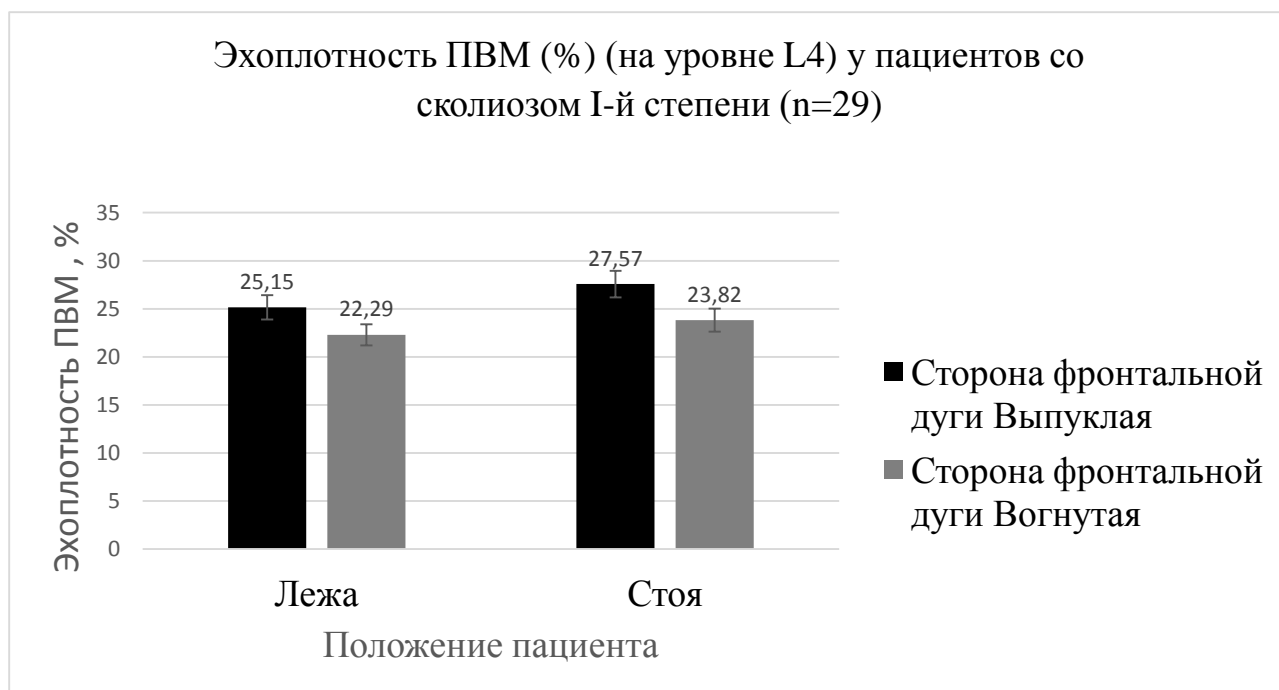


Рисунок 28 – Эхоплотность ПВМ (%) (уровень L4) у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29) в зависимости от положения ребенка во время обследования

КАр ПВМ у детей со сколиозом I-ой степени (n=29) в положении лежа составлял 1,1 и 1,2 в положении стоя, т.е. в положении стоя увеличивался на 8%. Чувствительность и специфичность КАр, а также его пороговые значения, представлены в таблице 37.

Таблица 37 – Критерии диагностики коэффициента асимметрии эхоплотности ПВМ пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени

Патология	Положение пациента	ПЗ	Ч	С	р	AUC
Сколиоз I степени	лежа	>1,068	72,4	68,9	<0,001	0,744
	стоя	>1,079	93,1	86,2	<0,0001	0,939

Примечание: ПЗ – пороговое значение, Ч – чувствительность, С – специфичность, р – коэффициент достоверности, AUC (area under the curve) – площадь под ROC-кривой

Как показывают данные таблицы 37, чувствительность КАр составляла 72,4% в положении лежа, 93,1% в положении стоя, специфичность 68,9% в положении лежа и 86,2% в положении стоя, коэффициент достоверности в положении лежа составлял менее 0,001, а в положении стоя - менее 0,0001 (Рисунок 31).

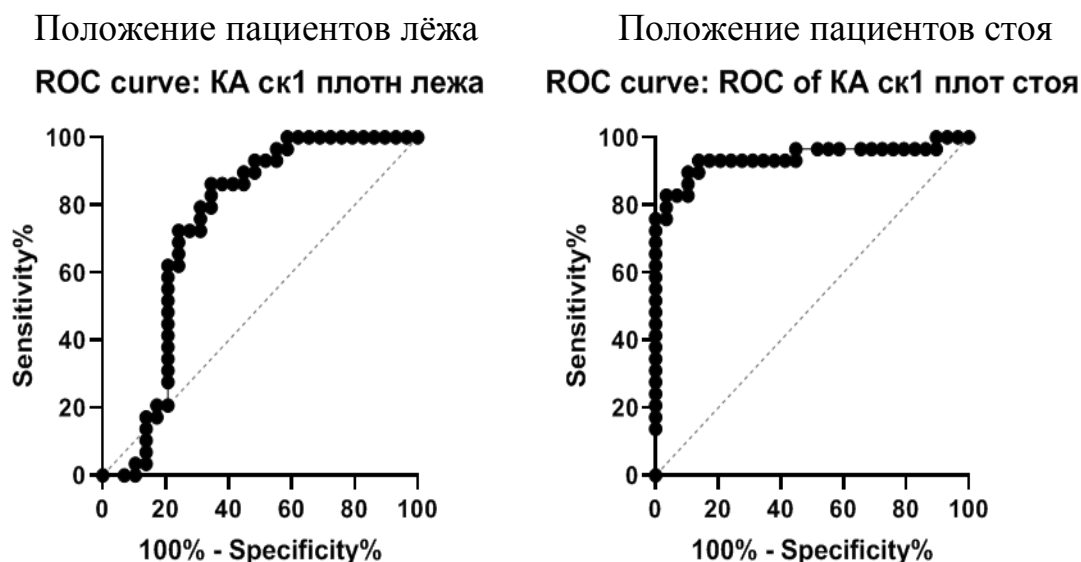


Рисунок 31 – РОК-кривая информативности коэффициента асимметрии эхоплотности ПВМ пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени в зависимости от положения ребенка при обследовании

Как следует из представленных данных, выявленные пороговые значения KA_{asy} пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» обладают высоким уровнем диагностической эффективности со значениями AUC в пределах от 0,744 до 0,939.

Таблица 38 – Площадь поперечного сечения ПВМ (cm^2) (L4) у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени ($n=29$) в зависимости от положения ребенка во время обследования

Положение пациента	Сторона фронтальной дуги		KAs
	Выпуклая	Вогнутая	
Лежа	$2,004 \pm 0,58$	$2,21 \pm 0,71$	1,1
Стоя	$1,96 \pm 0,71$	$2,29 \pm 0,58$	1,16

Из таблицы 38 следует, что средние показатели площади поперечного сечения ПВМ у детей со сколиозом I-ой степени ($n=29$) в положении лежа составляли $2,004 \pm 0,58 cm^2$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $2,21 \pm 0,71$

см² – с вогнутой (p<001), в положении стоя – 1,96±0,71 см² с выпуклой стороны и 2,29±0,58 см² – с вогнутой (p<0,001) (Рисунок 32).

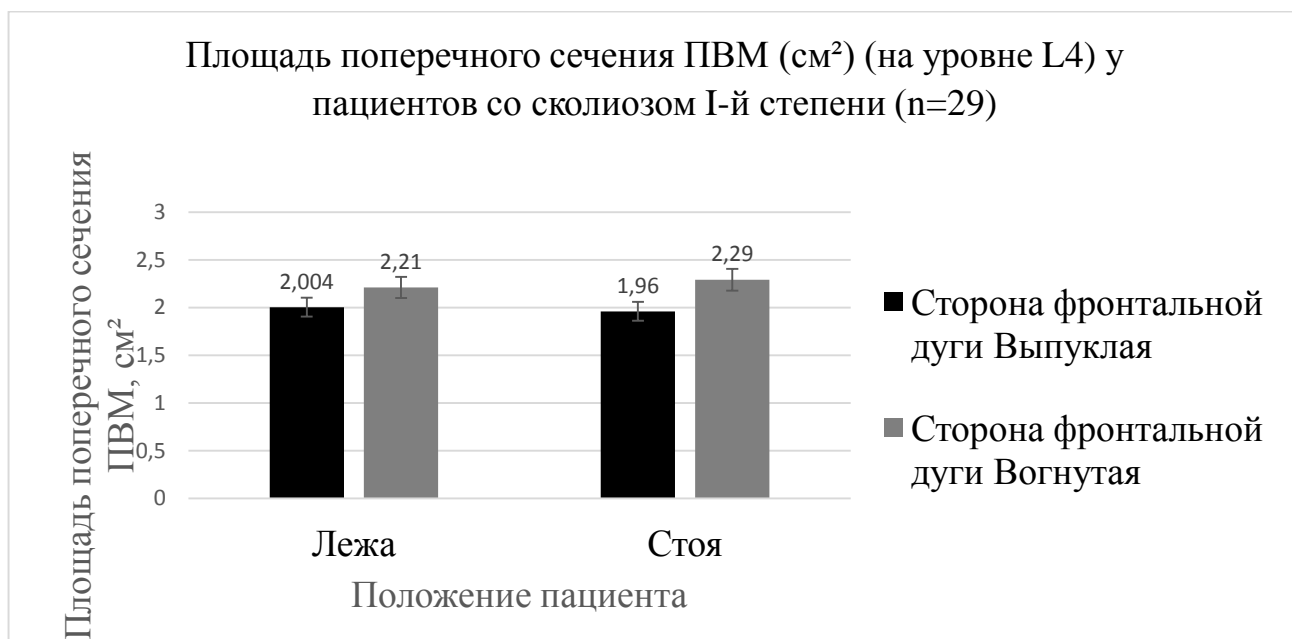


Рисунок 32 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (уровень L4) у пациентов со сколиозом I-ой степени (n=29) в зависимости от положения ребенка во время обследования

КАс ПВМ у детей со сколиозом I-ой степени в положении лежа составлял 1,1, а в положении стоя – 1,16 что было выше на 5%.

Чувствительность и специфичность КАс, а также его пороговые значения, представлены в таблице 39.

Таблица 39 – Критерии диагностики коэффициента асимметрии площади поперечного сечения ПВМ пациентов со сколиозом I-ой степени

Патология	Положение пациента	ПЗ	Ч	С	p	AUC
Сколиоз I степени	лежа	>1,098	75,8	72,4	<0,0001	0,816
	стоя	>1,074	86,2	82,7	<0,0001	0,931

Примечание: ПЗ – пороговое значение, Ч – чувствительность, С – специфичность, p – коэффициент достоверности, AUC (area under the curve) – площадь под ROC-кривой

Как следует из таблицы 39, чувствительность КАс составляла 75,8% в положении лежа, 86,2% в положении стоя, специфичность 72,4% в положении лежа и 82,7% в положении стоя, коэффициент достоверности, как в положении лежа, так и в положении стоя, составлял менее 0,0001 (Рисунок 33).

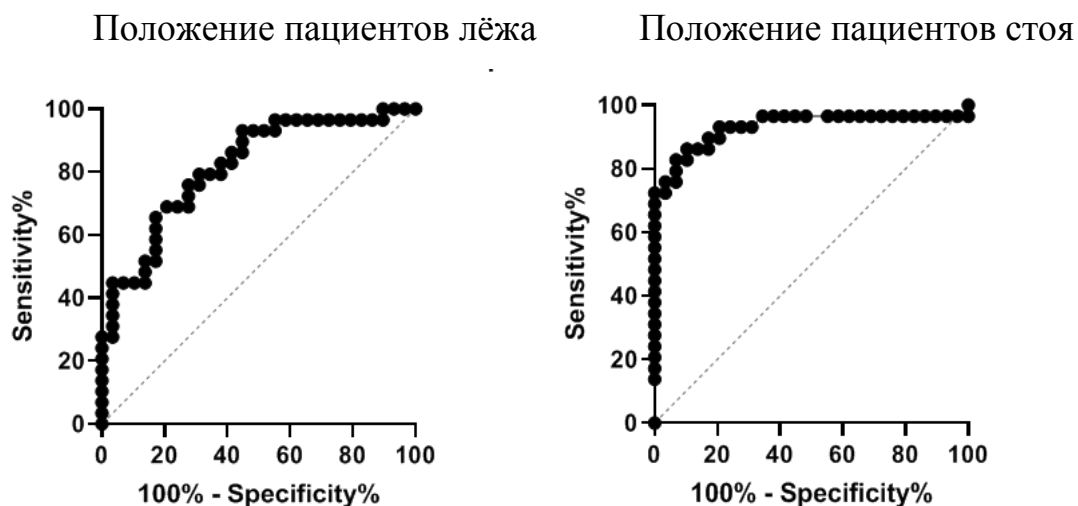


Рисунок 33 – РОК-кривая информативности коэффициента асимметрии площади поперечного сечения ПВМ пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени в зависимости от положения ребенка при обследовании

Из представленных данных следует, что выявленные пороговые значения КАс у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» обладают высоким уровнем диагностической эффективности со значениями AUC в пределах от 0,816 до 0,931.

Также проводили УЗИ ПВМ у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29) в зависимости от пола. Полученные данные представлены в таблице 40.

Таблица 40 – УЗ параметры ПВМ (L4) у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29) в разных возрастных группах

Пол	n	Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ (см ²)		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ (см ²)	
		Сторона фронтальной дуги		Сторона фронтальной дуги		Сторона фронтальной дуги		Сторона фронтальной дуги	
		Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая
М	15	24,9 ±7,1	21,9 ±7,6	1,8 ±0,54	2,0 ±0,45	22 ±6,98	19,3 ±7,2	2,0 ±0,55	2,2 ±0,4
	КА	1,14		1,0		1,14		1,1	
Д	14	25,3 ±7,8	22,7 ±6,56	1,19 ±0,55	2,4 ±0,51	27,6 ±7,05	24,7 ±8,6	1,8 ±0,5	3,5 ±0,65
	КА	1,11		1,09		1,12		1,9	

Как следует из таблицы 40, эхоплотность ПВМ у мальчиков со сколиозом I-ой степени (n=15) при исследовании в положении лежа была 24,9±7,1% с выпуклой стороны сколиотической дуги и 21,9±7,6% – с вогнутой (p<0,0001), в положении стоя – 22±6,98% с выпуклой стороны и 19,3±7,2% – с вогнутой (p<0,0001) (Рисунок 34). В свою очередь у девочек со сколиозом I-ой степени (n=14) при УЗИ мышц в положении лежа плотность ПВМ была 25,3±7,8% с выпуклой стороны и 22,7±6,56% – с вогнутой (p<0,0001), в положении стоя – 27,6±7,05% с выпуклой стороны и 24,7±8,6% – с вогнутой (p<0,0001) (Рисунок 35).

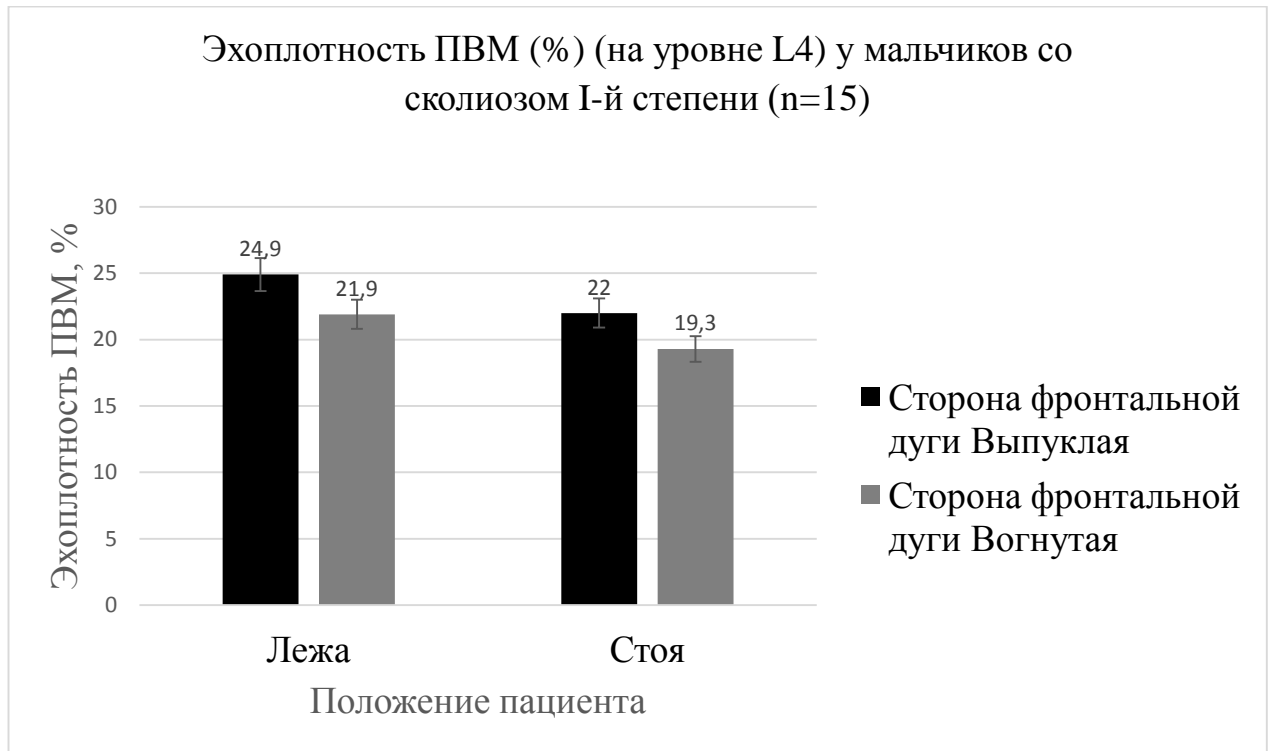


Рисунок 34 – Эхоплотность ПВМ (%) (на уровне L4) у мальчиков со сколиозом I-й степени (n=15)

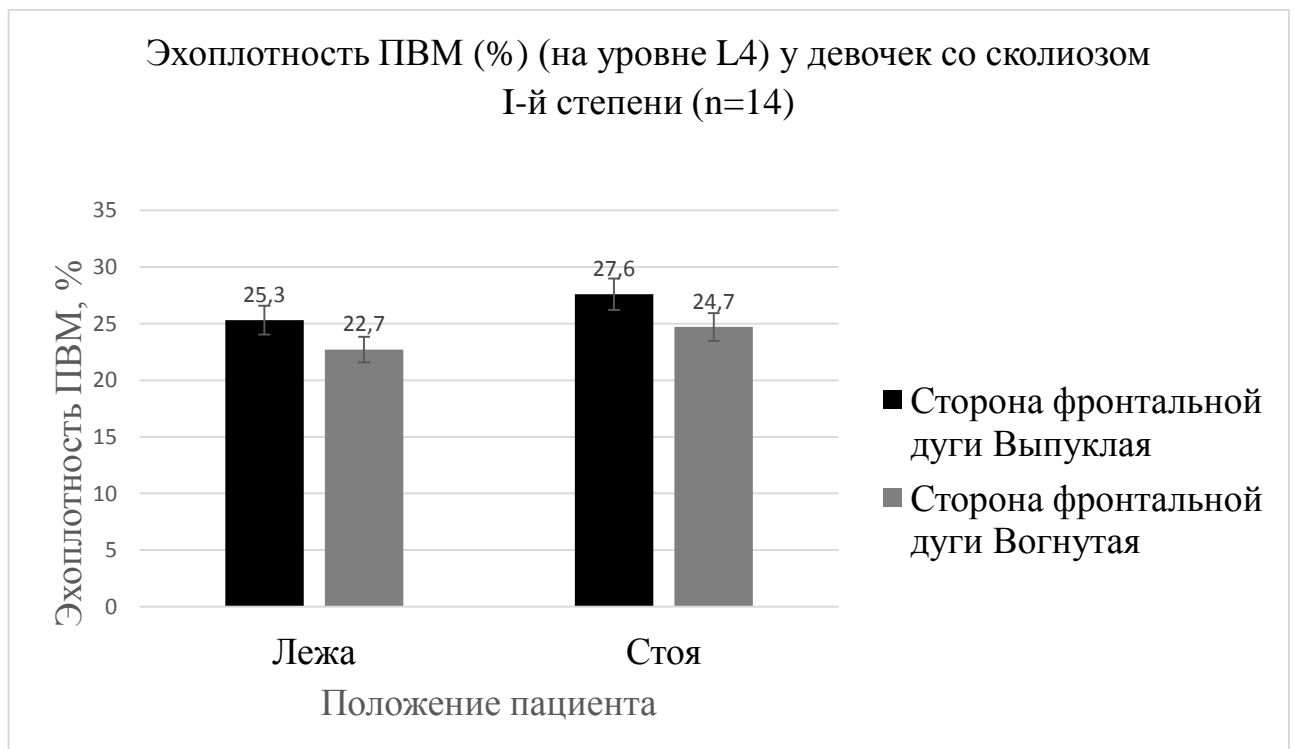


Рисунок 35 – Эхоплотность ПВМ (%) (на уровне L4) у девочек со сколиозом I-й степени (n=14)

Таким образом, исходя из вышеприведенных данных, вне зависимости от пола и положения туловища эхоплотность ПВМ детей со сколиозом I-ой степени (n=29) на выпуклой стороне сколиотической дуги была выше, чем на вогнутой.

Из таблицы 40 также следует, что средняя величина площади поперечного сечения ПВМ у мальчиков со сколиозом I-ой степени (n=15) при исследовании в положении лежа была $1,8 \pm 0,54 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2 \pm 0,45 \text{ см}^2$ – с вогнутой ($p < 0,001$), в положении стоя – $2 \pm 0,55 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,2 \pm 0,4 \text{ см}^2$ – с вогнутой ($p < 0,001$) (Рисунок 36). В то же время у девочек со сколиозом I-ой степени (n=14) при УЗИ мышц в положении лежа площадь поперечного сечения ПВМ была $1,19 \pm 0,55 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,4 \pm 0,51 \text{ см}^2$ – с вогнутой ($p < 0,001$), в положении стоя – $1,8 \pm 0,5 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $3,5 \pm 0,65 \text{ см}^2$ – с вогнутой ($p < 0,001$) (Рисунок 37).

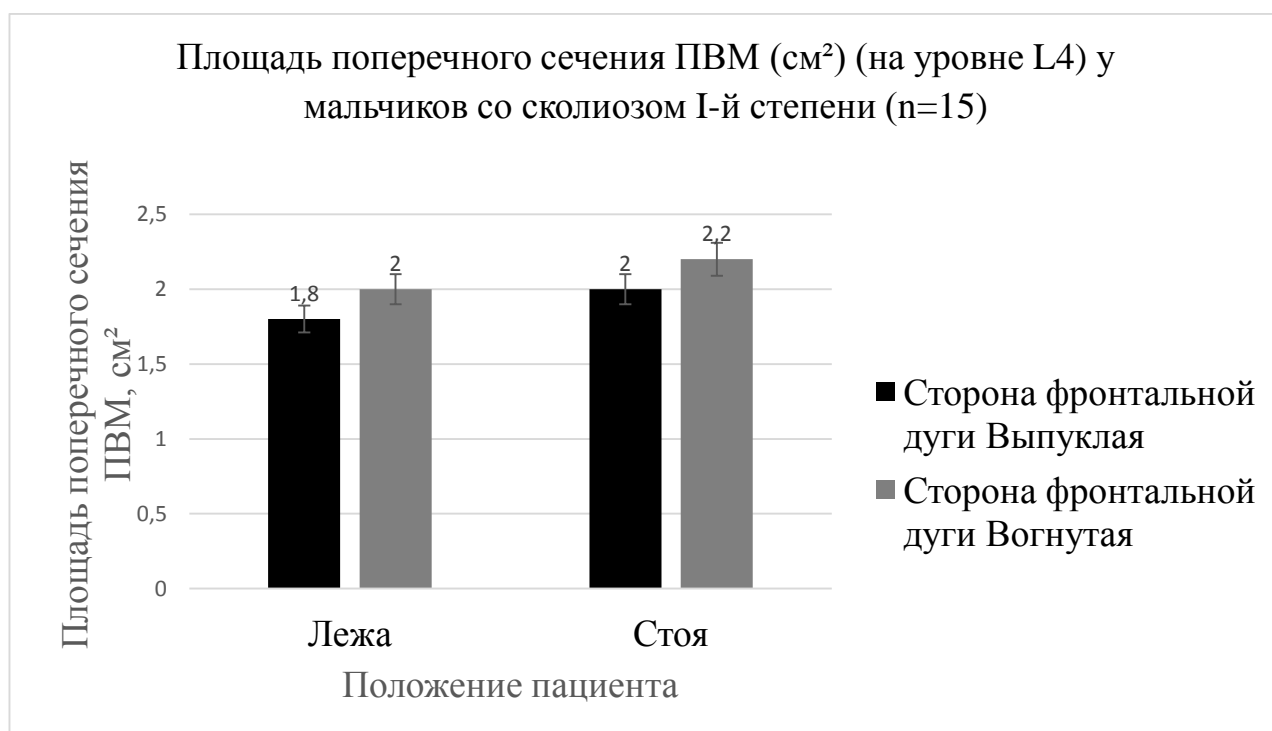


Рисунок 36 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см^2) (на уровне L4) у мальчиков со сколиозом I-й степени (n=15)

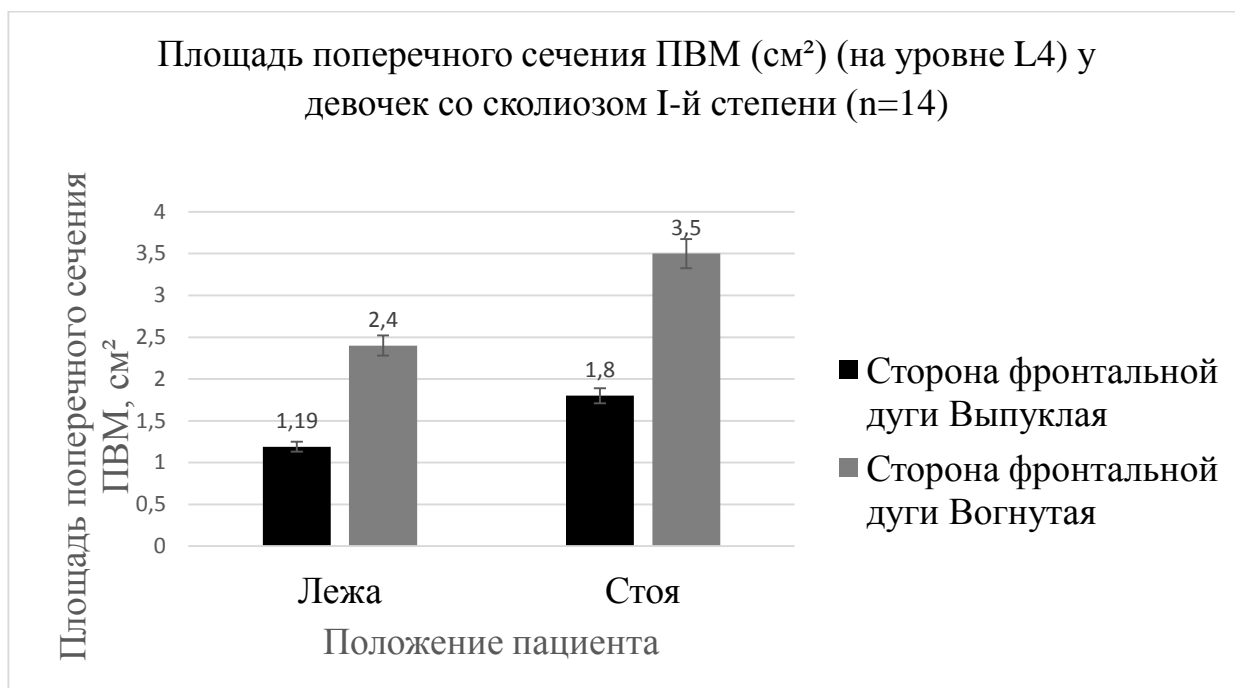


Рисунок 37 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (на уровне L4) у девочек со сколиозом I-й степени (n=14)

Таким образом, полученные данные указывают, что от изменения положения пациентов группы сколиоза I-ой степени (n=29) показатели эхоплотности ПВМ и площади поперечного сечения ПВМ практически не зависели. Из вышеприведенных данных следует, что коэффициент асимметрии плотности ПВМ у детей со сколиозом I-ой степени (n=29) не менялся в зависимости от положения пациента во время обследования, тогда как коэффициент асимметрии площади поперечного сечения ПВМ у детей со сколиозом I-ой степени (n=29) ПВМ увеличивался у девочек (n=14) в положении пациента стоя.

Также было выявлено, что коэффициент асимметрии эхоплотности ПВМ у детей группы сколиоза I-ой степени (n=29) отличался от коэффициента асимметрии площади поперечного сечения ПВМ детей этой же группы (n=29) (Таблица 41).

Таблица 41 – Коэффициент асимметрии ПВМ при сколиозе I-ой степени (n=29)

Пол	КАр		КАс	
	Положение пациента		Положение пациента	
	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя
Мальчики	1,14	1,14	1	1,1
Девочки	1,11	1,12	1,09	1,9

Из таблицы 41 следует, что коэффициент асимметрии эхоплотности ПВМ у детей со сколиозом I-ой степени (n=29) соответствовал 1,4 у мальчиков (n=15) вне зависимости от положения туловища и практически не изменялся у девочек (n=14) (с 1,1 на 1,2). Что касается коэффициента асимметрии площади поперечного сечения ПВМ у детей со сколиозом I-ой степени (n=29) при УЗИ ПВМ, то у мальчиков (n=15) он так же практически не изменялся (с 1 на 1,1) вне зависимости от положения туловища, а у девочек (n=14) он значительно повышался из положения лежа (1,09) в положение стоя (1,9) (Рисунок 38).

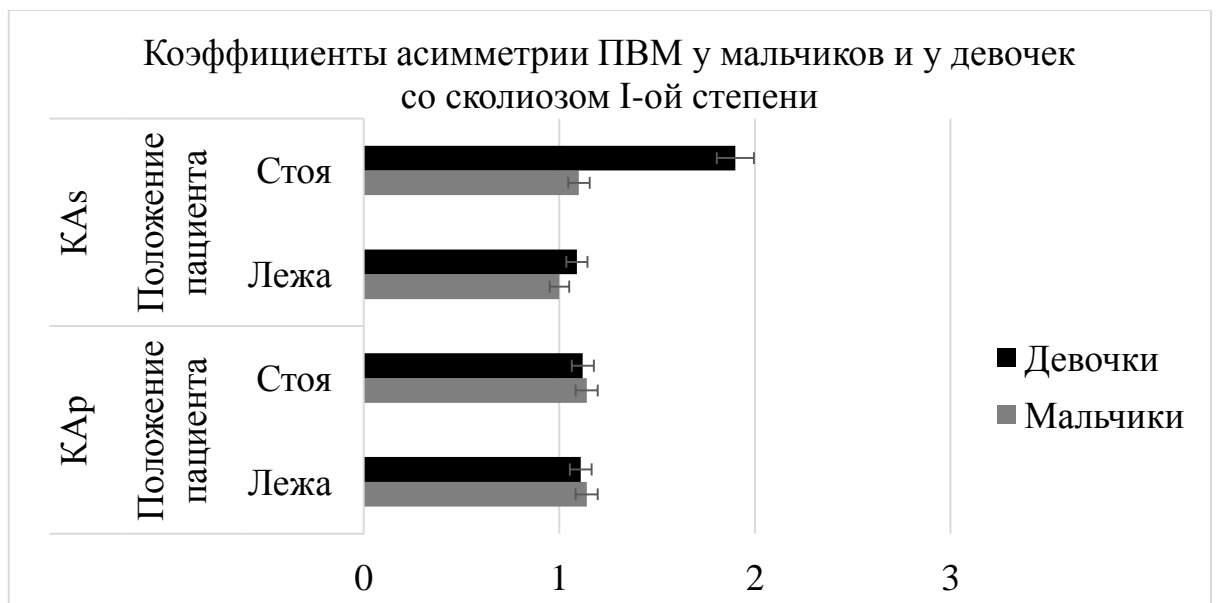


Рисунок 38 – Распределение КАр и КАс ПВМ у мальчиков (n=15) и девочек (n=14) со сколиозом I-ой степени

Эхографические характеристики ПВМ у детей при сколиозе I-ой степени (n=29) в зависимости от возраста представлены в таблице 42.

Таблица 42 – Эхографические характеристики ПВМ (%) (на уровне L4) у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29) в разных возрастных группах

Возраст	n	Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ (см ²)		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ (см ²)	
		Сторона фронтальной дуги				Сторона фронтальной дуги			
		Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая
		9лет	8	25,6 ±5,8	22,6 ±5,7	2,1 ±0,5	2,39 ±0,51	26,3 ±8,0	22,5 ±7,0
	КА	1,13		1,1		1,16		1,11	
10лет	8	25,18 ±5,6	22,52 ±6,1	2,08 ±0,5	2,43 ±0,56	28,27 ±5,8	24,23 ±5,71	1,87 ±0,56	2,15 ±0,51
	КА	1,03		1,05		1,02		1,05	
11лет	13	25,1 ±5,1	22,31 ±5,5	2,01 ±0,52	2,22 ±0,5	26,44 ±6,2	23,22 ±5,9	1,96 ±0,56	2,82 ±0,5
	КА	1,13		1,1		1,14		1,5	

Приведенные в таблице 42 данные показывают, что в возрастной категории 9 лет (n=8) эхоплотность ПВМ в положении лежа составляла $25,68 \pm 5,8\%$ с выпуклой стороны сколиотической дуги, $22,61 \pm 5,7\%$ – с вогнутой ($p < 0,0001$), в положении стоя – $26,3 \pm 6,8\%$ с выпуклой стороны и $22,56 \pm 7\%$ – с вогнутой ($p < 0,0001$). У детей 10 лет (n=8) со сколиозом II-ой степени эхоплотность ПВМ в положении лежа составляла $25,18 \pm 5,6\%$ с выпуклой стороны сколиотической дуги, $22,52 \pm 6,1\%$ с вогнутой ($p < 0,0001$), а в положении стоя с выпуклой стороны была $28,27 \pm 5,8\%$, с вогнутой – $24,23 \pm 5,71\%$ ($p < 0,0001$). У пациентов 11 лет (n=13) в положении лежа эхоплотность составляла $25,17 \pm 5,1\%$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $22,31 \pm 5,5\%$ с вогнутой ($p < 0,0001$), в положении стоя с выпуклой стороны – $26,44 \pm 6,2\%$, с вогнутой – $23,22 \pm 5,9\%$ ($p < 0,0001$) (Рисунок 39).

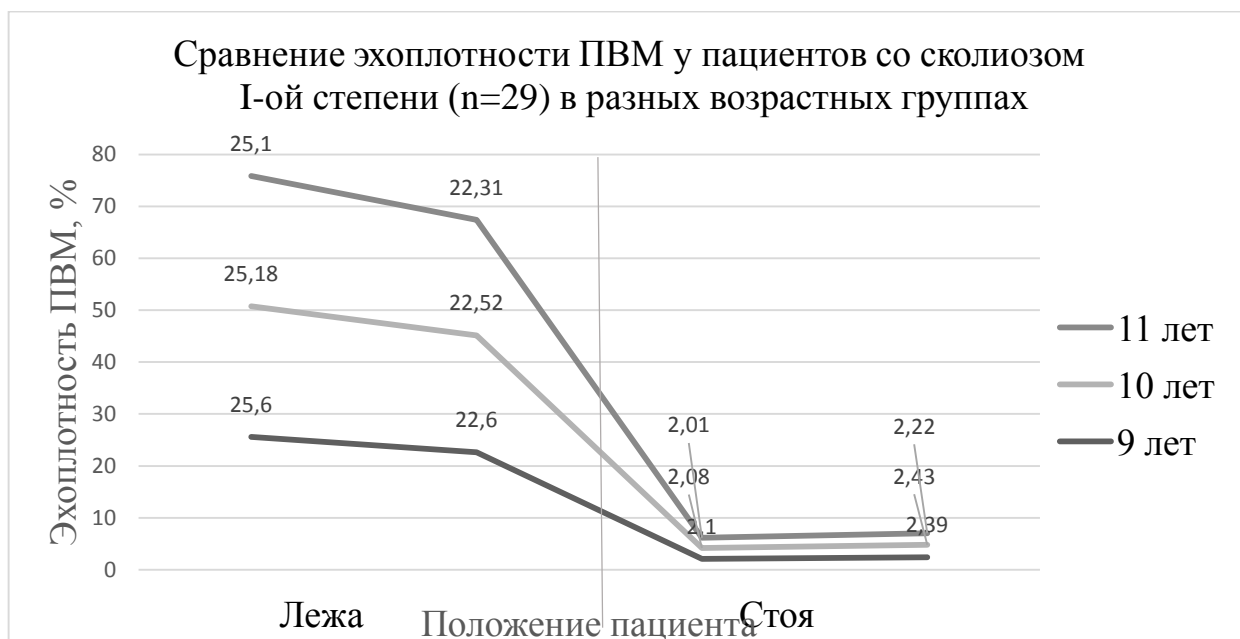


Рисунок 39 – Сравнение эхоплотности ПВМ у пациентов со сколиозом I-ой степени (n=29) в разных возрастных группах

Как иллюстрирует рисунок 39, показатели эхоплотности ПВМ были выше у детей 10 (n=8) лет в положении пациента стоя во время обследования.

По данным таблицы 42 площадь поперечного сечения ПВМ в возрасте 9 лет (n=8) в положении лежа была $2,16 \pm 0,5 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $2,39 \pm 0,51 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$), а в положении стоя – $2,16 \pm 0,45 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,41 \pm 0,56 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$). У возрастной категории пациентов 10 лет (n=8) площадь поперечного сечения ПВМ в положении лежа составляла $2,08 \pm 0,5 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $2,43 \pm 0,56 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$), а в положении стоя – $1,87 \pm 0,56 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,15 \pm 0,51 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$). И у детей 11 лет (n=13) этот показатель в положении лежа был $2,01 \pm 0,52 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $2,22 \pm 0,5 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$), а в положении стоя – $1,96 \pm 0,56 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,82 \pm 0,5 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$) (Рисунок 40).

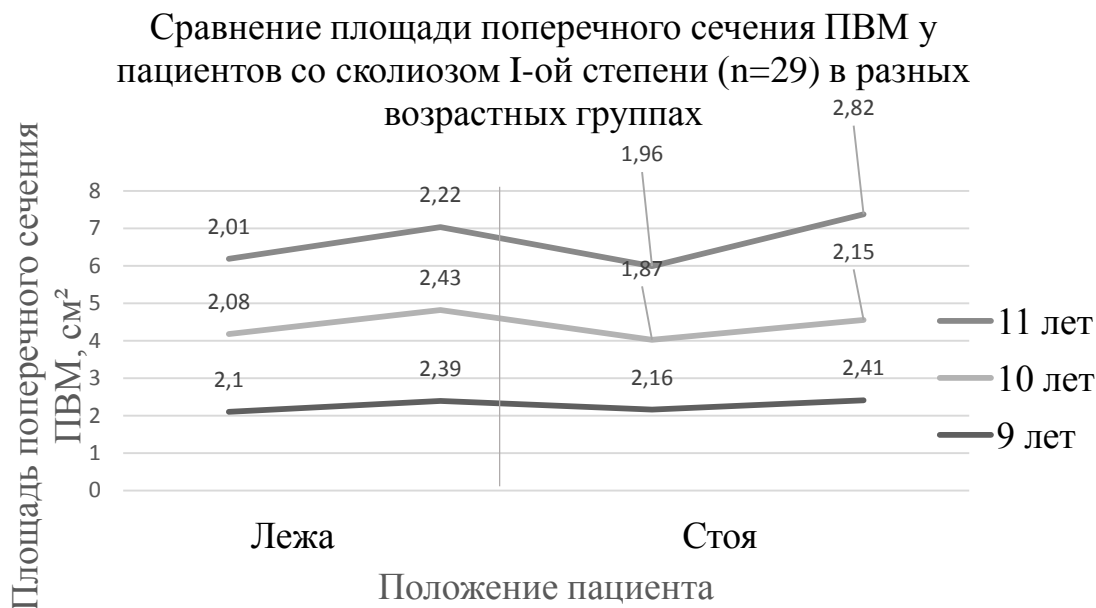


Рисунок 40 – Сравнение площади поперечного сечения ПВМ у пациентов со сколиозом I-ой степени (n=29) в разных возрастных группах

Как видно из диаграммы 31, значения площади поперечного сечения ПВМ были выше у детей 11 лет (n=13) в положении стоя.

Исходя из таблицы 42, КАр у пациентов со сколиозом I-ой степени (n=29) при исследовании эхоплотности ПВМ в положении лежа составлял 1,13 у детей 9 лет (n=8) ($p<0,0001$), 1,03 ($p<0,0001$) у детей 10 лет (n=8) ($p<0,0001$) и 1,13 ($p<0,0001$) у детей 11 лет (n=13), в положении стоя КАр составлял 1,6 ($p<0,0001$) у детей 9 лет (n=8), 1,02 ($p<0,0001$) у детей 10 лет (n=8) и 1,14 ($p<0,0001$) у детей 11 лет (n=13). При исследовании площади поперечного сечения ПВМ пациентов со сколиозом I-ой степени (n=29) в положении лежа КAs составлял 1,1 ($p<0,0001$) у детей 9 лет (n=8), 1,05 ($p<0,0001$) у детей 10 лет (n=8) и 1,1 ($p<0,0001$) у детей 11 лет (n=13), а в положении стоя – 1,11 ($p<0,0001$) у детей 9 лет (n=8), 1,05 ($p<0,0001$) у детей 10 лет (n=8) и 1,5 ($p<0,0001$) у детей 11 лет (n=13) (Рисунок 41).

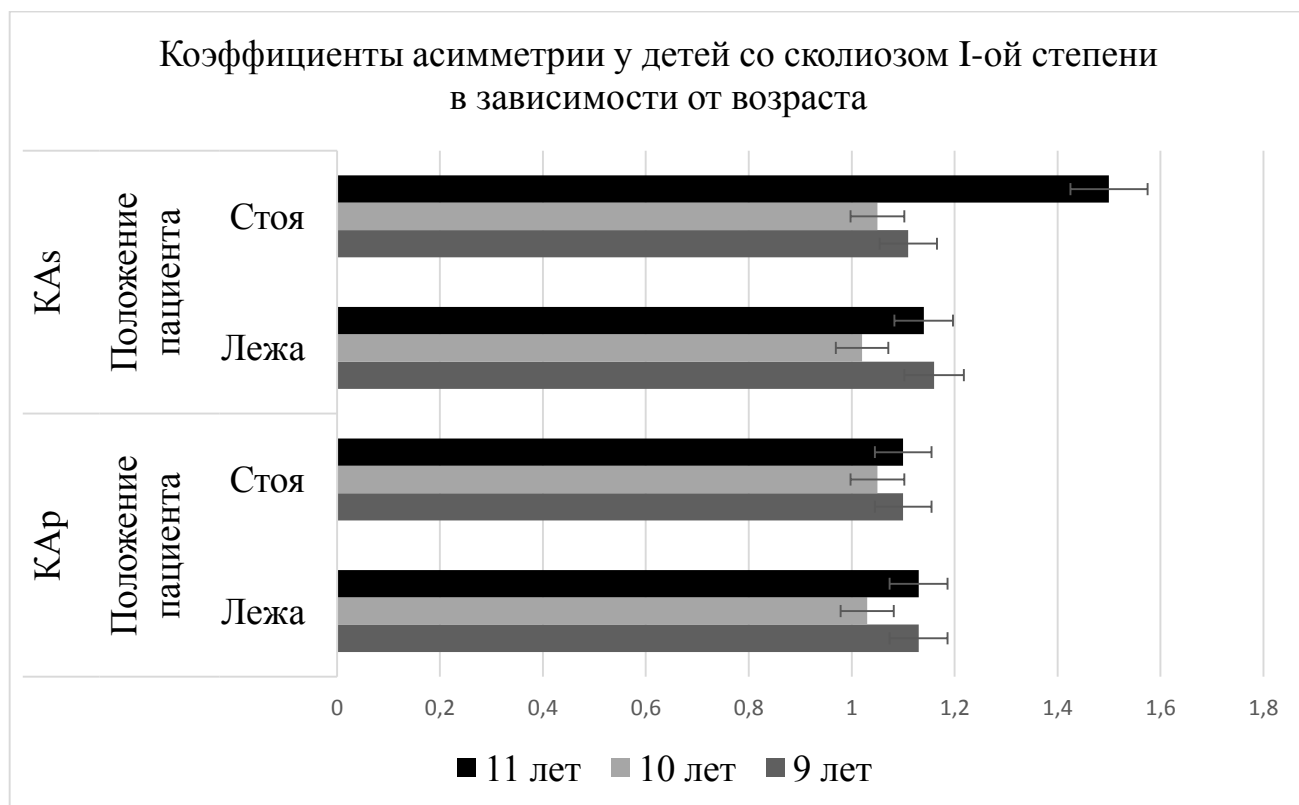


Рисунок 41 – Распределение коэффициента асимметрии ПВМ у пациентов со сколиозом I-ой степени (n=29) в разных возрастных группах в зависимости от положения ребёнка при обследовании

Таким образом, мы видим, что при обследовании группы детей со сколиозом I-ой степени (n=29) коэффициент асимметрии как эхоплотности, так и площади поперечного сечения ПВМ практически не изменялся у детей всех возрастных групп при изменении положения туловища. Исключение представляла возрастная группа 11 лет (n=13), у которой при изменении положения туловища в вертикальное происходило увеличение коэффициента асимметрии площади поперечного сечения ПВМ.

5.1.1.5 Электромиография паравертебральных мышц пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до лечения

Всем пациентам (n=29) проводили поверхностную ЭМГ ПВМ в положении стоя и лежа (Таблица 43).

Таблица 43 – ЭМГ характеристики ПВМ у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29)

ЭМГ характеристики	Положение пациента лежа			Положение пациента стоя		
	Сторона фронтальной дуги и коэффициент асимметрии			Сторона фронтальной дуги и коэффициент асимметрии		
	Выпуклая	Вогнутая	КА	Выпуклая	Вогнутая	КА
Амплитуда, мкВ	357	274,6	1,3	23,9	18,65	1,3
Частота, Гц	699	537,6	1,3	460,12	381,75	1,2

Как следует из таблицы 43, на ЭМГ картине ПВМ (L4) у детей со сколиозом I-ой степени (n=29) показатели амплитуды биоэлектрической активности ПВМ в положении лежа составляли 357 мкВ с выпуклой стороны сколиотической дуги и 274,6 мкА с вогнутой (КА=1,3), стоя – 23,9 мкА с выпуклой и 18,65 мкА с вогнутой (КА=1,3). Из той же таблицы видно, что при регистрации частоты биоэлектрической активности ПВМ пациентов со сколиозом I-ой степени (n=29), были получены следующие результаты: в положении пациента лежа частота биоэлектрической активности ПВМ составляла 699 Гц с выпуклой стороны сколиотической дуги и 537,6 Гц с вогнутой (КА=1,3), стоя – 460,12 Гц с выпуклой и 381,75 Гц с вогнутой (КА=1,2)

Таким образом, по результатам ЭМГ ПВМ (L4) у детей со сколиозом I-ой степени (n=29) мы получили данные за повышение амплитуды биоэлектрической активности ПВМ с выпуклой стороны на 23% и частоты на 23% по сравнению с вогнутой при обследовании пациента в положении лежа и повышение амплитуды с выпуклой стороны на 21% и частоты на 17% по сравнению с вогнутой при обследовании пациента в положении стоя.

Также отмечали повышение биоэлектрической активности ПВМ на стороне фронтального искривления выше нормативных показателей по амплитуде: на 63% в положении пациента (n=29) лежа и 20% в положении пациента (n=29) стоя, а также по частоте на 31% в положении пациента (n=29) лежа и 45% в положении пациента (n=29) стоя.

При выявлении взаимосвязи между УЗ-показателями ПВМ и данными ЭМГ статистически значимый коэффициент Пирсона ($R^2=0,99$, $p<0,0001$) наблюдали при сравнении плотности ПВМ и амплитуды сигнала ПВМ, тогда как при сопоставлении данных площади поперечного сечения ПВМ и их амплитуды на ЭМГ коэффициент Пирсона был недостоверен ($p>0,05$). Также недостоверную корреляцию ($p>0,05$) выявляли при сравнении УЗ-параметров (площади поперечного сечения и эхоплотности) ПВМ с частотой ПВМ на ЭМГ. Коэффициент асимметрии эхопоказателей (плотности ПВМ и площади поперечного сечения ПВМ) показал высокий уровень корреляции по Пирсону с коэффициентом асимметрии амплитуды и частоты сигнала ПВМ на ЭМГ ($R^2=0,99$, $p<0,0001$).

Исходя из вышеперечисленного, достоверным являлась корреляция между показателями эхоплотности ПВМ и амплитуды ПВМ при ЭМГ, а также высокий уровень корреляции отмечался между коэффициентами асимметрии УЗ показателей (плотности ПВМ и площади поперечного сечения ПВМ) и коэффициентом асимметрии амплитуды и частоты ПВМ на ЭМГ.

Из полученных данных следует, что по итогам эхографии ПВМ у детей с первой степенью сколиоза вне зависимости от пола и возраста наблюдалось повышение эхоплотности мышц на выпуклой стороне сколиотической дуги, уменьшение площади поперечного сечения ПВМ на выпуклой и повышение площади поперечного сечения ПВМ на ее вогнутой стороне. Отмечалась зависимость эхопоказателей ПВМ от пола: у девочек выраженность асимметрии площади поперечного сечения ПВМ усиливалась при переходе в положении стоя. Также выявлялась зависимость эхопоказателей ПВМ от возраста: выраженность асимметрии площади поперечного сечения была выше у детей 11 лет в положении стоя. В сравнении результатов исследования с группой контроля асимметрия плотности ПВМ и площади поперечного сечения ПВМ при сколиозе I-ой степени оказалась выше.

5.1.2 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени после лечения

Пациенты находились на консервативном стационарном лечении в ВЦДОиТ в течении 42-х дней и получали комплексное лечение по схеме, разработанное в учреждении: курс магнитно-импульсной терапии, включающий миостимуляцию паравerteбральных мышц на уровне основания дуги деформации с выпуклой стороны, ДМВ-терапия паравerteбрально на уровне вершины сколиотической дуги с вогнутой стороны, курс электрофореза с прозеринумом и эуфиллином на позвоночник, биологическая обратная связь «коррекция осанки». Лечебная физкультура по методике «сколиоз», лечебный массаж мышц спины по методике «сколиоз» и лечебное плавание имели характер фона в перечисленном комплексе консервативных методов лечения идиопатического сколиоза.

После проведенной консервативной терапии проводили контрольное обследование пациентов.

5.1.2.1 Клинический осмотр пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени после лечения

Все дети данной группы (n=29) были обследованы клинически после проведенного лечения (Таблица 44).

Таблица 44 – Результаты клинического осмотра детей с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29) после консервативного лечения

Клинические признаки	До лечения (n)	После лечения (n)
1	2	3
Жалобы на нарушение осанки во фронтальной плоскости	29	21
Жалобы на повышенную утомляемость мышц спины	25	5
Уплотнение грудного кифоза	29	18

Продолжение таблицы 44

1	2	3
Асимметрия надплечий	19	10
Асимметрия стояния углов лопаток	24	18
Асимметрия треугольников талии	29	24
Фронтальное отклонение оси п-ка	29	29
Паравертебральная асимметрия	29	29

Как показывают данные таблицы 44, в динамике после лечения жалобы на нарушение осанки исчезли у 8 из 29 человек, на утомляемость мышц спины у 20 из 25, физиологические изгибы стали более сбалансированными у 11 из 26 детей, «ушла» асимметрия в положениях лопаток у 6 человек из 18, исчезла асимметрия треугольников талии у 5 человек из 29, видимое фронтальное отклонение сколиотической дуги и паравертебральная асимметрия сохранялась у всех детей.

5.1.2.2 Рентгенологическое обследование позвоночника пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени после лечения

Повторное рентгенологическое обследование пациентам данной группы (n=29) не проводилось в связи с коротким временным промежутком (42 дня) после лечения из-за лучевой нагрузки.

5.1.2.3 Компьютерно-топографическое обследование позвоночника пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени после лечения

Также по окончании лечения всем пациентам (n=29) было проведена компьютерно-оптическая топография (Таблица 45).

Таблица 45 – Положительные результаты КОТопографии у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29) после лечения

Плоскость	n	%
Фронтальная	29	100
Сагиттальная	26	90
Горизонтальная	28	97

Из таблицы 45 видно, что у 100% детей улучшилась ориентация туловища во фронтальной плоскости в виде уменьшения величины сколиотической дуги, у 90% пациентов отмечалась положительная динамика в сагиттальной плоскости в виде сбалансированности физиологических изгибов позвоночника и у 97% – в горизонтальной плоскости (уменьшилась ротация туловища относительно таза и улучшилось положение надплечий и углов лопаток) (Рисунок 43).

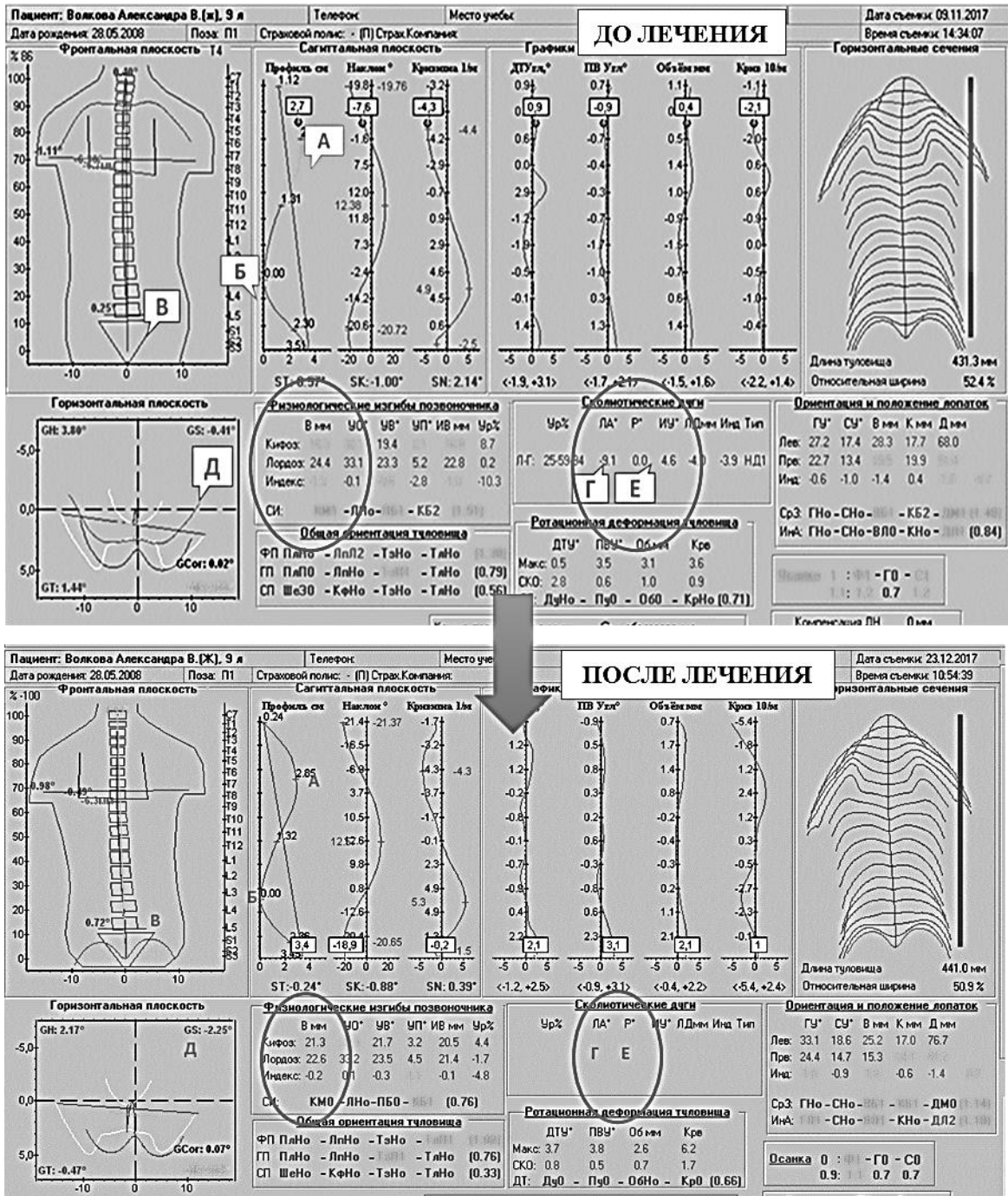


Рисунок 43 – Протокол КОТопографии пациента с идиопатическим сколиозом I-ой степени до и после консервативного лечения (пациент В-ва, 9 лет (И/б №1525-2017), пол женский): А – показатель выраженности грудного кифоза; Б – показатель выраженности поясничного лордоза; В – показатель наклона таза; Г – показатель положения линии остистых отростков; Д – графическое отражение соотношений фронтальных осей тазового и плечевого поясов; Е – числовой показатель ротации позвонков

Как показано на рисунке 11, у ребенка после лечения восстановилось положение оси позвоночника до нормы, в сагиттальной плоскости увеличился грудной кифоз до $21,3^\circ$, что соответствует норме, в горизонтальной сохраняется поворот таза и плечевого пояса вправо.

5.2.1.4 Эхография паравертебральных мышц пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени после лечения

После проведенного курса лечения выбранной группе пациентов ($n=29$) было проведено УЗИ ПВМ в положении лежа и стоя.

Результаты, полученные при УЗ-оценке плотности ПВМ после лечения представлены в таблице 46.

Таблица 46 – Эхоплотность ПВМ (в %) у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до и после лечения в зависимости от положения ребенка во время обследования

Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
До лечения		После лечения		До лечения		После лечения	
Сторона фронтальной дуги				Сторона фронтальной дуги			
Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая
25,15 $\pm 6,52$	22,29 $\pm 7,01$	23,39 $\pm 6,27$	22,73 $\pm 6,46$	27,57 $\pm 6,52$	23,82 $\pm 7,49$	24,4 $\pm 5,74$	22,5 $\pm 5,76$
КАр=1,1		КАр=1,02		КАр=1,2		КАр=1,08	

Как следует из таблицы 46, при УЗИ ПВМ в положении ребенка лежа эхоплотность ПВМ у пациентов с I-ой степенью сколиоза ($n=29$) после лечения уменьшилась с $25,15 \pm 6,52\%$ на выпуклой стороне дуги до $23,39 \pm 6,27\%$ ($p > 0,05$) и увеличилась на вогнутой с $22,29 \pm 7,01\%$ до $22,73 \pm 6,46\%$ ($p > 0,05$), тогда как в положении пациента стоя эхоплотность уменьшилась на выпуклой стороне с

27,57±6,52% до 24,4±5,74% ($p>0,05$) и с 23,82±7,49% до 22,5±5,76% на вогнутой ($p>0,05$), что иллюстрирует рисунок 44.

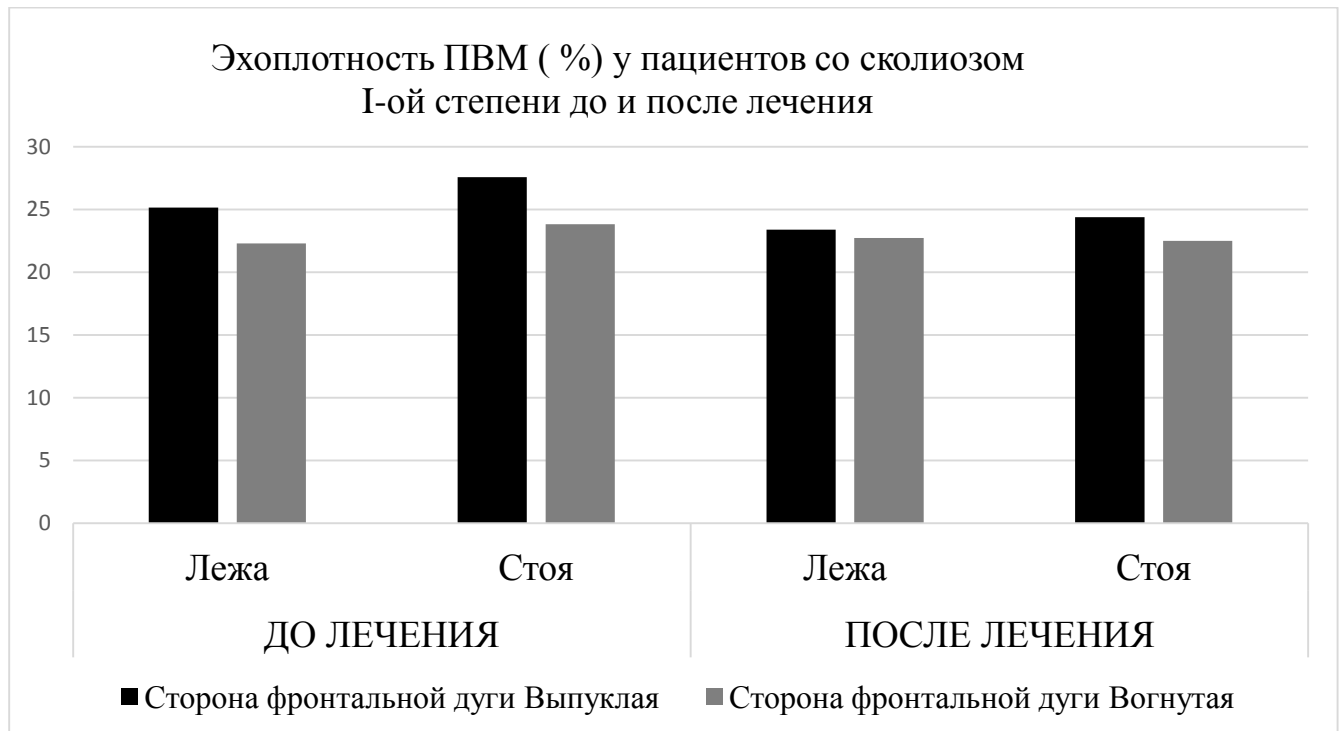


Рисунок 44 – Эхоплотность ПВМ (в %) у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до и после лечения

Коэффициент асимметрии после лечения также стал меньше: с 1,1 до 1,02 ($p<0,001$) в положении лежа и с 1,2 до 1,08 ($p<0,001$) в положении стоя.

Результаты, полученные при УЗ-оценке площади поперечного сечения ПВМ после лечения, представлены в таблице 47.

Таблица 47 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до и после лечения в зависимости от положения ребенка во время обследования

Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
До лечения		После лечения		До лечения		После лечения	
Сторона фронтальной дуги				Сторона фронтальной дуги			
Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая
я	я	я	я	я	я	я	я
2,004 ± 0,58	2,211 ± 0,71	2,17 ± 0,54	2,2 ± 0,63	1,96 ± 0,71	2,29 ± 0,58	2,13 ± 0,63	2,18 ± 0,5
KAs=1,1		KAs=1,01		KAs=1,16		KAs=1,02	

Как иллюстрируют данные таблицы 47, при обследовании детей с идиопатическим сколиозом I-ой степени (n=29) в положении лежа площадь поперечного сечения ПВМ после лечения увеличилась с 2,004±0,58 см² до 2,17±0,54 см² (p>0,05) на выпуклой стороне дуги и не изменилась на вогнутой, а в положении пациента стоя увеличилась с 1,96±0,71 см² до 2,13±0,63 см² (p>0,05) на выпуклой стороне дуги и уменьшилась с 2,29±0,58 см² до 2,18±0,5 см² (p>0,05) на вогнутой стороне дуги (Рисунок 45).

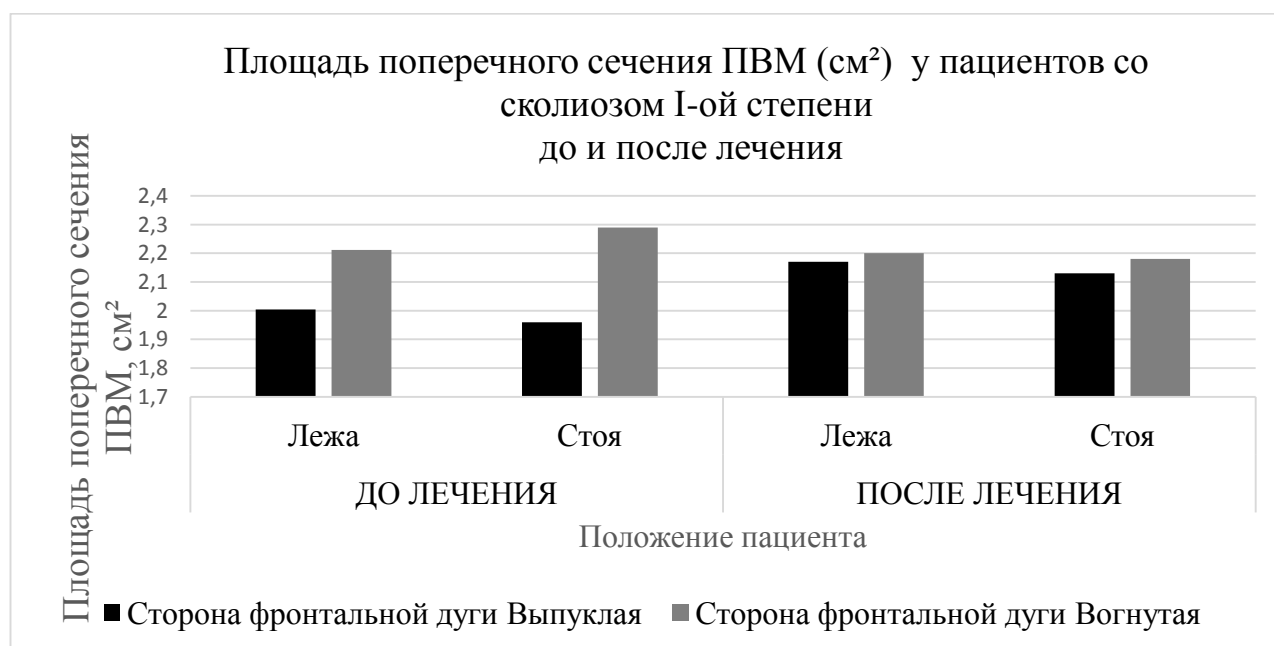


Рисунок 45 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени до и после лечения

Коэффициент асимметрии после лечения стал меньше: с 1,1 до 1,01 ($p < 0,0001$) в положении лежа и с 1,16 до 1,02 ($P < 0,001$) в положении стоя.

В результате проведенного УЗИ ПВП у детей со сколиозом I-ой степени после лечения на фоне положительной клинической и компьютерно-топографической динамики было выявлено снижение асимметрии УЗ характеристик ПВМ между двумя сторонами на 9% по эхоплотности ПВМ и 11% по площади поперечного сечения ПВМ в положении пациента лежа, а в положении пациента стоя снижение на 6% по эхоплотности ПВМ и 13% по площади поперечного сечения ПВМ.

5.2.1.5 Электромиография ПВМ пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени после лечения

После проведенного консервативного лечения всем детям группы ($n=29$) была проведена ЭМГ ПВМ (Таблица 48).

Таблица 48 – ЭМГ характеристики паравертебральных мышц у пациентов с идиопатическим сколиозом I-ой степени ($n=29$) после лечения

ЭМГ характеристики	Положение пациента лежа			Положение пациента стоя		
	Сторона фронтальной дуги и коэффициент асимметрии			Сторона фронтальной дуги и коэффициент асимметрии		
	Выпуклая	Вогнутая	КА	Выпуклая	Вогнутая	КА
Амплитуда, мкВ	156	150	1,04	20,3	19.1	1,06
Частота, Гц	526,3	511	1,03	449	413	1,1

Как следует из таблицы 48, на ЭМГ картине ПВМ (L4) у детей со сколиозом I-ой степени ($n=29$) показатели амплитуды БА ПВМ после лечения в положении лежа составляли 156 мкВ с выпуклой стороны сколиотической дуги и 150 мкА с вогнутой (КА=1,04), стоя – 20,3 мкА с выпуклой и 19,1 мкА с вогнутой (КА=1,09). Из той же таблицы видно, что при регистрации частоты БА ПВМ после лечения

пациентов данной группы (n=29) получили следующие результаты: в положении пациента лежа частота БА ПВМ составляла 526,3 Гц с выпуклой стороны сколиотической дуги и 511 Гц с вогнутой (КА=1,03), стоя – 449 Гц с выпуклой и 413 Гц с вогнутой (КА=1,1). Таким образом, на ЭМГ картине ПВМ при сколиозе I-ой степени (n=29) после лечения отмечалось уменьшение амплитуды с выпуклой стороны сколиотической дуги на 56% и частоты на 45% по сравнению с вогнутой в положении пациента лежа и уменьшение амплитуды с выпуклой стороны сколиотической дуги на 15% и частоты на 7,5% по сравнению с вогнутой в положении пациента стоя. Коэффициент асимметрии ЭМГ ПВМ у детей со сколиозом I-ой степени (n=29) после лечения между сторонами уменьшился в динамике по амплитуде ПВМ на 20% в положении лежа и на 14% в положении стоя, по частоте на 20% в положении лежа и на 15% в положении стоя.

В результате проведенного УЗИ ПВП у детей со сколиозом I-ой степени после лечения на фоне положительной клинической динамики было выявлено уменьшение эхоплотности ПВМ на выпуклой и вогнутой сторонах дуги, а также повышение площади поперечного сечения ПВМ на выпуклой стороне в положении лежа и стоя, и увеличение на вогнутой стороне дуги в положении пациента стоя.

5.2 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени

5.2.1 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до лечения

На клинической базе Восстановительного Центра Детской Ортопедии и Травматологии «Огонек» было обследовано 29 детей со сколиозом II-ой степени в возрасте от 9 до 11 лет (средний $11,77 \pm 0,1$).

Распределение детей по полу представлено в таблице 49.

Таблица 49 – Распределение детей с идиопатическим сколиозом II-ой степени по полу (n=29)

Пол	n	%
Мальчики	10	34
Девочки	19	66
Всего	29	100

Из таблицы 49 следует, что обследованных мальчиков было 10 человек, что составляло 34%, девочек – 19 человек, что соответствовало 66% (Рисунок 46). Девочек со сколиозом II-ой степени было больше, что соответствовало статическим данным по встречаемости идиопатического сколиоза (в среднем соотношение в популяции мальчиков и девочек с идиопатическим сколиозом равняется 1:9).

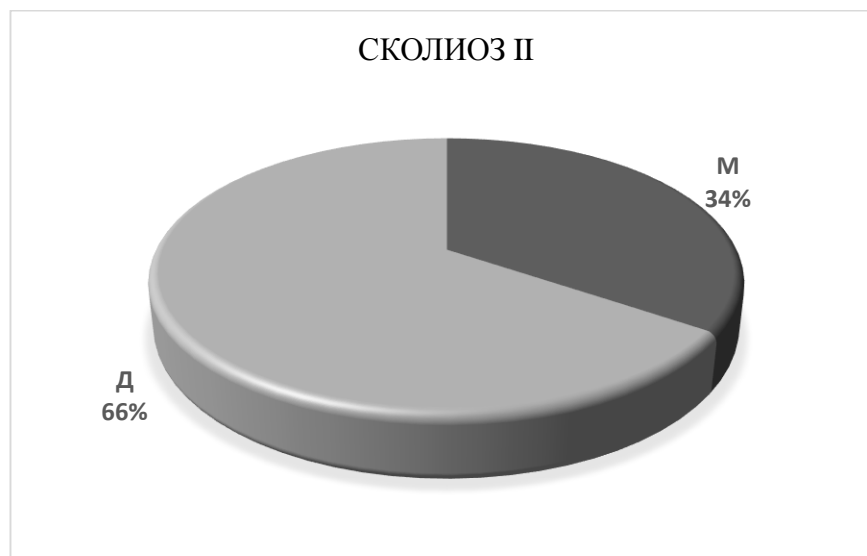


Рисунок 46 – Распределение детей с идиопатическим сколиозом II-ой степени по полу

Распределение детей по возрасту представлено в таблице 50.

Таблица 50 – Распределение детей с идиопатическим сколиозом II-ой степени по возрасту

Возраст	n	%
9	9	31
10	11	38
11	9	31
Всего	29	100

Как видно из таблицы 50, из 29-ти детей с идиопатическим сколиозом II-ой степени 9-летние составляли 31%, 10-летние – 38% и 11-летние 31%.

5.2.1.1 Клинический осмотр пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до лечения

При клиническом осмотре у всех детей с идиопатическим сколиозом II-ой степени (n=29) наблюдалась следующая симптоматика: нарушение осанки по типу «плоская спина», асимметрия надплечий и стояния углов лопаток, асимметрия треугольников талии, фронтальное отклонение оси позвоночника, выраженная паравертебральная асимметрия при наклоне туловища вперед (Таблица 51).

Таблица 51 – Результаты клинического осмотра детей со сколиозом II-ой степени (n=29) до лечения

Клинические симптомы	n	%
Жалобы на нарушение осанки во фронтальной плоскости	24	83
Жалобы на повышенную утомляемость мышц спины	10	34
Выпрямление грудного кифоза	29	100
Асимметрия надплечий	15	51
Асимметрия стояния углов лопаток	17	59
Асимметрия треугольников талии	21	72
Фронтальное отклонение оси позвоночника	29	100
Паравертебральная асимметрия	29	100

Исходя из данных таблицы 51, жалобы на нарушение осанки были у 24 детей (83%), на повышенную утомляемость мышц спины – у 10 (34%), выпрямление грудного кифоза – у 29 детей (100%), асимметрия надплечий - у 15 (51%), асимметрия стояния углов лопаток – у 17 пациентов (59%), фронтальное отклонение оси позвоночника и паравертебральная асимметрия были у всех детей.

5.2.1.2 Рентгенологическое обследование позвоночника пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до лечения

Всем детям со сколиозом II-ой степени (n=29) была проведена рентгенография позвоночника в прямой проекции в положении стоя (Рисунок 47).



Рисунок 47 – Рентгенограмма пациента А., 10 лет, с идиопатическим сколиозом

II-ой степени в прямой и боковой проекциях в положении пациента стоя. Величину дуги деформации определяли методом Кобба-Липпмана (Таблица 52).

Таблица 52 – Величина угла Кобба у пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени

Угол Кобба	n	%
13°	7	24
15°	8	28
18°	5	17
20°	5	17
23°	4	14

Из таблицы 52 следует, что величину дуги деформации по Коббу в 13° встречали у 7-ми пациентов, что составляло 24%, 15° у 8-ми (28%), 18° и 20° у 5-х человек (17%).

Согласно классификации В.Д. Чаклина (1961) полученные величины соответствовали сколиозу II-ой степени тяжести.

5.2.1.3 Компьютерно-топографическое обследование пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до лечения

Всем пациентам данной группы (n=29) проводили компьютерно-оптическую топографию. Образец протокола КОТ пациента со сколиозом II-ой степени представлен на рисунке 48.

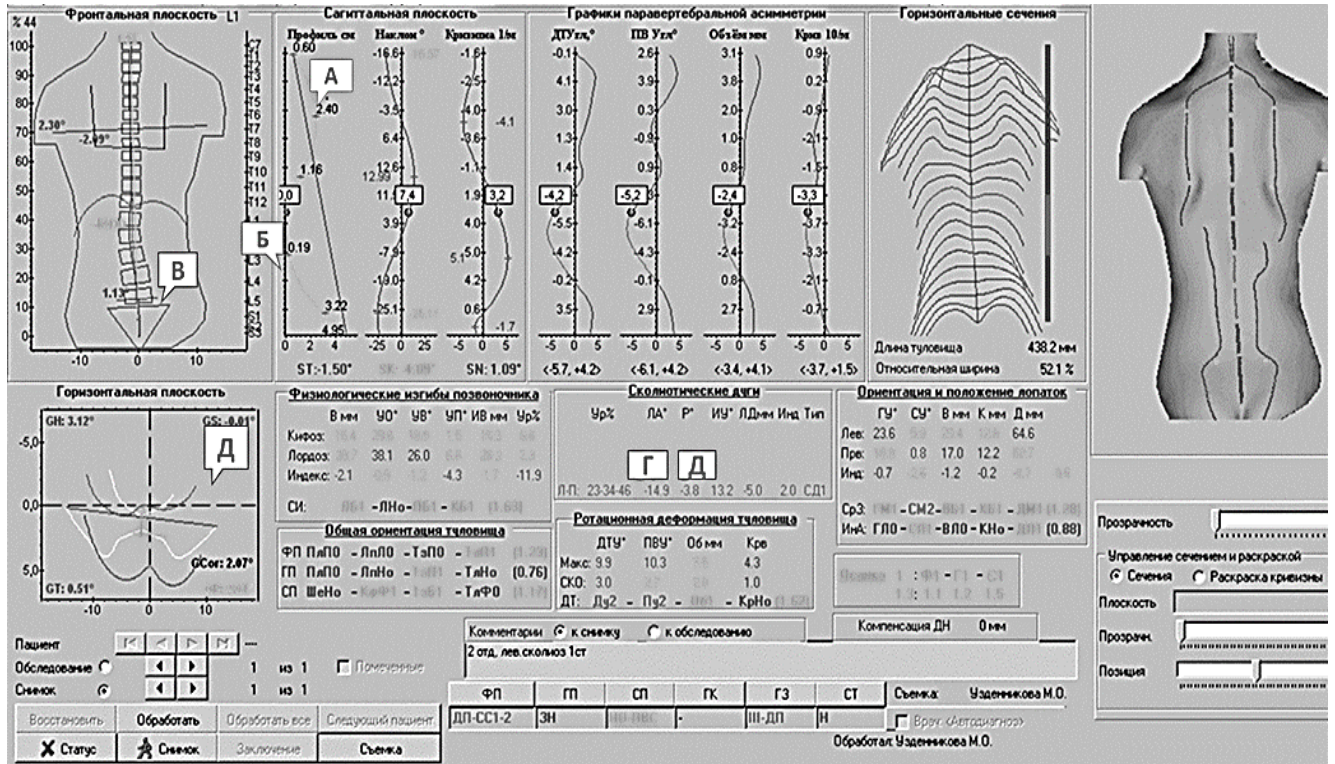


Рисунок 48 – Протокол КОТ пациента со сколиозом II-ой степени (пациент Г-ва, 11 лет (И/б №1421), пол женский): А – показатель выраженности грудного кифоза; Б – показатель выраженности поясничного лордоза; В – показатель наклона таза; Г – показатель положения линии остистых отростков; Д – графическое отражение соотношений фронтальных осей тазового и плечевого поясов; Е – числовой показатель ротации позвонков

Как изображено на рисунке 13, у ребенка наблюдается отклонения оси позвоночника во фронтальной плоскости влево $14,9^\circ$ и ротация позвонков $3,8^\circ$, в сагиттальной плоскости величина грудного физиологического кифоза равна $15,4^\circ$, что меньше нормы, а поясничного лордоза – $28,7^\circ$, что выше нормы. В горизонтальной плоскости отмечается поворот таза вправо, плечевого пояса также вправо. Идентичные результаты получены у всех детей данной группы ($n=29$).

Результаты КОТ детей со сколиозом II-ой степени представлены в таблице 53.

Таблица 53 – Результаты КОТопографии у детей с идиопатическим сколиозом II-ой степени (n=29)

Параметры компьютерно-оптической топографии	n	%
Изменения во фронтальной плоскости (боковое отклонение дуги позвоночника)	29	100
Изменения в сагиттальной плоскости (выпрямление грудного кифоза)	25	83
Изменения в горизонтальной плоскости (поворот плечевого пояса, скручивание туловища относительно таза)	26	90

Как видно из таблицы 53, во фронтальной плоскости наблюдалось отклонение оси позвоночника в пределах от 11° до 25° у 29 детей (100%), в сагиттальной плоскости физиологические изгибы (грудной кифоз и поясничный лордоз) у детей обследуемой группы (n=29) были разбалансированы у 25 человек (83%), в горизонтальной плоскости положение туловища, таза, надплечий и линии углов лопаток были изменены у 26 человек (90%).

5.2.1.4 Эхография паравертебральных мышц пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до лечения

УЗИ проводили всем 29 пациентам с идиопатическим сколиозом II-ой степени. Производили оценку эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ как в положении лежа, так и в положении стоя, вогнутой и выпуклой стороны сколиотической дуги. Полученные данные представлены в таблицах 54 и 56.

Таблица 54 – Эхоплотность (%) ПВМ (уровень L4) у детей с идиопатическим сколиозом II-ой степени (n=29) в зависимости от положения пациента во время исследования

Положение пациента	Сторона фронтальной дуги		КАр
	Выпуклая	Вогнутая	
Лежа	25,47±8	21,56±7,8	1,18
Стоя	26,74±7,9	22,4±7,57	1,19

Как можно видеть в таблице 54, средние показатели эхоплотности ПВМ у пациентов со сколиозом II-ой степени (n=29) в положении лежа составляли 25,47±8% с выпуклой стороны и 21,56±7,8% – с вогнутой (p<0,0001), в положении стоя – 26,74±7,9% с выпуклой стороны и 22,4±7,57% – с вогнутой (p<0,0001). В среднем КАр ПВМ в положении лежа составлял 1,18 (p<0,0001), в положении стоя составлял 1,19 (p<0,0001) (Рисунок 49).

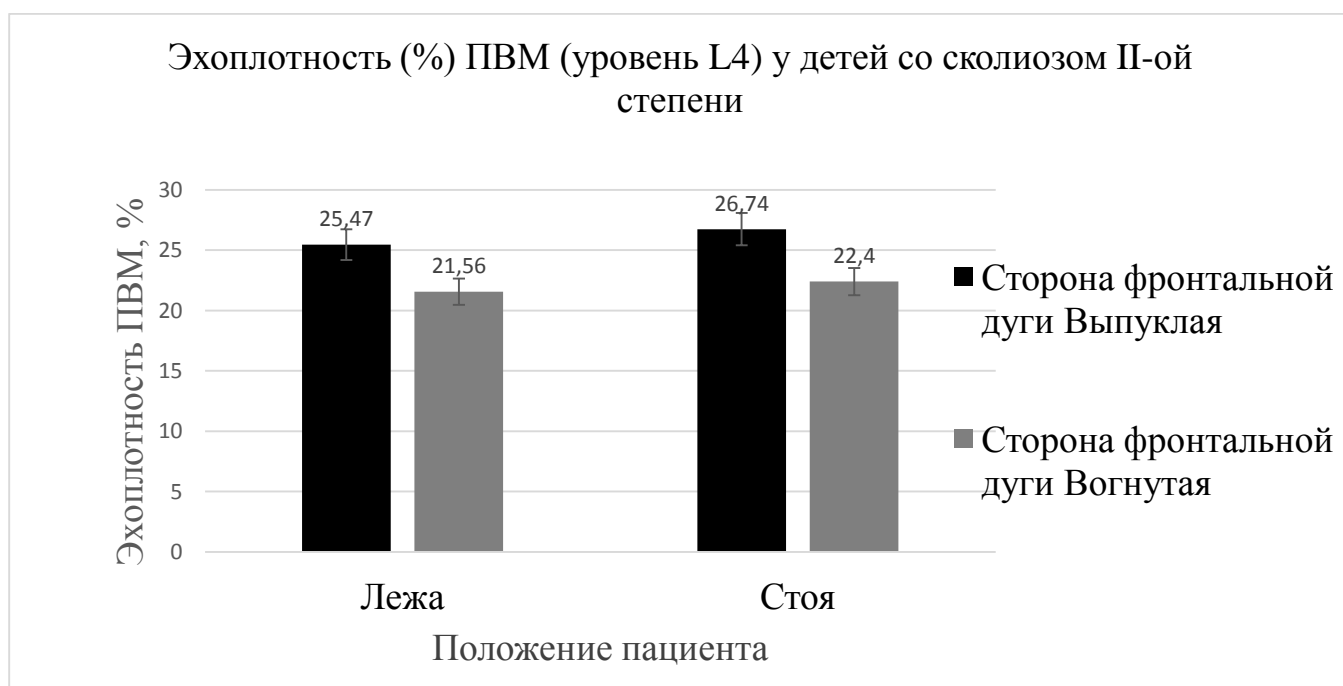


Рисунок 49 – Эхоплотность (%) ПВМ (уровень L4) у детей со сколиозом II-ой степени в зависимости от положения пациента

Чувствительность и специфичность КАр, а также его пороговые значения, представлены в таблице 55.

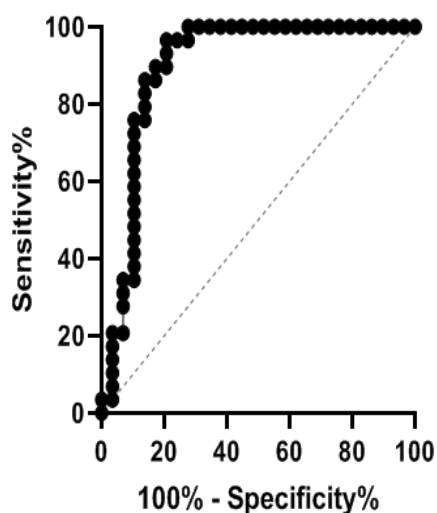
Таблица 55 – Критерии диагностики коэффициента асимметрии эхоплотности ПВМ пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени

Патология	Положение пациента	ПЗ	Ч	С	p	AUC
Сколиоз II степени	лежа	>1,084	86,2	86,2	<0,0001	0,897
	стоя	>1,071	93,1	86,2	<0,0001	0,934

Примечание: ПЗ – пороговое значение, Ч – чувствительность, С – специфичность, p – коэффициент достоверности, AUC (area under the curve) – площадь под ROC-кривой

Как следует из таблицы 55, чувствительность КАр составляла 86,2% в положении лежа, 93,1% в положении стоя, специфичность 86,2% в положении лежа и 86,2% в положении стоя, коэффициент достоверности, как в положении лежа, так и в положении стоя, составлял менее 0,0001 (Рисунок 50).

Положение пациентов лёжа



Положение пациентов стоя

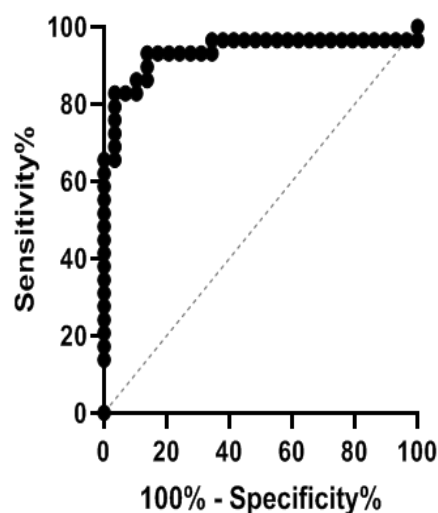


Рисунок 50 – РОК-кривая информативности коэффициента асимметрии эхоплотности ПВМ пациентов со сколиозом II-ой степени в зависимости положения ребенка при обследовании

Как следует из представленных данных, выявленные пороговые значения KAsy пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» обладают высоким уровнем диагностической эффективности со значениями AUC в пределах от 0,897 до 0,934.

Таблица 56 – Площадь поперечного сечения (см²) ПВМ у детей с идиопатическим сколиозом II-ой степени (n=29) в зависимости от положения пациента во время исследования

Положение пациента	Сторона фронтальной дуги		KAs
	Выпуклая	Вогнутая	
Лежа	1,89±0,53	2,1±0,45	1,1
Стоя	1,9±0,59	2,1±0,52	1,1

В таблице 56 показано, что средние показатели площади поперечного сечения ПВМ у детей со сколиозом II-ой степени (n=29) в положении лежа составляли 1,89±0,53 см² с выпуклой стороны и 2,1±0,45 см² – с вогнутой (p<0,01), в положении стоя – 1,9±0,59 см² с выпуклой стороны и 2,1±0,52 см² – с вогнутой (p<0,01). В среднем KAs ПВМ в положении лежа и стоя был 1,1 (p<0,0001) (Рисунок 51).

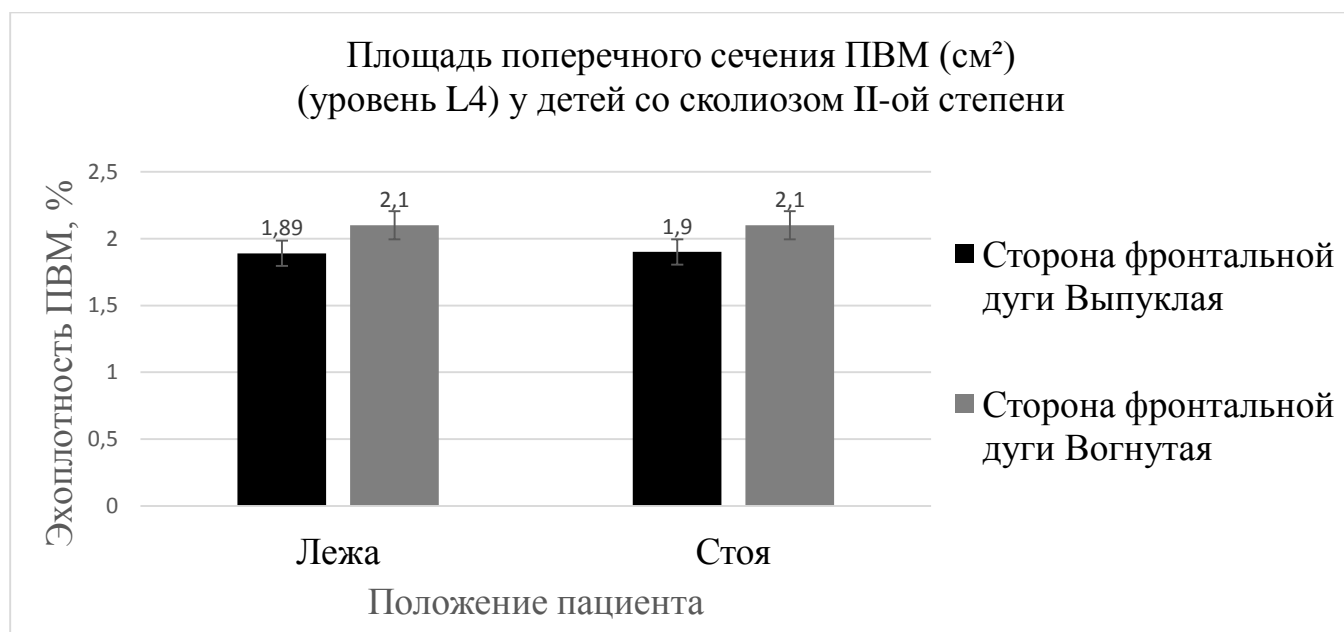


Рисунок 51 – Площадь поперечного сечения ПВМ (%) (уровень L4) у детей со сколиозом II-ой степени в зависимости от положения пациента

Чувствительность и специфичность КAs, а также его пороговые значения, представлены в таблице 57.

Таблица 57 – Критерии диагностики коэффициента асимметрии площади поперечного сечения ПВМ пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени

Патология	Положение пациента	ПЗ	Ч	С	р	AUC
Сколиоз II-ой ст.	лежа	>1,103	79,3	79,3	<0,0001	0,856
	стоя	>1,094	93,1	93,1	<0,0001	0,938

Примечание: ПЗ – пороговое значение, Ч – чувствительность, С – специфичность, р – коэффициент достоверности, AUC (area under the curve) – площадь под ROC-кривой

Как видно из таблицы 57, чувствительность КА эхоплотности составляла 79,3% в положении лежа, 93,1% в положении стоя, специфичность 79,3% в положении лежа и 93,1% в положении стоя, коэффициент достоверности, как в положении лежа, та и в положении стоя, составлял менее 0,0001, что проиллюстрировано на рисунке 52.

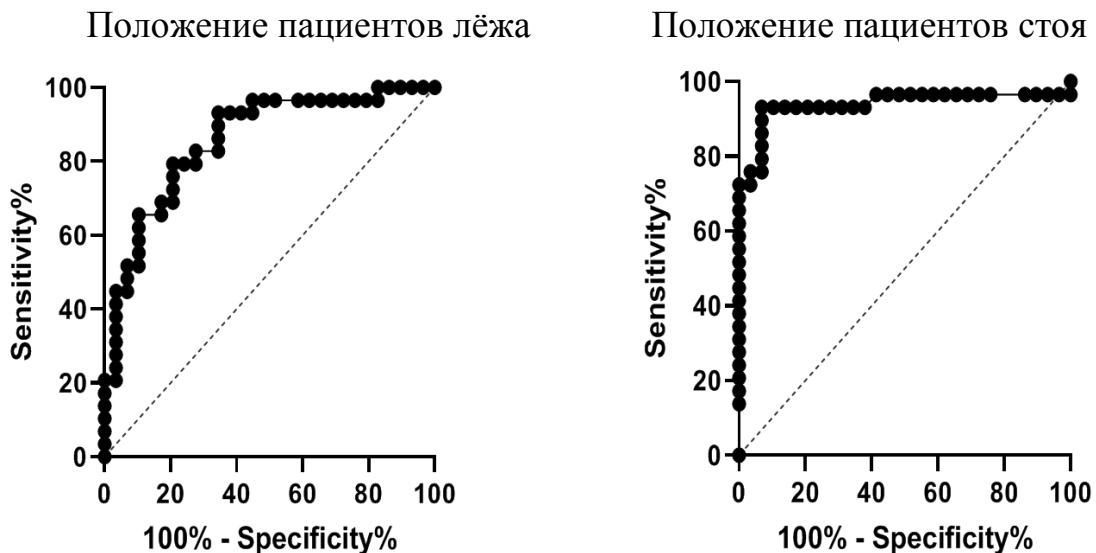


Рисунок 52 – РОК-кривая информативности коэффициента асимметрии площади поперечного сечения ПВМ пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени в зависимости от положения ребенка во время обследования

Из представленных данных следует, что выявленные пороговые значения KA_{sy} пациентов со сколиозом II-ой степени обладают высоким уровнем диагностической эффективности со значениями AUC в пределах от 0,856 до 0,938.

Таким образом, выявлено, что от изменения положения пациентов группы сколиоза II-ой степени ($n=29$) показатели эхоплотности ПВМ и площади поперечного сечения ПВМ практически не зависели.

Было проведено исследование на определение различий УЗ показателей ПВМ между мальчиками и девочками (Таблица 58).

Таблица 58 – УЗ параметры ПВМ (L4) у пациентов ($n=29$) с идиопатическим сколиозом II-ой степени в разных возрастных группах

Пол	n	Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ(см ²)		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ(см ²)	
		Сторона фронтальной дуги		Сторона фронтальной дуги		Сторона фронтальной дуги		Сторона фронтальной дуги	
		Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая
М	10	23,4 ±5,8	19,2 ±5,1	1,9 ±0,54	2,1 ±0,51	26,7 ±5,2	22,3 ±6,2	1,85 ±0,45	2,07 ±0,5
	КА	1,2		1,1		1,2		1,12	
Д	19	27 ±5,3	23 ±6,4	1,9 ±0,55	2,1 ±0,45	28,4 ±5,0	24 ±6,1	1,8 ±0,56	2,2 ±0,48
	КА	1,2		1,1		1,2		1,2	

Как следует из таблицы 58, эхоплотность ПВМ у мальчиков со сколиозом II-ой степени ($n=10$) при исследовании в положении лежа была $23,4\pm 5,8\%$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $19,2\pm 5,1\%$ – с вогнутой ($p<0,0001$), в положении стоя – $26,7\pm 5,2\%$ с выпуклой стороны и $22,3\pm 6,2\%$ – с вогнутой ($p<0,0001$) (Рисунок 53). В свою очередь у девочек со сколиозом II-ой степени

(n=19) при УЗИ мышц в положении лежа эхоплотность ПВМ была $27\pm 5,3\%$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $23\pm 6,4\%$ – с вогнутой ($p<0,0001$), в положении стоя – $28,4\pm 5\%$ с выпуклой стороны дуги и $24\pm 6,1\%$ – с вогнутой ($p<0,0001$) (Рисунок 54).

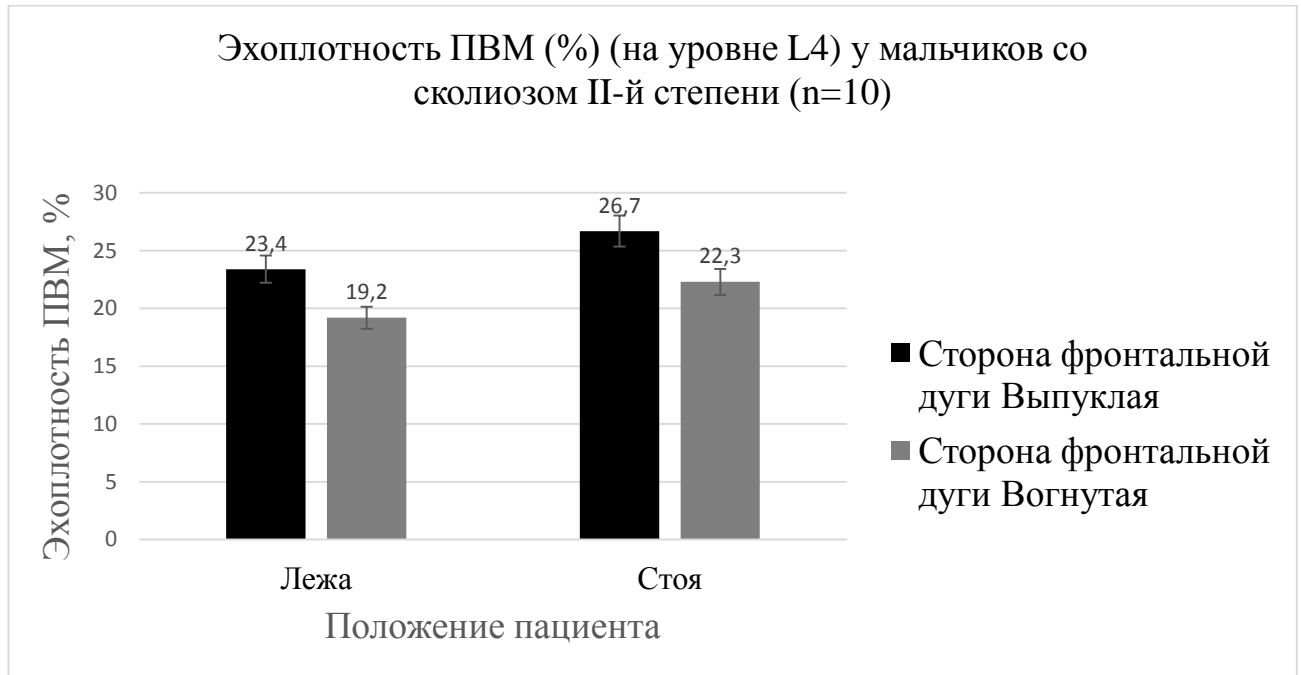


Рисунок 53 – Эхоплотность ПВМ (%) (на уровне L4) у мальчиков со сколиозом II-й степени (n=10)

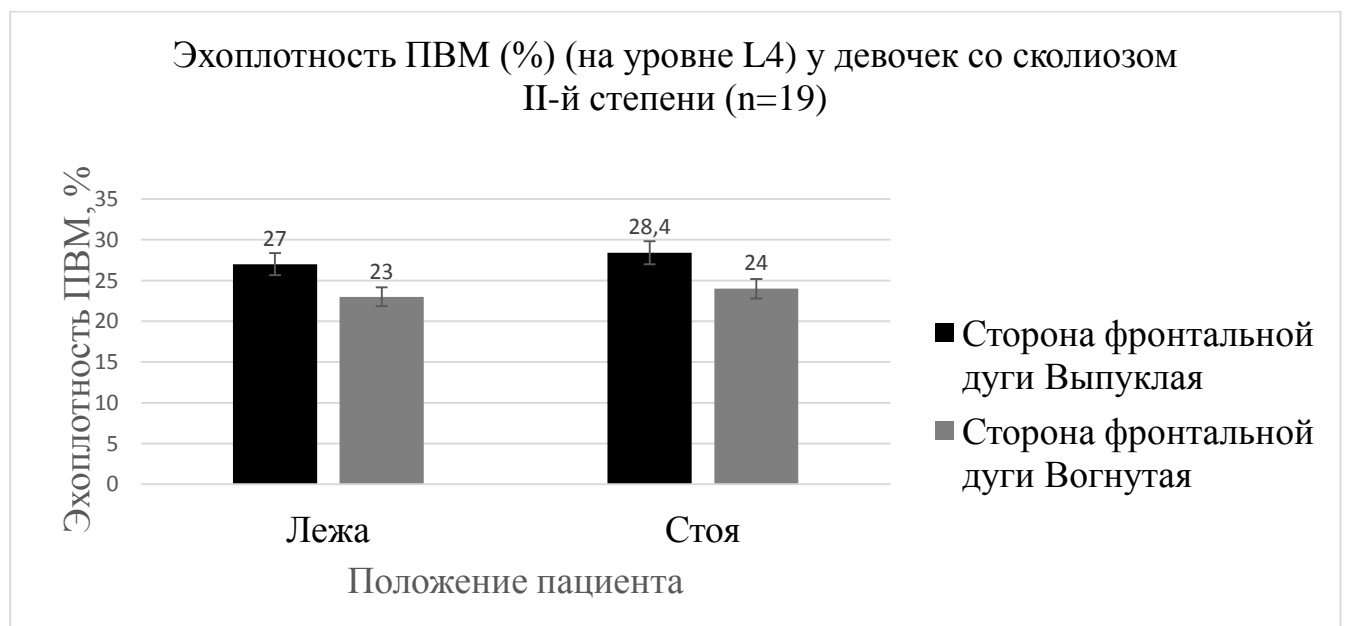


Рисунок 54 – Эхоплотность ПВМ (%) (на уровне L4) у девочек со сколиозом II-й степени (n=19)

Выявили, что у девочек значения эхоплотности при сколиозе II-ой степени выше, чем у мальчиков на 13% на выпуклой стороне дуги и на 17% на вогнутой. Также из таблицы 58 следует, что средняя величина площади поперечного сечения ПВМ у мальчиков со сколиозом II-ой степени (n=10) при исследовании в положении лежа была $1,9 \pm 0,51 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $1,8 \pm 0,54 \text{ см}^2$ – с вогнутой ($p < 0,001$), в положении стоя – $1,85 \pm 0,45 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,07 \pm 0,5 \text{ см}^2$ – с вогнутой ($p < 0,001$) (Рисунок 55). В то же время у девочек со сколиозом II-ой степени (n=19) при УЗИ мышц в положении лежа площадь поперечного сечения ПВМ была $1,19 \pm 0,55 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,4 \pm 0,45 \text{ см}^2$ – с вогнутой ($p < 0,001$), в положении стоя – $1,8 \pm 0,56 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,2 \pm 0,48 \text{ см}^2$ – с вогнутой ($p < 0,001$) (Рисунок 56).

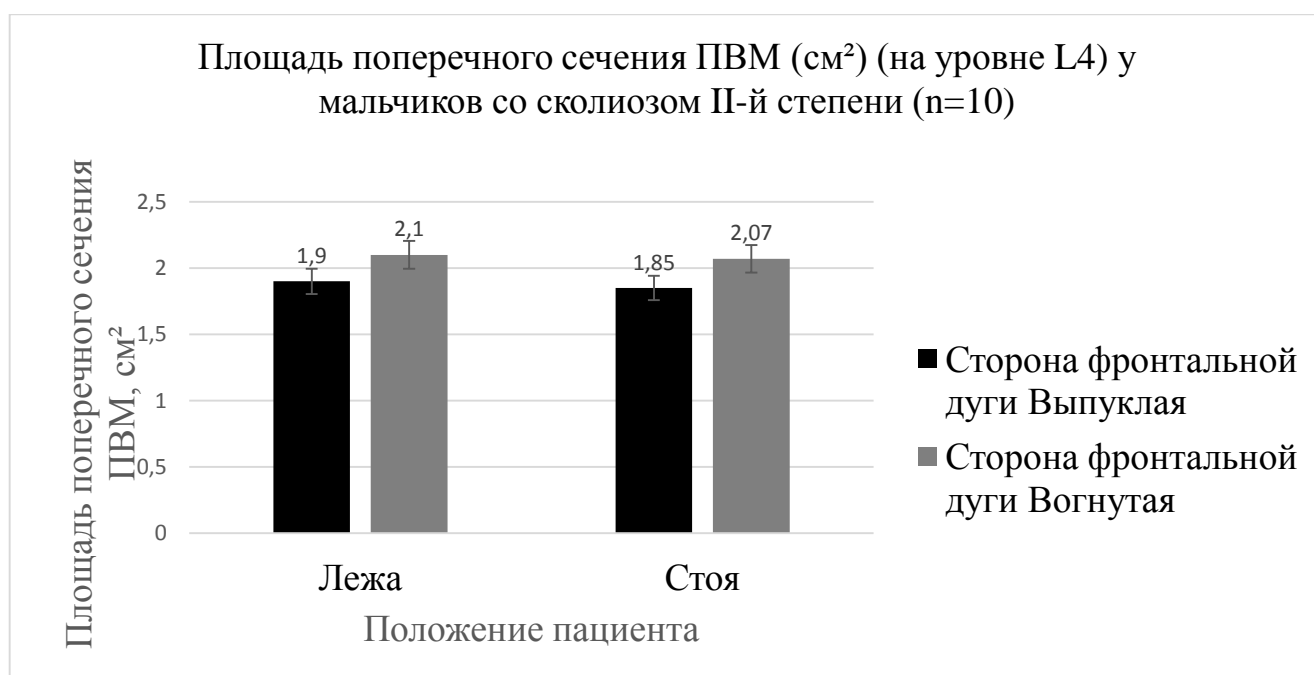


Рисунок 55 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см^2) (на уровне L4) у мальчиков со сколиозом II-й степени (n=10)

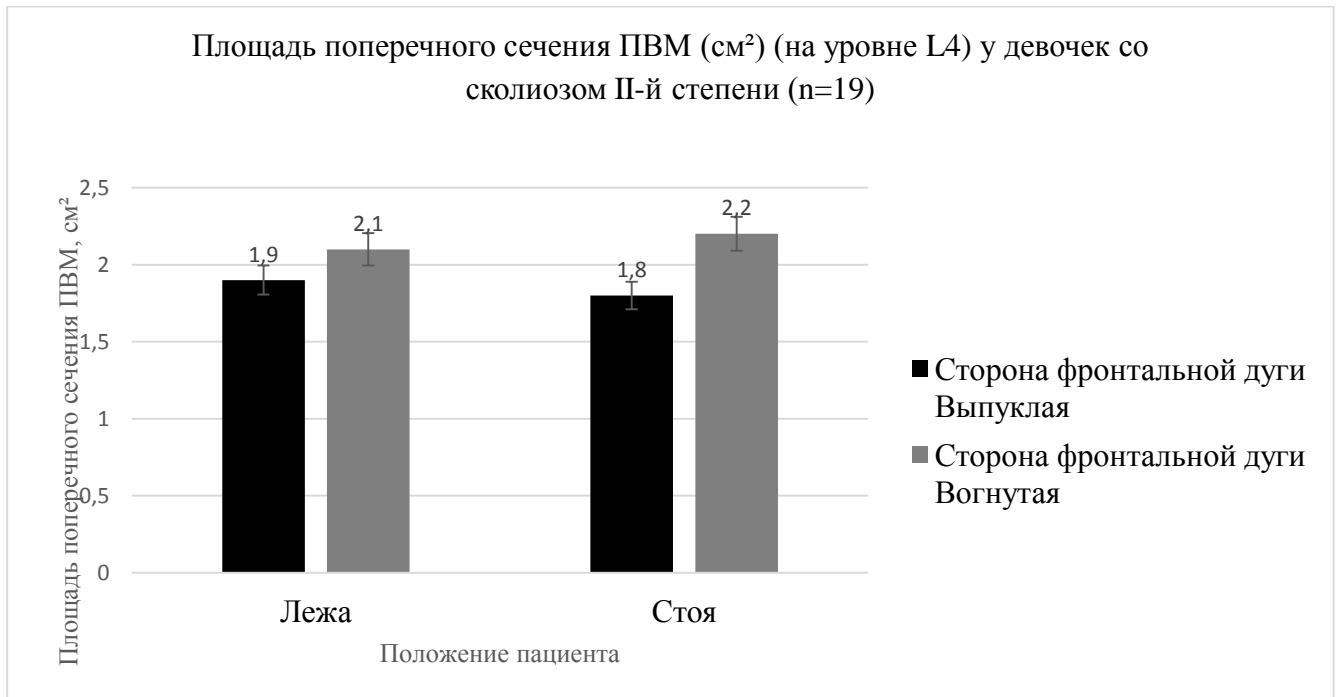


Рисунок 56 – Площадь поперечного сечения ПВМ (см²) (на уровне L4) у девочек со сколиозом II-ой степени

Таким образом, из проведенного исследования следует, что площадь поперечного сечения ПВМ в положении лежа ниже на выпуклой стороне сколиотической дуги, как у мальчиков, так и у девочек.

Также было выявлено, что КА показателей эхоплотности ПВМ отличался от КА показателей площади поперечного сечения ПВМ (Таблица 59).

Таблица 59 – Коэффициент асимметрии ПВМ у пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени в зависимости от положения пациентов (n=29)

Пол	КА _p		КА _s	
	Положение пациента		Положение пациента	
	Лежа	Стоя	Лежа	Стоя
Мальчики	1,2	1,2	1,1	1,12
Девочки	1,2	1,2	1,1	1,2

Из таблицы 59 видно, что КА эхоплотности ПВМ соответствовал 1,2 у мальчиков и девочек вне зависимости от положения туловища, а КА площади

поперечного сечения ПВМ в положении стоя у мальчиков повышался с 1,1 до 1,2 и с 1,1 до 1,2 у девочек (Рисунок 57).

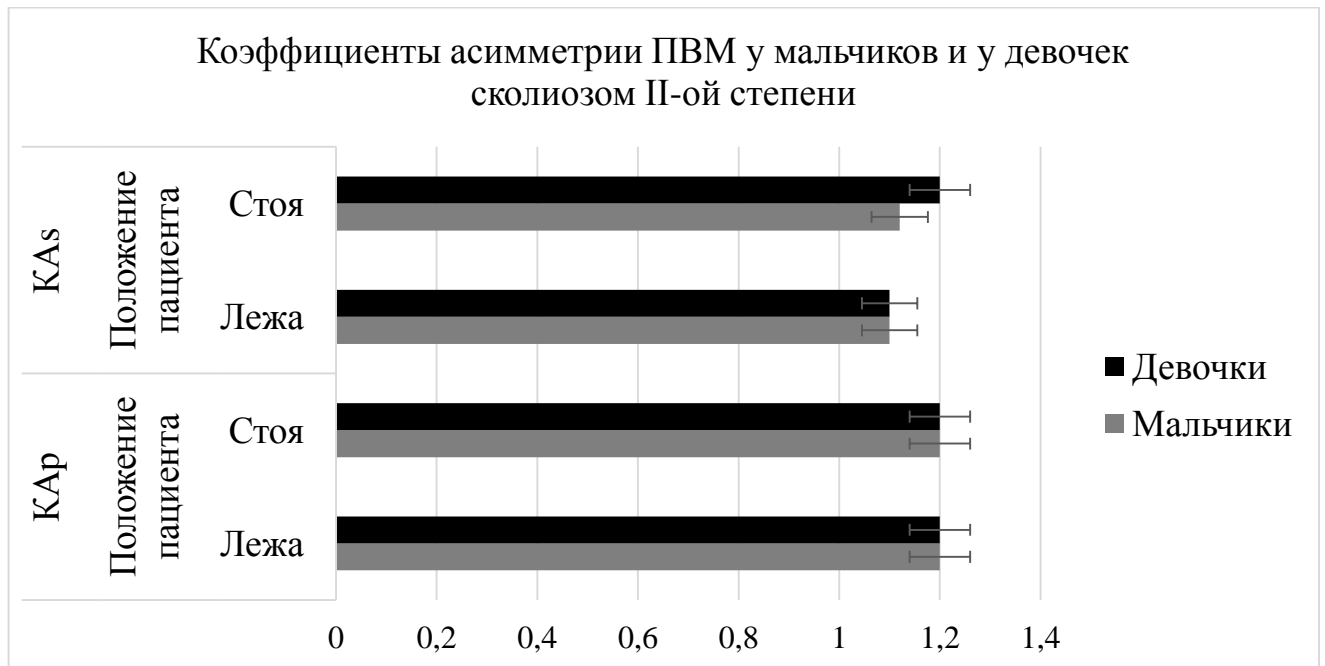


Рисунок 57 – Распределение Кар и КАsПВМ у мальчиков (n=10) и девочек (n=19) с идиопатическим сколиозом II-ой степени в зависимости от положения пациента во время обследования

Полученные результаты демонстрируют, что КА эхоплотности ПВМ не менялся в зависимости от положения пациента во время исследования, тогда как КА площади поперечного сечения ПВМ увеличивался в положении пациента стоя.

Эхографические показатели ПВМ у детей при сколиозе II-ой степени в зависимости от возраста представлены в таблице 60.

Таблица 60 – УЗ параметры ПВМ (L4) у пациентов (n=29) с идиопатическим сколиозом II-ой степени в разных возрастных группах

Возраст	n	Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ(см ²)		Эхоплотность ПВМ (%)		Площадь поперечного сечения ПВМ(см ²)	
		Сторона фронтальной дуги				Сторона фронтальной дуги			
		Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая
9лет	9	28,7 ±5,0	24,3 ±5,5	1,92 ±0,5	2,05 ±0,51	29 ±5,8	24,6 ±5,1	1,86 ±0,52	2,04 ±0,5
	К А	1,18		1,1		1,18		1,1	
10лет	11	27,2 ±5,5	23,4 ±5,7	2,0 ±0,45	2,18 ±0,56	28,1 ±4,5	24,2 ±5,0	2,24 ±0,51	2,3 ±0,5
	К А	1,16		1,09		1,16		1,02	
11лет	9	20,2 ±5,6	16,5 ±5,1	1,7 ±0,57	2,05 ±0,53	22,76 ±6,0	17,5 ±5,0	1,79 ±0,45	2,07 ±0,56
	К А	1,22		1,2		1,26		1,6	

Исходя из данных таблицы 60, в возрастной категории 9 лет (n=9) эхоплотность ПВМ в положении лежа составляла 28,7±5% с выпуклой стороны, 24,3±5,5% с вогнутой (p<0,0001), в положении стоя 29±5,8% с выпуклой стороны и 24,6±5,1% с вогнутой (p<0,0001). У детей 10 лет (n=11) со сколиозом II-ой степени эхоплотность ПВМ в положении лежа с выпуклой стороны составляла 27,2±5,5%, с вогнутой – 23,4±5,7% (p<0,0001), а в положении стоя с выпуклой стороны была 28,1±4,5%, с вогнутой – 24,2±5% (p<0,0001). У пациентов 11 лет (n=9) в положении лежа эхоплотность составляла 20,2±5,6% с выпуклой стороны и 16,5±5,1% с вогнутой (p<0,0001), в положении стоя с выпуклой стороны 22,76±6%, с вогнутой 17,5±5% (p<0,0001) (Рисунок 58).

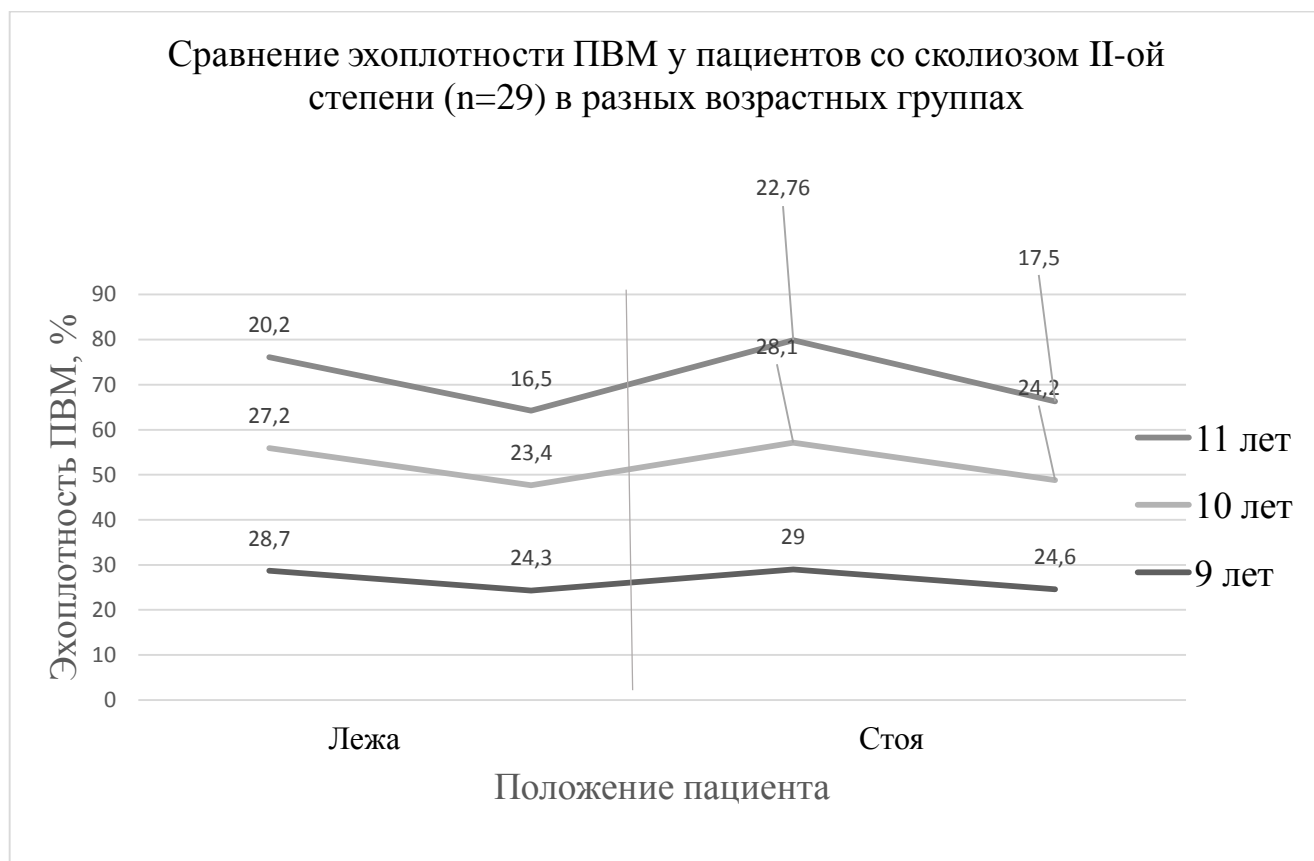


Рисунок 58 – Распределение эхоплотности ПВМ у детей со сколиозом II-ой степени (n=29) в разных возрастных группах

Как видно из диаграммы 45, показатели эхоплотности ПВМ были выше у детей 9 (n=9) лет и ниже у детей 11 лет (n=9).

По данным таблицы 60 площадь поперечного сечения ПВМ в возрасте 9 лет (n=9) в положении лежа была $1,92 \pm 0,5 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,05 \pm 0,51 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$), а в положении стоя – $1,86 \pm 0,52 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,04 \pm 0,5 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$). У возрастной категории пациентов 10 лет (n=11) площадь поперечного сечения ПВМ в положении лежа составляла $2,0 \pm 0,45 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,18 \pm 0,56 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$), а в положении стоя – $2,24 \pm 0,51 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,3 \pm 0,5 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$). И у детей 11 лет (n=9) этот показатель в положении лежа был $1,7 \pm 0,57 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,05 \pm 0,53 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$), а в положении стоя – $1,79 \pm 0,45 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны и $2,07 \pm 0,56 \text{ см}^2$ с вогнутой ($p < 0,001$) (Рисунок 59).

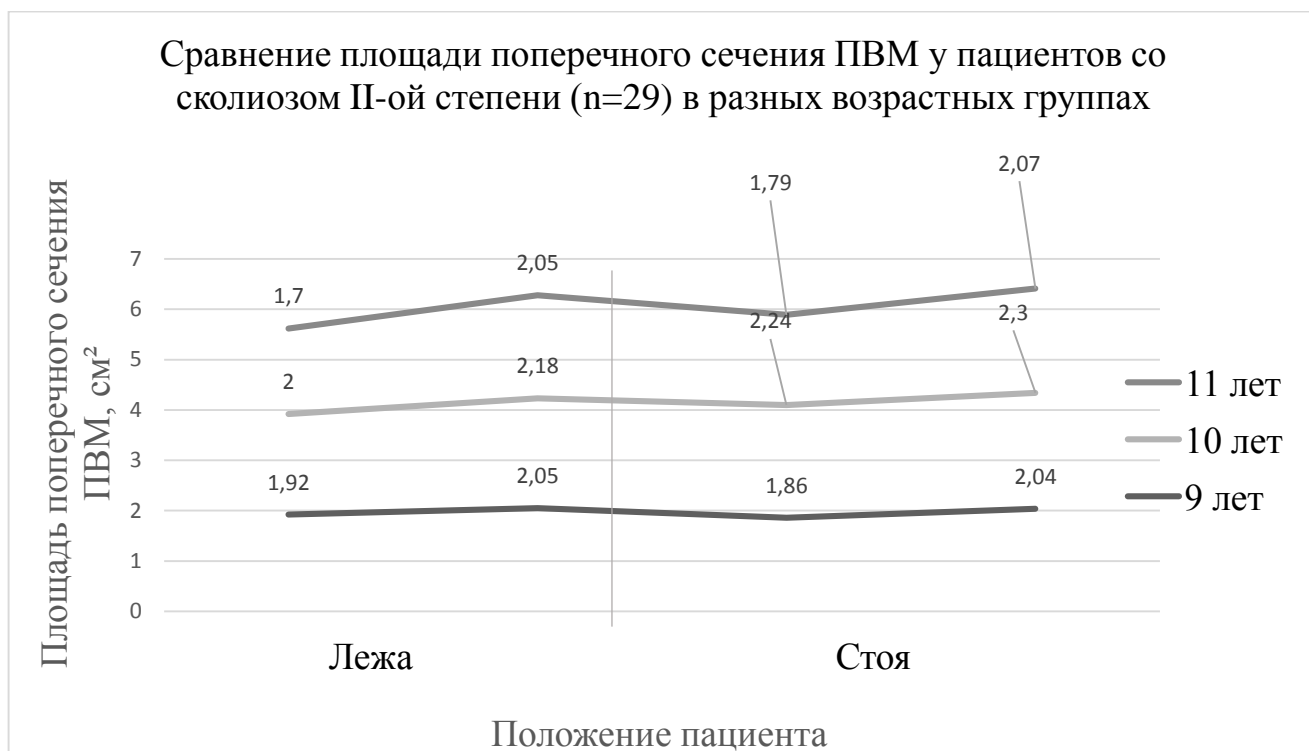


Рисунок 59 – Распределение площади поперечного сечения ПВМ у детей со сколиозом II-ой степени (n=29) в разных возрастных группах

Площадь поперечного сечения ПВМ в общей сумме была выше у детей 10-ти лет (n=11) и ниже у пациентов 9-ти лет (n=9).

Как видно из таблицы 60, КАр у пациентов со сколиозом II-ой степени (n=29) при исследовании эхоплотности ПВМ в положении лежа составлял 1,18 у детей 9 лет (n=9), 1,16 у детей 10 лет (n=11) и 1,22 у детей 11 лет (n=9), в положении стоя КАр составлял 1,18 у детей 9 лет (n=9), 1,16 у детей 10 лет (n=11) и 1,26 у детей 11 лет (n=9). При исследовании площади поперечного сечения ПВМ пациентов со сколиозом II-ой степени (n=29) в положении лежа КAs составлял 1,1 у детей 9 лет (n=9), 1,09 у детей 10 лет (n=11) и 1,2 у детей 11 лет (n=9), а в положении стоя - 1,1 у детей 9 лет (n=9), 1,02 у детей 10 лет (n=11) и 1,6 у детей 11 лет (n=9).

Выявили повышение КА пропорционально увеличению возраста, особенно это проявлялось у детей 11 лет в положении стоя при измерении площади поперечного сечения ПВМ (Рисунок 60).

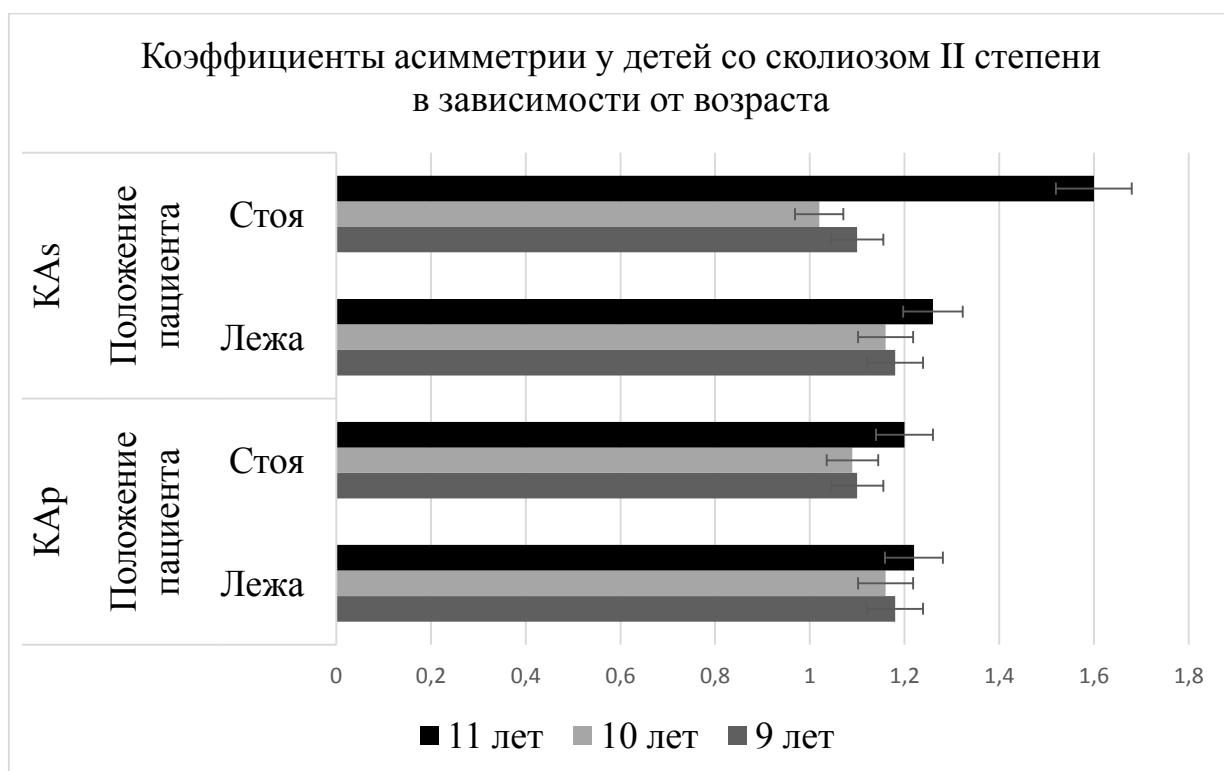


Рисунок 60 – Распределение коэффициента асимметрии ПВМ у детей со сколиозом II-ой степени (n=29) в разных возрастных группах в зависимости от положения при исследовании

5.2.1.5 Электромиография паравертебральных мышц пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до лечения

Всем пациентам (n=29) проводили поверхностную ЭМГ ПВМ в положении стоя и лежа (Таблица 61).

Таблица 61 – ЭМГ характеристики паравертебральных мышц пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до лечения (n=29)

ЭМГ характеристики	Положение пациента лежа			Положение пациента стоя		
	Сторона фронтальной дуги и коэффициент асимметрии			Сторона фронтальной дуги и коэффициент асимметрии		
	Выпуклая	Вогнутая	КА	Выпуклая	Вогнутая	КА
Амплитуда, мкВ	176	125	1,4	26,1	17,21	1,5
Частота, Гц	414	318	1,4	210,2	161	1,3

Как видно из таблицы 61, на ЭМГ картине ПВМ (L4) у детей со сколиозом II-ой степени (n=29) показатели амплитуды биоэлектрической активности ПВМ в положении лежа составляли 176 мкВ с выпуклой стороны сколиотической дуги и 125 мкА с вогнутой (КА=1,4), стоя – 26,1 мкА с выпуклой и 17,21 мкА с вогнутой (КА=1,5). Из той же таблицы видно, что при регистрации частоты биоэлектрической активности ПВМ пациентов (n=29), получили следующие результаты: в положении пациента лежа частота биоэлектрической активности ПВМ составляла 414 Гц с выпуклой стороны сколиотической дуги и 318 Гц с вогнутой (КА=1,4), стоя – 210,2 Гц с выпуклой и 161 Гц с вогнутой (КА=1,3)

Таким образом, по результатам ЭМГ ПВМ (L4) у детей со сколиозом II-ой степени (n=29) мы получили данные за повышение амплитуды биоэлектрической активности ПВМ с выпуклой стороны на 25% и частоты на 14% по сравнению с вогнутой при исследовании пациента в положении лежа и повышение амплитуды биоэлектрической активности с выпуклой стороны на 27% и частоты на 17% по сравнению с вогнутой при исследовании пациента в положении стоя (Рисунки 61, 62).

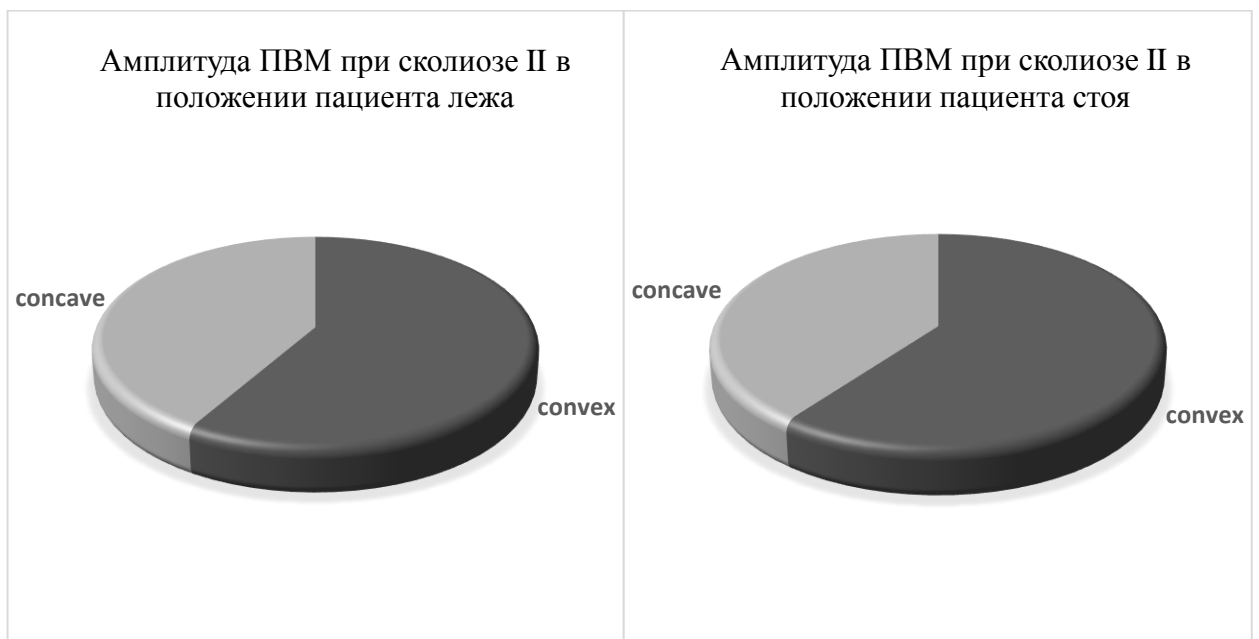


Рисунок 61 – Соотношение биоэлектрической активности ПВМ у пациентов со II-ой степенью сколиоза до лечения (n=29) между вогнутой и выпуклой сторонами сколиотической дуги по амплитуде

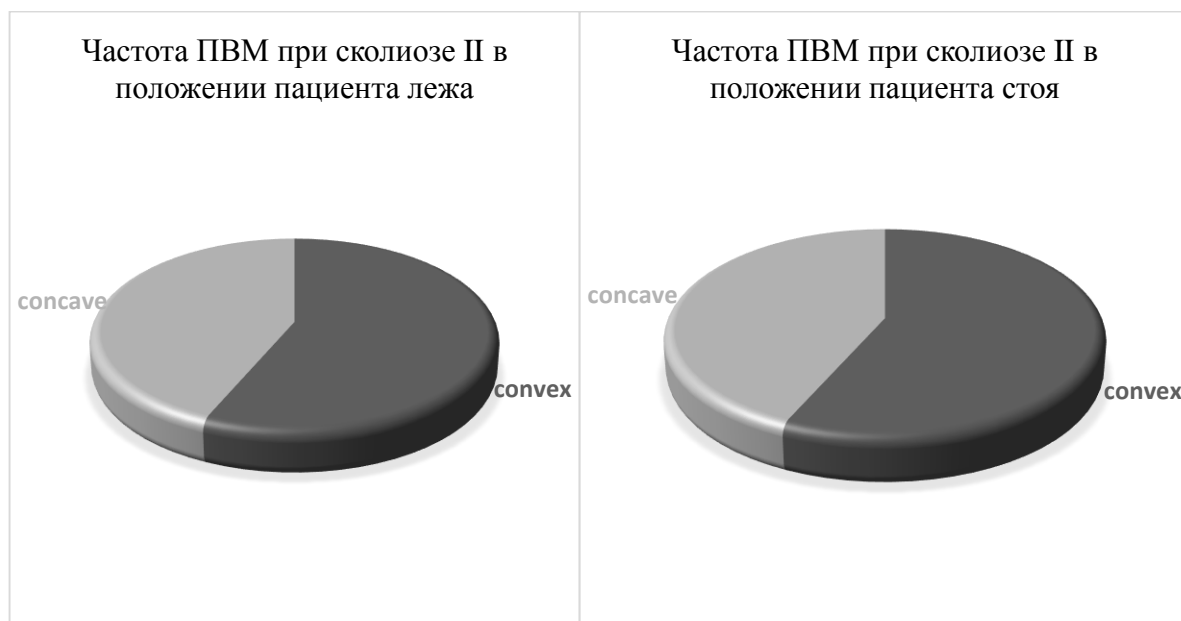


Рисунок 62 – Соотношение биоэлектрической активности ПВМ у пациентов со II-ой степенью сколиоза до лечения (n=29) между вогнутой и выпуклой сторонами сколиотической дуги по частоте

Отметили изменение биоэлектрической активности ПВМ на стороне фронтального искривления выше нормативных показателей по амплитуде: на 25% в положении пациента (n=29) лежа и 27% в положении пациента (n=29) стоя, а также ниже нормативных показателей по частоте на 14% в положении лежа и на 13% в положении стоя.

При выявлении взаимосвязи между УЗ-показателями ПВМ и данными ЭМГ статистически значимый коэффициент Пирсона ($R^2=0,99$, $p<0,0001$) наблюдали при сравнении плотности ПВМ и амплитуды сигнала ПВМ, тогда как при сопоставлении данных площади поперечного сечения ПВМ и их амплитуды на ЭМГ коэффициент Пирсона был недостоверен ($p>0,05$). При сравнении эхоплотности ПВМ с частотой ПВМ, достоверную корреляцию ($p<0,001$) отмечали только при исследовании в положении пациента лежа, тогда как при положении пациента стоя она была недостоверной ($p<0,05$). Асимметричность эхографических показателей (КАр и КAs) показал высокий уровень корреляции по Пирсону с КА амплитуды и частоты сигнала ПВМ на ЭМГ ($R^2=0,99$, $p<0,0001$). Исходя из вышперечисленного, достоверным является корреляция между показателями эхоплотности ПВМ и амплитуды ПВМ при ЭМГ в положении

пациента как лежа, так и стоя, между показателями эхоплотности ПВМ и частоты ПВМ на ЭМГ в положении пациента стоя. Также высокий уровень корреляции отмечали между коэффициентами асимметрии УЗ показателей (плотности ПВМ и площади поперечного сечения ПВМ) и КА амплитуды и частоты ПВМ на ЭМГ.

В результате проведенного исследования получили данные, что у детей со второй степенью сколиоза вне зависимости от пола и возраста наблюдается повышение эхоплотности мышц и уменьшение площади поперечного сечения ПВМ на выпуклой стороне сколиотической дуги. Отмечали зависимость УЗ показателей ПВМ от пола: у девочек выраженность асимметрии площади поперечного сечения ПВМ – более выражена. Также выявляли зависимость УЗ показателей ПВМ от возраста: выраженность асимметрии эхоплотности между вогнутой и выпуклой сторонами обратно пропорциональна возрасту, а выраженность асимметрии площади поперечного сечения прямо пропорциональна возрасту.

В сравнении с результатами исследования при сколиозе I-ой степени асимметрия эхоплотности при сколиозе II-ой степени была выше, а выраженность асимметрии показателей площади поперечного сечения практически не отличалась.

5.2.2 Результаты обследования пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени после лечения

Пациенты находились на консервативном стационарном лечении в ВЦДОиТ в течении 42-х дней и получали комплексное лечение по схеме, разработанное в учреждении: курс физиотерапевтической коррекции гормонального профиля, курс магнитно-импульсной терапии, включающий миостимуляцию паравертебральных мышц на уровне основания дуги деформации с выпуклой стороны, курс магнитотерапии на позвоночник, ДМВ-терапия паравертебрально на уровне вершины сколиотической дуги с вогнутой стороны, курс электрофореза с прозеринумом и эуфиллином на позвоночник, биологическая обратная связь

«коррекция осанки». Лечебная физкультура по методике «сколиоз», лечебный массаж мышц спины по методике «сколиоз» и лечебное плавание имели характер фона в перечисленном комплексе консервативных методов лечения сколиоза. После проведенной консервативной терапии были проведены контрольные обследования пациентов.

5.2.2.1 Клинический осмотр пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени после лечения

Все дети данной группы (n=29) были обследованы клинически после проведенного лечения (Таблица 62).

Таблица 62 – Результаты клинического осмотра пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени (n=29) после лечения

Клинические признаки	До лечения (n)	После лечения (n)
Жалобы на нарушение осанки	24	10
Жалобы на повышенную утомляемость мышц спины	10	1
Выпрямление грудного кифоза	29	13
Асимметрия надплечий	15	9
Асимметрия стояния углов лопаток	17	7
Асимметрия треугольников талии	21	17
Фронтальное отклонение оси позвоночника	29	28
Паравертебральная асимметрия	29	29

В таблице 62, можно увидеть, что в динамике после лечения жалобы на нарушение осанки исчезли у 14 из 24 человек, на утомляемость мышц спины у 10 из 11, физиологические изгибы стали более сбалансированными у 16 из 29 детей, ушла асимметрия лопаток у 10 человек из 17, исчезла асимметрия треугольников талии у 4 человек из 21, видимое фронтальное отклонение сколиотической дуги исчезло у 1 из 29 пациентов, паравертебральная асимметрия сохранялась у всех.

5.2.2.2 Рентгенологическое обследование позвоночника пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени после лечения

Повторное рентгенологическое обследование пациентам данной группы (n=29) не проводили в связи с коротким временным промежутком (42 дня) после лечения из-за лучевой нагрузки.

5.2.2.3 Компьютерно-топографическое обследование позвоночника пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени после лечения

Также по окончании лечения всем пациентам (n=29) проводили компьютерно-оптическую топографию (Таблица 63).

Таблица 63 – Положительные результаты КОТопографии у пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени (n=29) после лечения

Плоскость	n	%
Фронтальная	28	97
Сагиттальная	27	93
Горизонтальная	27	93

Из таблицы 63 следует, что у 97% детей улучшилась ориентация туловища во фронтальной плоскости в виде уменьшения величины сколиотической дуги, у 93% пациентов отмечалась положительная динамика в сагиттальной плоскости в виде сбалансированности физиологических изгибов позвоночника и у 93% – в горизонтальной плоскости (уменьшилась ротация туловища относительно таза и улучшилось положение надплечий и углов лопаток) (Рисунок 63).

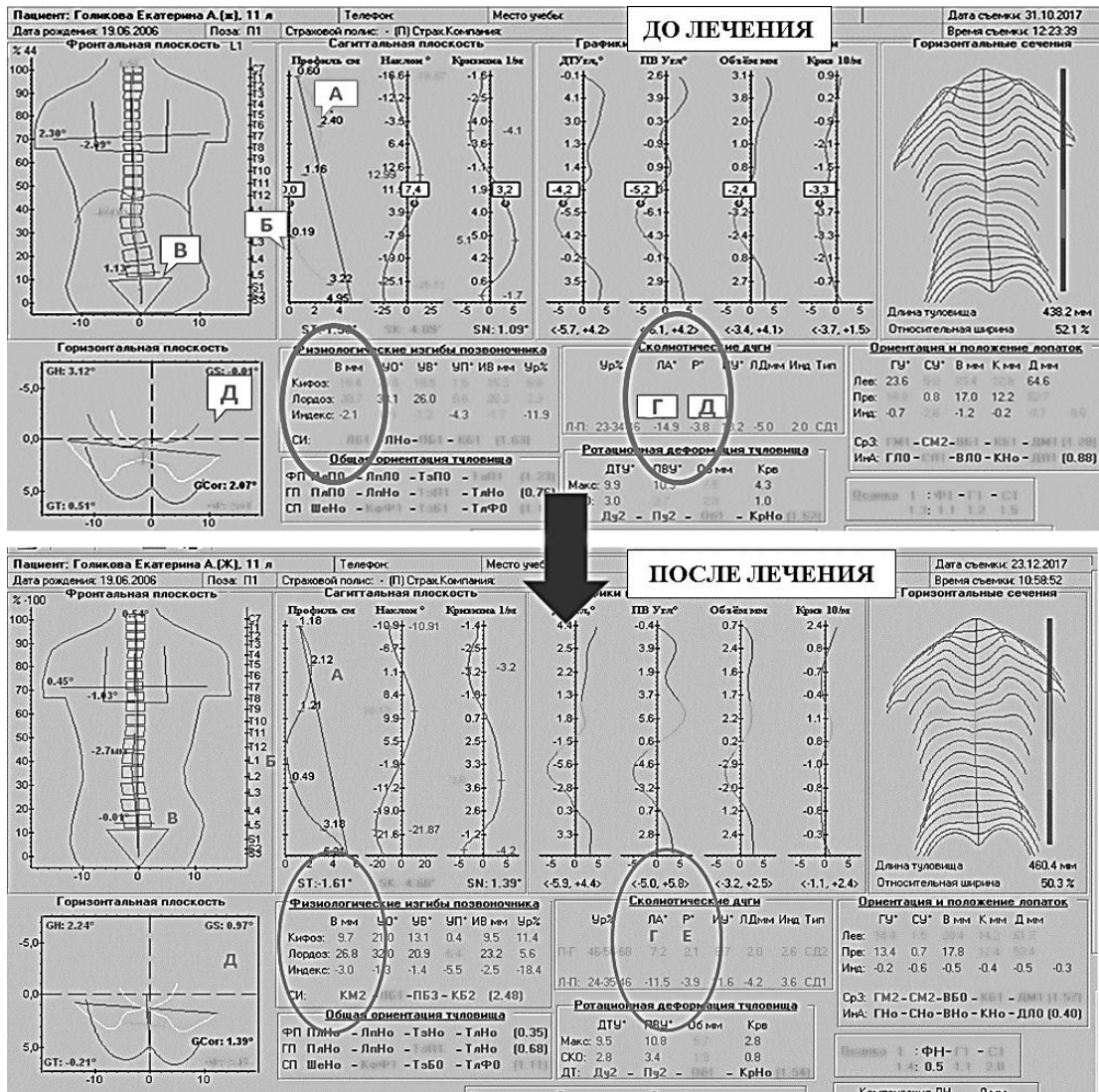


Рисунок 63 – Протокол КОТопографии пациента со сколиозом II-ой степени после лечения (пациент Г-ва, 11 лет (И/б №1421), пол женский): А – показатель выраженности грудного кифоза; Б – показатель выраженности поясничного лордоза; В – показатель наклона таза; Г – показатель положения линии остистых отростков; Д – графическое отражение соотношений фронтальных осей тазового и плечевого поясов; Е – числовой показатель ротации позвонков

Как изображено на рисунке 14, после проведенного курса лечения у ребенка со сколиозом II-ой степени наблюдали уменьшение отклонения оси позвоночника во фронтальной плоскости влево до $11,5^\circ$ с сохранением патологической ротации позвонков, в сагиттальной плоскости величина грудного физиологического кифоза равна 9° см, что меньше нормы, а поясничного лордоза – $26,8^\circ$, что больше нормы. В горизонтальной плоскости сохраняется поворот таза и плечевого пояса вправо.

5.2.2.4 Эхография паравертебральных мышц пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени после лечения

После проведенного курса лечения данной группе пациентов (n=29) проводили УЗИ ПВМ в положении лежа и стоя (Таблицы 64, 65).

Таблица 64 – Эхоплотность ПВМ (%) у пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени (n=29) до и после консервативного лечения

Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
До лечения		После лечения		До лечения		После лечения	
Сторона фронтальной дуги				Сторона фронтальной дуги			
Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая
я	я	я	я	я	я	я	я
25,47 ±8,0	21,56 ±7,8	23,48 ±7,9	22,09 ±8,14	26,74 ±7,9	22,4 ±7,57	24,19 ±7,6	22,33 ±7,4
КАр=1,18		КАр=1,06		КАр=1,19		КАр=1,08	

Как видно из таблицы 64, при исследовании в положении пациента лежа плотность ПВМ у детей со сколиозом II-ой степени (n=29) после лечения уменьшилась с 25,47±8% на выпуклой стороне дуги деформации до 23,48±% (p<0,001), на вогнутой с 21,56±7,8% по 26,74±7,9% (p<0,001) (Рисунок 59), а в положении пациента стоя плотность уменьшилась на выпуклой стороне сколиотической дуги с 26,74±7,9% по 22,4±7,57% (p>0,05) и с 24,19±7,6% до 22,33±7,4% на вогнутой (p>0,05) (Рисунок 64).

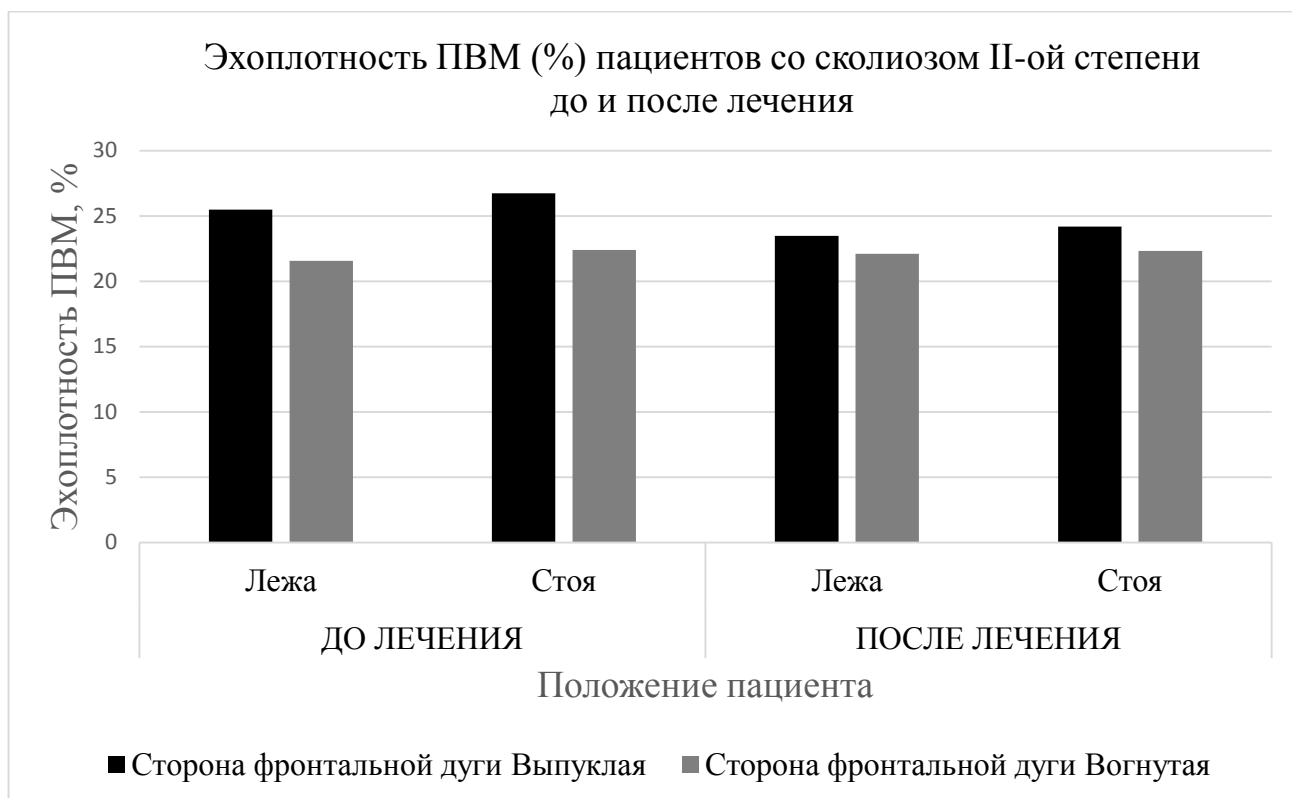


Рисунок 64 – Эхоплотность ПВМ (в %) пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до и после лечения

Коэффициент асимметрии после лечения стал меньше: с 1,18 до 1,06 ($p < 0,001$) в положении лежа и с 1,19 до 1,08 ($p < 0,001$) в положении стоя.

Таблица 65 – Площадь поперечного сечения ПВМ(см²) у пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до и после лечения

Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
До лечения		После лечения		До лечения		После лечения	
Сторона фронтальной дуги				Сторона фронтальной дуги			
Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая
1,89 ± ,53	2,1 ±0,45	1,93 ±0,49	2,0 ±0,47	1,9 ± 0,59	2,1 ± 0,52	1,95 ±0,49	1,93 ±0,46
KAs=1,1		KAs=1,03		KAs=1,1		KAs=1,01	

Как следует из таблицы 65, при исследовании детей с идиопатическим сколиозом II-ой степени (n=29) площадь поперечного сечения ПВМ после лечения увеличилась на выпуклой стороне с $1,89 \pm 0,53 \text{ см}^2$ до $1,93 \pm 0,49 \text{ см}^2$ в положении пациента лежа ($p > 0,05$), а в положении пациента стоя с $1,9 \pm 0,59 \text{ см}^2$ до $1,95 \pm 0,49 \text{ см}^2$ ($p > 0,05$), на вогнутой стороне уменьшилась в положении лежа с $2,1 \pm 0,45 \text{ см}^2$ до $2,0 \pm 0,47 \text{ см}^2$ ($p > 0,05$) и в положении стоя с $2,1 \pm 0,52 \text{ см}^2$ до $1,93 \pm 0,46 \text{ см}^2$ ($p > 0,05$) (Рисунок 65).

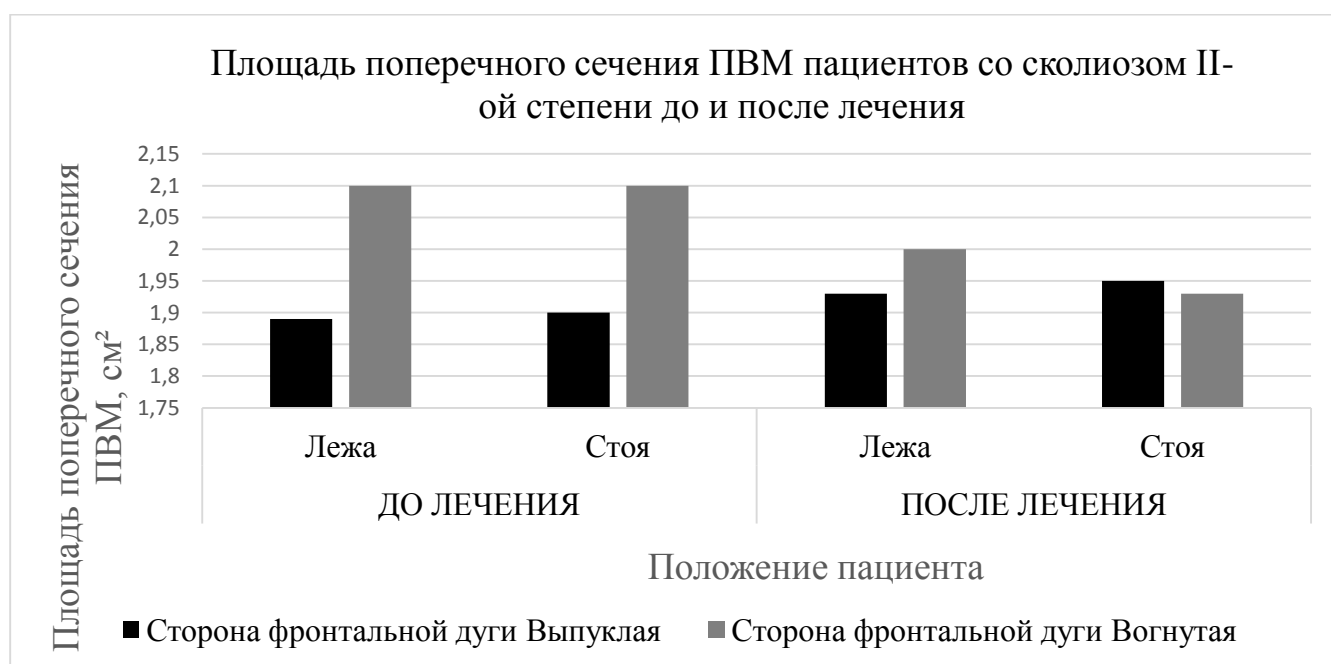


Рисунок 65 – Площадь поперечного сечения ПВМ пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени до и после лечения

Коэффициент асимметрии после лечения также уменьшился: с 1,1 до 1,03 в положении лежа и с 1,1 до 1,01 в положении стоя ($p < 0,001$).

5.2.2.5 Электромиография паравертебральных мышц пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени после лечения

После проведенного консервативного лечения всем детям этой группы (n=29) проводили ЭМГ ПВМ (Таблица 66).

Таблица 66 – ЭМГ характеристики ПВМ у пациентов с идиопатическим сколиозом II-ой степени (n=29) после лечения

ЭМГ характеристики	Положение пациента лежа			Положение пациента стоя		
	Сторона фронтальной дуги и коэффициент асимметрии			Сторона фронтальной дуги и коэффициент асимметрии		
	Выпуклая	Вогнутая	КА	Выпуклая	Вогнутая	КА
Амплитуда, мкВ	133	111	1,2	15,72	13,1	1,2
Частота, Гц	315	286,3	1,1	424	355	1,2

Как видно из таблицы 66, на ЭМГ картине ПВМ (L4) у детей со сколиозом II-ой степени (n=29) показатели амплитуды биоэлектрической активности ПВМ после лечения в положении лежа составляли 133 мкВ с выпуклой стороны сколиотической дуги и 111 мкА с вогнутой (КА=1,2), стоя – 15,72 мкА с выпуклой и 13,1 мкА с вогнутой (КА=1,2). Из той же таблицы видно, что при регистрации частоты биоэлектрической активности ПВМ после лечения пациентов данной группы (n=29), были получены следующие результаты: в положении пациента лежа частота биоэлектрической активности ПВМ составляла 315 Гц с выпуклой стороны сколиотической дуги и 286,3 Гц с вогнутой (КА=1,1), стоя – 424 Гц с выпуклой и 355 Гц с вогнутой (КА=1,2).

Коэффициент асимметрии ЭМГ ПВМ у детей со сколиозом II-ой степени (n=29) после лечения между сторонами уменьшился в динамике по амплитуде на 14% в положении лежа и на 20% в положении стоя, по частоте на 21% в положении лежа и на 8% в положении стоя.

Таким образом, в результате проведенного УЗИ ПВП у детей со сколиозом II-ой степени после лечения на фоне положительной клинической динамики выявили уменьшение эхоплотности ПВМ и увеличение площади поперечного сечения на выпуклой стороне дуги.

При сравнении полученных данных между сколиозом I-ой степени и сколиозом II-ой степени до и после лечения мы отметили, что положительный результат в отношении эхоплотности ПВМ был более выражен при сколиозе I-ой степени, а в отношении площади поперечного сечения при сколиозе II-ой степени.

Выявили достоверная корреляция асимметрии показателей ПВМ между амплитудой ПВМ на ЭМГ- и УЗ-параметрами при сколиозе II-ой степени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема ранней диагностики и прогнозирования прогрессирования идиопатического сколиоза является крайне важной в детском возрасте. Идиопатический сколиоз представляет собой деформацию позвоночника в трех плоскостях, приводит к тяжелым деформациям опорно-двигательного аппарата с поражением внутренних органов и систем (Дудин М. Г., 2021). В детской практике данная патология встречается от 2 до 39% случаев и занимает одно из первых мест среди ортопедических заболеваний (Щурова Е.Н., 2021; Баиндурашвили А.Г., 2018). Отличительной особенностью идиопатического сколиоза является частое прогрессирование деформации в период интенсивного роста осевого скелета (Валина С.Л. и соавт., 2021; Зейналов Ю.Л. и соавт., 2021). Исходя из этого, решение вопроса о раннем выявлении заболевания, а также об определении той стадии развития процесса, при которой изменения в позвоночнике становятся необратимыми и не поддающимися консервативной терапии, является актуальной задачей исследования.

Особая роль в сохранении вертикального положения тела человека и в патогенезе деформирования позвоночного столба принадлежит паравертебральным мышцам. Их участие в механизме трехплоскостной деформации привлекает внимание ученых различных специальностей. Оценка нарушения функции и четкое понимание характера морфологических изменений их структуры занимают важное место в диагностике и лечении детей с идиопатическим сколиозом (Дюбуссе Ж., 2021; Зотова И.В., 2021). Нарушение симметрии тела, появление нефизиологических изгибов позвоночника вызывает асимметричность нагрузки на мышцы, что ведет к укорочению одних и перерастяжению других, при этом укороченные мышцы, находясь в постоянном напряжении, гипертрофируются, а в перерастянутых развивается атрофия, создавая тенденцию к дальнейшему нарушению мышечного баланса и смещению костных и связочных структур позвоночника (Щурова и соавт., 2021). Как компенсаторная реакция на мышечный дисбаланс происходит образование

фасциальных спаек, участков фиброзного перерождения в мышцах, вынужденных работать в статическом режиме. В толще перерожденных мышц происходит компрессия кровеносных сосудов и сдавливание нервных стволов и окончаний.

Что касается оценки состояния мышечной системы позвоночника, в литературе встречаются данные о гистохимическом исследовании биоптатов параспинальных мышц у пациентов с выраженными деформациями позвоночника (Щурова Е.Л., 2021), также известны работы по компьютерно-томографической (Иванова М.А., 2021), магнитно-резонансной (Chan Y.I. et al., 1999; Shafaq N. et al., 2012) и электромиографической (Никитина А.А. и соавт., 2017) диагностике состояния паравертебральных мышц при сколиозе. В сравнении с вышеперечисленными способами метод ультразвуковой диагностики паравертебральных мышц более доступен, неинвазивен, экономичен.

Анализ литературных данных показал, что несмотря на важность оценки состояния паравертебральных мышц при заболеваниях позвоночника имеющиеся в литературе сведения об эхографии паравертебральных мышц при сколиозе в большинстве носят описательный характер, часто противоречивы и недостаточно информативны. Имеется небольшое количество сведений о нормальных и патологических параметрах количественных данных, определяющих состояние паравертебральной мускулатуры в норме и при заболеваниях позвоночника (Bojadsen T.W. et al., 2000; Zapata K.A. et al., 2015). Не разработаны ультразвуковые показатели эхоплотности и площади поперечного сечения паравертебральных мышц у детей в норме, отсутствует информация об изменениях в мышцах при начальных степенях сколиоза, не проведена взаимосвязь этих показателей с возрастом и полом пациентов и оценка их состояния после проведения консервативного лечения.

Целью нашего исследования было улучшение ранней диагностики идиопатического сколиоза у детей на основе изучения состояния паравертебральных мышц методом эхографии с применением гистографии.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: разработать ультразвуковые характеристики эхоплотности и площади

поперечного сечения паравертебральных мышц у детей в норме, уточнить эхографические признаки изменения в паравертебральных мышцах у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина», изучить и количественно оценить изменения в паравертебральных мышцах детей при начальных степенях идиопатического сколиоза и оценить возможности эхографии паравертебральных мышц в оценке эффективности консервативного лечения детей с начальными степенями идиопатического сколиоза.

Материалом исследования послужили результаты обследования и наблюдения за 116 детьми в возрасте от 9-ти до 11-ти лет, находившимися в клинике СПбГБУЗ Восстановительного Центра Детской Ортопедии и Травматологии «Огонек» в период с 2016 по 2018 гг. Дети были разделены на две группы: основную и группу контроля. В группу контроля вошли дети без деформаций позвоночного столба и нарушения осанки ($n=30$) в возрасте от 9-ти до 11-ти лет ($10,2+0,5$), из них 50% мальчиков и 50% девочек. Основную составляли 86 человек в возрасте от 9-ти до 11-ти лет ($10,8+0,2$), из них 47% мальчиков и 53% девочек: пациенты с нарушением осанки по типу «плоская спина» ($n=28$), пациенты со сколиозами I-ой степени (по В.Д. Чаклину) ($n=29$) и пациенты со сколиозами II-ой степени (по В.Д. Чаклину) ($n=29$).

Обследование выполняли утром до начала лечебных процедур. Всем детям оценку состояния мышц проводили в положении пациента лежа и стоя с вогнутой и выпуклой стороны дуги. В контрольной группе и в группе с нарушением осанки УЗИ ПВМ проводилось с правой и левой сторон симметрично. Исследование проводили в горизонтальной плоскости. В формировании сколиозоподобной деформации наибольший интерес вызывают мышцы поясничной области и среди них уникальные по своему анатомо-топографическому положению и стоящими перед нами задачами так называемые многораздельные мышцы – *mm.multifidi*. Исходя из этого, наибольшее внимание было уделено *mm.multifidi* на уровне четвертого поясничного позвонка (L4).

Для проведения УЗИ использовали линейный датчик частотой 7,5 МГц сканера Aloka SSD-1100. Оценивали площадь поперечного сечения ПВМ (см^2),

акустическую плотность ПВМ на заданном участке (%) и коэффициент асимметрии, основанный на степени разности значений, полученных с мышц правой и левой стороны позвоночного столба, который был разработан для статистического анализа (всегда соблюдалось условие: числитель – большее значение, знаменатель – меньшее).

Для верификации ультразвуковых данных была проведена ЭМГ паравертебральных мышц во всех группах пациентов. Оценивали следующие показатели: амплитуда биоэлектрической активности ПВМ (мкВ), частота биоэлектрической активности ПВМ (Гц), коэффициент асимметрии биоэлектрической активности ПВМ. Выявление взаимосвязи между УЗ показателями ПВМ и данными ЭМГ производилось с помощью статистически значимого коэффициента Пирсона.

Для выполнения поставленных в диссертации задач были разработаны критерии эхографической нормы ПВМ. Для этого было обследовано 30 детей в возрасте от 9-ти до 11-ти лет без клинических и инструментальных признаков сколиоза и нарушения осанки. Были определены средние УЗ показатели эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ справа и слева от оси позвоночника, а также коэффициенты их асимметрии. Выявлены зависимость этих показателей от пола и возраста. Эхоплотность ПВМ у мальчиков (n=15) была несколько выше, чем у девочек (n=15) - в среднем на 15%. Также имелись незначительные различия площади поперечного сечения ПВМ на исследуемом уровне. Так у мальчиков (n=15) она была на 0,5см² больше (в среднем 19%). Это связано с различием физиологии мальчиков и девочек в препубертатный период: до момента полового созревания рост и вес мальчиков опережает рост и вес девочек, поэтому толщина и тонус скелетных мышц в этом периоде у них больше, чем у девочек. Эхоплотность ПВМ у детей 9 лет была на 6% ниже, чем у детей 10 лет и на 24% ниже, чем у пациентов 11 лет, различия площади поперечного сечения ПВМ на исследуемом уровне у детей с возрастом практически не наблюдались.

Проведенная ЭМГ у детей без признаков сколиоза указывала на то, что показатели амплитуды и частоты БА справа/слева, стоя/лежа являлись практически симметричными (как при измерении площади поперечного сечения ПВМ, так и при исследовании эхоплотности), в связи с чем наличие симметричности этих показателей позволило соотнести их с УЗ показателями (достоверная корреляция коэффициентов асимметрии по Пирсону) и применять метод ЭМГ далее для верификации проводимого исследования.

В ходе работы установили, что у пациентов группы нарушения осанки по типу «плоская спина» показатели эхоплотности ПВМ и площади поперечного сечения ПВМ были симметричны в положении пациентов лежа (когда ось позвоночника выпрямлена, а мышцы не напряжены), в то же время при исследовании в положении пациента стоя они становились асимметричны (при вертикальном положении позвоночника с начальными патологическими изменениями его структуры в трех плоскостях тонус ПВМ также менялся – становился асимметричным). Вне зависимости от пола эхоплотность ПВМ у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» изменялась только при обследовании ребенка в положении стоя.. Определенной зависимости эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ от возраста не наблюдалось.

Кроме того, были получены данные за то, что УЗИ и ЭМГ у пациентов с нарушением осанки могут коррелировать между собой по коэффициентам асимметрии, а также между показателями эхоплотности ПВМ и амплитуды ПВМ.

Следует заметить, что эти результаты позволяют выявлять субклинический этап перехода здорового позвоночного столба в статус «сколиотический».

Эхографическая диагностика ПВМ у детей с первой степенью идиопатического сколиоза (дальнейшее развитие клинического этапа при переходе здорового позвоночного столба в статус «сколиотический») позволила установить повышение эхоплотности этих мышц и уменьшение площади их поперечного сечения на выпуклой стороне сколиотической дуги, а также небольшое повышение площади поперечного сечения на вогнутой стороне дуги. Этот факт допустимо расценить, как признак одностороннего функционального

напряжения *mm.multifidi*, ротирующих тела позвонков в противоположном направлении, в результате чего происходит растяжение одноуровневых контрлатеральных *mm.multifidi*: в них меняется объём и направление миофибрилл. Выявлена связь УЗ показателей ПВМ с полом ребенка: выраженность асимметрии площади поперечного сечения ПВМ больше усиливалась при переходе в положение стоя у девочек. Также выявлялась зависимость УЗ показателей ПВМ от возраста: выраженность асимметрии площади поперечного сечения была выше у детей 11-ти лет в положении стоя.

После проведения курса комплексного консервативного лечения детей со сколиозом I-ой степени на фоне положительной клинической и компьютернотопографической динамики при проведении этапной сонографической диагностики выявлялось уменьшение эхоплотности ПВМ на выпуклой стороне сколиотической дуги, повышение площади поперечного сечения ПВМ на выпуклой стороне в положении лежа и стоя и уменьшение ее на вогнутой стороне дуги в положении пациента стоя, что снижало коэффициенты асимметрии эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ. Данное явление прямо свидетельствует о восстановлении физиологического баланса между одноуровневыми *mm.multifidi* правой и левой сторон.

Выявили, что при сколиозе I-ой степени данные УЗИ и ЭМГ могут коррелировать между собой по коэффициентам асимметрии и между показателями эхоплотности и амплитуды ПВМ.

Таким образом, результаты эхографии ПВМ доказывают эффективность консервативного лечения в начале развития идиопатического сколиоза (в процессе перехода к выраженной симптоматике), что крайне важно для его профилактики.

В ходе проведенного исследования были получены данные, что у детей со сколиозом II-ой степени наблюдается выраженное повышение эхоплотности ПВМ и уменьшение площади их поперечного сечения на выпуклой стороне сколиотической дуги. Данный факт может быть объяснён продолжением процесса формирования горизонтальной компоненты трёхплоскостной сколиотической

деформации, который начинался в начале клинического этапа «сколиоз 0-I степени». Выявлена зависимость УЗ показателей ПВМ от пола: у девочек асимметрия площади поперечного сечения ПВМ была более выражена. Также установлена зависимость УЗ показателей ПВМ от возраста: выраженность асимметрии между вогнутой и выпуклой сторонами сколиотических дуг при оценке эхоплотности ПВМ была обратно пропорциональна, а при оценке площади поперечного сечения ПВМ – прямо пропорциональна возрасту.

В сравнении с результатами исследования при сколиозе I-ой степени асимметрия эхоплотности ПВМ при сколиозе II-ой степени была выше, а выраженность асимметрии показателей площади поперечного сечения ПВМ практически не отличалась при обеих степенях сколиоза.

После проведения консервативного лечения на фоне положительной клинической и компьютерно-топографической динамики было выявлено уменьшение эхоплотности ПВМ на выпуклой стороне сколиотической дуги и уменьшение площади поперечного сечения ПВМ на вогнутой ее стороне, что в среднем снижало асимметрию УЗ характеристик ПВМ между двумя сторонами и приближало значения УЗ показателей к их значениям при сколиозе I-ой степени.

Полученные данные согласуются с результатами МРТ (Shafaq N. et al., 2012), КТ (Зейналов Ю.Л., 2018; Heidari P. et al., 2015) и гистохимическими исследованиями (Щурова Е.Н., 2021; Bylund P. et al., 1987) паравертебральных мышц у пациентов со сколиозом в доказательстве асимметрии площади и плотности мышц на вогнутой и выпуклой сторонах дуги деформации, но в вышеперечисленных работах представлены результаты обследования взрослых больных с тяжелыми формами сколиоза (III-й и IV-й) без сравнения результатов обследования до и после лечения. Также имеется определенная корреляция с работами К.А. Zapata et al. (2015), К.Р. Kennelly, М. J. Stokes (1993) по эхографии паравертебральных мышц при сколиозе, но в обоих случаях целью исследования являлась возможность определения надежности ультразвукового метода при обследовании паравертебральных мышц у пациентов со сколиозом и не касалась его ранней диагностики и лечения.

Таким образом, в диссертационной работе была разработана и внедрена в клиническую практику новая методика ранней диагностики идиопатического сколиоза у детей. В исследовании учитывалась роль паравертебральных мышц в формировании сколиоза, а также возможность доступной и одновременно информативной диагностики их состояния, к которым относится метод эхографии. В результате проведенной работы были установлены эхографические критерии плотности и площади поперечного сечения ПВМ у детей без деформации позвоночника, с нарушением осанки по типу «плоская спина», с идиопатическим сколиозом I-ой и II-ой степени; получены сведения об изменении состояния ПВМ после проведенного консервативного лечения идиопатического сколиоза. По общему итогу настоящей работы эхография ПВМ с применением гистографии является оптимальным методом диагностики состояния позвоночника у детей с начальной симптоматикой идиопатического сколиоза, которая позволит назначать своевременное консервативное лечение заболевания и осуществлять динамический контроль за пациентами для предотвращения прогрессирования патологического процесса.

ВЫВОДЫ

1. Паравертебральные мышцы у детей без признаков сколиоза и нарушения осанки характеризуются симметричностью показателей эхоплотности и площади поперечного сечения в положении лежа и стоя.

2. Эхографическим критерием нарушения осанки – вариант «плоская спина» – является асимметрия показателей эхоплотности паравертебральных мышц ($23,8 \pm 7,4\%$ и $22,68 \pm 6,7\%$ ($p < 0,01$)) и площади их поперечного сечения ($1,9 \pm 0,5 \text{ см}^2$ и $2,05 \pm 0,53 \text{ см}^2$ ($p < 0,001$)) в положении стоя при сохранении симметричности этих показателей в положении лежа.

3. У детей с идиопатическим сколиозом: эхоплотность паравертебральных мышц у детей с повышается преимущественно в положении стоя с выпуклой стороны сколиотической дуги при первой ($25,15 \pm 7,01\%$ ($p < 0,0001$)) и второй ($27,57 \pm 6,5\%$ ($p < 0,0001$)) степенях сколиоза; площадь поперечного сечения паравертебральных мышц уменьшается на выпуклой стороне сколиотической дуги по сравнению с вогнутой преимущественно в положении стоя при первой ($2,004 \pm 0,58 \text{ см}^2$ ($p < 0,01$)) и второй ($1,89 \pm 0,53 \text{ см}^2$ ($p < 0,01$)) степенях сколиоза; коэффициенты асимметрии эхопоказателей состояния паравертебральных мышц у детей при идиопатическом сколиозе второй степени выше, чем при первой ($p < 0,0001$).

4. Эхография позволяет выявить изменения в паравертебральных мышцах на фоне проводимого консервативного лечения: при первой степени идиопатического сколиоза они обратимы ($p > 0,05$), при второй – приближаются к значениям первой ($p < 0,001$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Целесообразно включить эхографию в комплексную диагностику идиопатического сколиоза и использовать её на всех этапах наблюдения и лечения пациентов вне зависимости от выраженности деформации позвоночного столба, а также применять данный метод ультразвуковой диагностики у детей «группы риска» по сколиозу.

2. Показанием к проведению эхографии паравертебральных мышц является наличие у детей признаков нарушения осанки по типу «плоская спина», а также появление у них первых клинических симптомов идиопатического сколиоза.

3. Дифференциальную ультразвуковую диагностику в практической работе следует проводить между нормой и нарушением осанки, нарушением осанки по типу «плоская спина» и идиопатическим сколиозом I-ой степени, а также между I-ой и II-ой степенями идиопатического сколиоза.

4. Для адекватного и своевременного консервативного лечения, а также динамического контроля за пациентами с целью предотвращения прогрессирования патологического процесса врачам необходимо применять в работе рекомендуемую эхографическую методику изучения паравертебральных мышц.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Для дальнейшей разработки темы целесообразно более подробно изучить диагностические возможности эхографии ПВМ при динамическом исследовании пациентов с применением диагностических тестов (например, тест Адамса), особенно в спорных случаях, когда клиническая картина присутствует, а другие лучевые методы не дают результата. Также, учитывая современные тенденции, имеет смысл проведение исследования с использованием доплерографии сосудов. Это позволит проводить дифференциальную диагностику более четко и улучшит результаты лечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абальмасова, Е.А. Клинический полиморфизм диспластического сколиоза / Е.А. Абальмасова, Л.В. Левая // Ортопедия, травматология. – 1978. – № 12. – С. 1 – 7.
2. Абальмасова, Е.А. О диспластических сколиозах / Е.А. Абальмасова, А.В. Коган // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1965. – №7. – С. 36.
3. Абальмасова, Е.А. Сколиоз в рентгеновском изображении и его измерение / Е.А. Абальмасова // Ортопедия, травматология. – 1964. – № 5. – С. 49 – 50.
4. Алберт, С.Б. Молекулярная биология клетки / С.Б. Алберт. – М.: Мир, 1994. – Т. 1-3.
5. Алмазов, И.В. Атлас по гистологии и эмбриологии / И.В. Алмазов, Л.С. Сутулов. – М. : Медицина, 1978.
6. Андрианов, В.Л. Заболевания и повреждения позвоночника у детей и подростков / В.Л. Андрианов, Г.А. Баиров, В.И. Садофьева и соавт. – Л., 1985.
7. Анохин, П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1975. – 477 с.
8. Антонова, О.А. Восстановительное лечение больных с резидуальной стадией детского церебрального паралича / О.А. Антонова, А.Л. Куренков. – М.: Антидор, 1999. – С. 303 – 322.
9. Аршин, В.В. Сколиоз, причины и механизм развития, новый метод коррекции [Текст] / В.В. Аршин, А.В., Чебыкин // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. – 2015. – No 1 (17). – С. 55-57.
10. Бадалян, Л.О. Детская неврология / Л.О. Бадалян. – М.: Медицина, 1984. – 576 с.
11. Бадалян, Л.О. Клиническая электронейромиография: Руководство для врачей / Л.О. Бадалян, И.А. Скворцов. – М.: Медицина, 1986. – 368 с.
12. Баиндурашвили, А.Г. Современные технологии коррекции деформации

- позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом / А.Г. Баиндурашвили, С.В. Виссарионов, С.М. Белянчиков и соавт. // Материалы научно-практической конференции с международным участием «Комплексное лечение сколиозов у детей». – Санкт-Петербург, 2018. – С. 46.
13. Бекшаев, С.С. Исследование особенностей функционирования центральной нервной системы детей с идиопатическим сколиозом с помощью метода 3dlooseg / С.С. Бекшаев, С.А. Бумакова, Д.Ю. Пинчук и соавт. // Хирургия позвоночника. – 2007. – №2. – С. 40 – 48.
14. Белорусов, В.Ф. Клинико-электромиографические параллели у больных сколиозом / В.Ф. Белорусов, А.Д. Бурьгина, А.М. Ненько // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. – Л., 1979. – С. 49 – 50.
15. Белоусов, Л.В. Основы общей эмбриологии / Л.В. Белоусов. – М.: МГУ, 2005.
16. Бернштейн, Н.А. Физиология движений и активность / Л.В. Бернштейн. – М., 1990. – 494 с.
17. Берштейн, Н.А. Биомеханика и физиология движений: Избранные психологические труды / В.П. Зинченко. – М. : Издательство НПО, 2008. – С. 26-31.
18. Бондарь, В.И. Реабилитация детей-инвалидов общегосударственная проблема / В.И. Бондарь // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 1995. – № 3. – С. 22-25.
19. Валина, С.Л. Закономерности развития у школьников болезней костно-мышечной системы в условиях комплексного воздействия факторов среды обитания и образа жизни / С. Л. Валина, И. Е. Штина, О. А. Маклакова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 3. – С. 54-66. – DOI 10.21668/health.risk/2021.3.05.
20. Виссарионов, С.В. Коррекция идиопатического сколиоза у детей под контролем 3D-КТ-навигации / С.В. Виссарионов, А.П. Дроздецкий, Д.Н. Кокушин, С.М. Белянчиков // Хирургия позвоночника. – 2012. – № 2. – С. 30-36.

21. Воробьев, В.П. Атлас анатомии человека / В.П. Воробьев, Р.Д. Синельников. – М.: Медгиз, 1946. – 368 с.
22. Гайворонский, Г.И. Электрическая активность паравертебральных мышц при экспериментальном сколиозе / Г.И. Гайворонский, С.В. Попов // Патология позвоночника. – Л., 1975. – С. 86-88.
23. Гайворонский, Г.И. Экспериментальный сколиоз: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Гайворонский Г.И. – Л., 1982.
24. Гайворонский, И.В. Анатомия и физиология человека / И.В. Гайворонский. – М.: Академия, 2006.
25. Гатиатулин, Р.Р. Социальные аспекты заболеваемости сколиозом в Красноярском крае / Р.Р. Гатиатулин // Материалы междунар. симпозиума «Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника». – Москва, 2003. – С. 15.
26. Гехт, Б.М. Теоретическая и клиническая электромиография / Б.М. Гехт. – Л.: Наука, 1990. – 228 с.
27. Гехт, Б.М. Электромиография в диагностике нервно-мышечных заболеваний / Б.М. Гехт, Л.Ф. Касаткина, М.И. Самойлов, А.Г. Санадзе. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1997. – 370 с.
28. Гилберт, С. Биология развития / С. Гилберт – М., 1995. – Т. 3.
29. Глаголев, Н.В. Сколиоз и аномалии краниовертебрального перехода: взаимосвязь или сочетание? / Н.В. Глаголев, Т.Н. Козлитина // Вестник новых медицинских технологий. – 2014. – №1.
30. Голиченков, В.А. Эмбриология: учебник / В. А. Голиченков, Е.А. Иванов, Е.Н. Никерясова. – М.: Academia, 2004. – 219 с.
31. Гребенюк, Л.А., Возможности комплексного использования эхографии и электромиографии в оценке состояния нервно-мышечного аппарата при оперативном удлинении конечностей / Л.А. Гребенюк, М.С. Сайфутдинов, Е.Б. Гребенюк // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 1. – С. 21-28.
32. Губергриц, Н.Б. Показатели ультразвуковой гистографии поджелудочной

- железы в динамике лечения больных с хроническим панкреатитом на фоне ожирения / Н.Б. Губергриц // Гастроэнтерология. – № 2 (48). – 2013.
33. Данилов, Р.К. Общая и медицинская эмбриология / Р.К. Данилов, Т.Г. Боровая. - СПб. : Наука, 2003.
34. Дюбуссе, Ж. 3D в вертебральной патологии: горизонтальная плоскость скрыта в каждой сколиотической деформации / Ж. Дюбуссе // Хирургия позвоночника. – 2021. – Т. 18. – № 2. – С. 93-103.
35. Делягин, В.М. Ультразвуковое исследование мышц в норме и при нейромышечной патологии / В.М. Делягин // SonoAce Ultrasound. – №27, 2015. – Режим доступа: <https://www.medison.ru/si/art401.htm>.
36. Долганова, Т.И. Диагностическая информативность огибающей эмгповерхностных паравертебральных мышц в постуральных стереотипах у пациентов со сколиозом III-IV степени / Т.И. Долганова, Д.В., Долганов С.О. Рябых // Гений ортопедии. – 2018. – №1. – С.57-61.
37. Дудин, М. Г. Идиопатический сколиоз у детей и подростков. Часть 2. Патогенез / М. Г. Дудин, Д. Ю. Пинчук // XI съезд Российской Ассоциации хирургов-вертебрологов (RASS) с Образовательным курсом Общества Исследования Сколиоза (SRS Worldwide Course – 2021) «Хирургия позвоночника: итоги 10-летнего опыта и обновлений»: Сборник тезисов. XI съезд Российской Ассоциации хирургов-вертебрологов (RASS) с Образовательным курсом Общества Исследования Сколиоза (SRS Worldwide Course - 2021), Нижний Новгород, 02–05 июня 2021 года. – Нижний Новгород: Ассоциация хирургов-вертебрологов (RASS), 2021. – С. 48-49.
38. Дудин, М.Г. Идиопатический сколиоз: нейрофизиология, нейрохимия / М.Г. Дудин, Д.Ю. Пинчук. – СПб.: Человек, 2013.
39. Дудин, М. Г. Центральная нервная система и идиопатический сколиоз / М.Г. Дудин, Д.Ю. Пинчук // Хирургия позвоночника. – 2005. – № 1. – С. 45-55 .
40. Дудин, М.Г. Выявление особенностей нейрогуморальной регуляции опорно-двигательного аппарата у больных идиопатическим сколиозом

- методом биотестирования / М.Г. Дудин, Т.В. Авалиани, Д.Ю. Пинчук // Хирургия позвоночника. –2004. – № 2. – С. 58-63.
41. Дудин, М.Г. Идиопатический сколиоз / М.Г. Дудин, Д.Ю. Пинчук. – Спб.: Человек, 2009. – 336 с.
42. Дудин, М.Г. Идиопатический сколиоз и директивные системы организма // Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника: Методы лечения: Тез. докл. – М., 2003. – С. 26-27.
43. Дудин, М.Г. Идиопатический сколиоз: профилактика, консервативное лечение / М.Г. Дудин. – СПб. : Человек, 2017. – 223 с.
44. Дудин, М.Г. Идиопатический сколиоз. Лекция, часть I. «Парадоксы» [Текст] / М.Г. Дудин, Д.Ю. Пинчук // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2014. – № 1. – С. 70-77.
45. Дудин, М.Г. К вопросу об этиопатогенезе идиопатического сколиоза / М.Г. Дудин, Д.Ю. Пинчук, С.С. Бекшаев и соавт. // Хирургия позвоночника. – 2006. – № 4. – С. 18-25.
46. Дудин, М.Г. Математическое моделирование трехплоскостной деформации позвоночного столба человека / М.Г. Дудин, Ю.А. Балошин, С.В. Бобер, И.Ю. Поморцев // Российский журнал биомеханики. – 2016. – Т. 20, № 3. – С. 272–282.
47. Дудин, М.Г. О механогенезе торсионных изменений при сколиозе / М.Г. Дудин, Ю.Ф. Сеницкий // Ортопед., травматол. и протезир. – 1981. – № 2. – С. 33-36.
48. Дудин, М.Г. Особенности биоэлектрической активности мышц спины у детей с идиопатическим сколиозом по данным ЭМГ / М.Г. Дудин, Д.Ю. Пинчук, С.А. Бумакова // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. – 2002. – С. 124-125.
49. Дудин, М.Г. Особенности гормональной регуляции обменных процессов в костной ткани как этиопатогенетический фактор идиопатического сколиоза: дис. ... д-ра мед. наук / Дудин М.Г. – СПб., 1993.
50. Дудин, М.Г. Роль нейропептидов в диагностике и лечении сколиоза / М.Г.

- Дудин, Д.Ю. Пинчук, Т.В. Авалиани и соавт. // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2007. – № 3. – С. 103.
51. Епифанов, В.А. Реабилитация в травматологии и ортопедии [Текст] / В.А. Епифанов, А.В. Епифанов. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2015. – 416 с.
52. Жирнова, Л.Р. Ультрасонография в диагностике стадий острых гнойных воспалительных заболеваний кисти: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Жирнова Л.Р. – Казань, 2010.
53. Зейналов, Ю.Л. Показатели кальциевого обмена и маркеры костеобразования у больных идиопатическим сколиозом в зависимости от возраста / Ю. Л. Зейналов, Г. В. Дьячкова, И. В. Сутягин [и др.] // Забайкальский медицинский вестник. – 2021. – № 2. – С. 47-55.
54. Зейналов, Ю.Л. МСКТ-картина рентгено-морфологических изменений параспинальных мышц у больных идиопатическим сколиозом различной степени тяжести при естественном течении / Зейналов Ю.Л., Дьячкова Г.В., Дьячков К.А., Ларионова Т.А. // Вестник Российского Научного Центра рентгенорадиологии. – 2018. – №1. – С. 70-86.
55. Зенков, Л.Р. Клиническая электроэнцефалография с элементами эпилептологии / Л.Р. Зенков – Таганрог: Из-во Таганрогского государственного радиотехнического ун-та. – 1996. – 358 с.
56. Зотова, И. В. Оценка уровня развития корсетных мышц у детей старшего дошкольного возраста посредством физикального обследования / И. В. Зотова // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Серия: Биологические науки. – 2021. – № 1. – С. 60-65.
57. Зубарев, А.В. Диагностический ультразвук – костно-мышечная система / А.В. Зубарев. – М.: ООО "Фирма СТРОМ", 2002 – С. 8-9.
58. Зубарев, А.В. Возможности эластографии в комплексной ультразвуковой диагностике рака предстательной железы / А.В. Зубарев, С.М. Алферов, Ю.П. Трибунов, Е.А. Панфилова // Медицинская визуализация – 2011. – №2. – С.95.
59. Иванова, М.А. Особенности организации комплекса «поясничные

- позвонок-мышцы спины» у женщин зрелого возраста / М. А. Иванов, А. А. Рожнов, М. А. Булычев [и др.] // Клинико-морфологические аспекты фундаментальных и прикладных медицинских исследований : Материалы международной научной конференции, Воронеж, 19 марта 2021 года / Редколлегия: Н.Т. Алексеева [и др.]. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2021. – С. 82-86.
60. Касаткина, Л.Ф. Особенности течения денервационно-реиннервационного процесса при различных уровнях поражения периферического нейромоторного аппарата (клинико-патофизиологическое исследование): автореф. дис. д-ра. биол. наук / Касаткина Л.Ф. – Казань, 1996.
61. Касаткина, Л.Ф. Электромиографические методы исследования в диагностике нервно-мышечных заболеваний. Игольчатая миография / Л.Ф. Касаткина, О.В. Гильванова – М.: Медика, 2010. – С. 196-248.
62. Касаткина, Л.Ф. Электромиография в диагностике заболеваний периферического нейромоторного аппарата / Л.Ф. Касаткина // Функциональная диагностика. – 2003. – № 1. – С. 79-85.
63. Ключкин, И.В. Комплексная сонография в оценке острых гнойных заболеваний кисти / И.В. Ключкин, Л.Р. Жирнова // Успехи современного естествознания. – 2004. – №12. – С.50-51.
64. Ключкина, Ю.А. Динамический сонографический контроль за репаративным процессом при переломах: автореф. дис. ... канд.мед. наук / Ключкина Ю.А. – Казань, 2002.
65. Кноррэ, А.Г. Краткий очерк эмбриологии человека / А.Г. Кноррэ. – М.: Медицина, 1967.
66. Кобызов, А.Е. Асимметричное развитие дуг позвонков как рентгенологический признак прогрессирующего идиопатического сколиоза у детей. / А.Е. Кобызов // Гений Ортопедии. – 2012. – №3 – С. 128.
67. Кокушин, Д.Н. Временные показатели применения 3D-КТ навигации при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом / Д. Н.

- Кокушин, С. В. Виссарионов, А. Г. Баиндурашвили [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 1. – С. 64.
68. Кузнецов, С.Л. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии / С.Л. Кузнецов, Н.Н. Мушкамбаров, В.Л. Горячкина – М.: МИА, 2006.
69. Михайловский, М.В. Хирургия деформаций позвоночника / М.В. Михайловский, Н.Г. Фомичев. – Новосибирск, 2011.
70. Михайловский, М.В. Этиология, патогенез и патомеханизм идиопатического сколиоза / М.В. Михайловский, А.М. Зайдман // Хирургия позвоночника. – 2004. – №2. – С. 88-97.
71. Мушкин, А.Ю. Биомеханика позвоночника в норме и при патологических состояниях: основные аспекты исследований / А.Ю. Мушкин, Э.В. Ульрих, И.В. Зуев // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 4. – С. 53-61.
72. Нечаев, В.И. Клинико-анатомические аспекты вертебродологии // Математическая морфология. – 1997. – Т.3. – С. 109-119.
73. Нечаев, В.И. Локомоторная морфология позвоночного столба. Теория и практика. – Смоленск: Смядынь, 2004. – 68 с.
74. Никитина, А.А. Характеристики ЭМГ-активности паравертебральных мышц у детей 9-12 лет без деформации позвоночного столба / А.А. Никитина, М.Г. Дудин, В.Н. Команцев // VIII Международный конгресс Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине. – СПб, 2018. – С. 11.
75. Николаев, С.Г. Электромиографическое исследование в клинической практике / С.Г. Николаев. – Иваново, 1998. – С. 24-36.
76. Нуриев, З.Ш. Изучение паравертебральных мышц методом РКТ / Вертеброневрология. – 2002. – Т. 9, № 3-4. – С. 21-25.
77. Нуриев, З.Ш. Патоморфология структур позвоночного двигательного сегмента при идиопатическом сколиозе по данным РКТ / З.Ш. Нуриев Я.Х. Ибрагимов, М.А. Подольская и соавт. // Тезисы докладов международной научно практической конференции: Российский национальный конгресс «Человек и его здоровье». – СПб, 2000. – С. 35-35.
78. Нуриев, З.Ш. Рентгеновская компьютерно-томографическая характеристика

- паравертебральных мышц у больных поясничным остеохондрозом: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Нуриев З.Ш. – Казань, 2004.
79. Нуриев, З.Ш. Характеристика паравертебральных мышц клинически здоровых волонтеров методом РКТ / З.Ш. Нуриев, М.К. Михайлов, М.А. Подольская // Каз. мед. журнал. – 2004. – №4. – С. 284-290.
80. Общероссийская общественная организация Ассоциация травматологов-ортопедов России (АТОР). Клинические рекомендации. Идиопатический сколиоз. Министерство Здравоохранения Российской Федерации. – 2021.
81. Гибадулина, И.О. Способ дифференцированной оценки структуры мышечной ткани нижних конечностей: Патент № 2204945 РФ / И.О. Гибадулина, В.А. Бауэр, Г.Е. Соколович, Н.В. Гибадулин // Бюл. Изобретения. Полезные модели. - 2002.
82. Осинцева, Л.В. Способ диагностики структурных изменений в паравертебральных мягких тканях спины при компрессионных переломах позвонков на уровне грудного отдела позвоночника: Патент № 2330613 РФ / Л.В. Осинцева, А.С. Маликов // Бюл. Изобретения. Полезные модели. - 2008.
83. Пинчук, Д.Ю. Центральная нервная система и идиопатический сколиоз / Д.Ю. Пинчук, М.Г. Дудин. – СПб., 2011.
84. Пирогов, Н.И. Топографическая анатомия. Срезы замороженного трупа / Н.И. Пирогов. – СПб, 1952. – Т. 4. – 236 с.
85. Поморцев, И.Ю. Математическое моделирование поэтапного формирования трехплоскостной «сколиозоподобной» деформации в двухколонной модели имитирующей реальный позвоночный комплекс / И.Ю. Поморцев, С.В. Бобер, М.Г. Дудин, Ю.А. Балашин // Сборник трудов VI съезда хирургов-вертебрологов России «Вертебрология в России: перспективы, проблемы и пути решения». - Краснодар, 2015. – Т. 1. – С. 86-92.
86. Попелянский, А.Я. Пропедевтика вертеброгенных заболеваний нервной системы / А.Ю. Попелянский, Я.Ю. Попелянский. – Казань, 1985. – 86 с.
87. Попелянский, Я.Ю. Вертеброгенные заболевания нервной системы. Вертеброгенные синдромы поясничного остеохондроза / Я.Ю.

- Попелянский. – Казань: Изд-во КГУ, 1974. – Т. 1. – 285 с.
- 88.Привес, М.Г. Анатомия человека / М.Г. Привес, Н.К. Лысенков, В.И. Бушкович. – М.: Медицина, 1985. – 672 с.
- 89.Привес, М.Г. Анатомия человека / Под ред. М.В. Привеса. – М.: Медицина, 1985. – 686 с.
- 90.Рамешвили, Т.Е. Дегенеративно-дистрофические поражения позвоночника. Руководство для врачей / Т.Е. Рамешвили, Т.Е. Труфанов, Б.В. Гайдар и соавт. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2011. – 218 с.
- 91.Садовая, Т.Н. Концепция раннего выявления, лечения и мониторинга деформаций позвоночника у детей / Т.Н. Садовая // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 4. – С. 109-113 .
- 92.Садовая, Т.Н. Скрининг, мониторинг и организация специализированной ортопедической помощи детям с деформациями позвоночника: автореф. дис. д-ра мед. наук / Садовая Т.Н. – СПб, 2010. – 45 с.
- 93.Сазонова, Е.А. Результаты влияния авторской методики непрямого массажа на состояние мышц по данным поверхностной электромиографии / Е. А. Сазонова, Е. М. Литвиченко, Е. В. Быков, Р. Г. Перемазова // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 1(14). – С. 7. – DOI 10.51871/2588-0500_2021_05_01_7.
- 94.Самусев, Р.П., Общая и частная гистология / Р.П. Самусев, М.А. Капитонова. – «Оникс», Мир и Образование. – 2019.
- 95.Санадзе, А.Г. Клиническая электромиография для практических неврологов: руководство / А. Г. Санадзе, Л. Ф. Касаткина. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 64 с.
- 96.Сапин, М.Р. Атлас нормальной анатомии человека в 2-х томах. Т1. / М.Р. Сапин, Д.Б. Никитюк, Э.В. Швецов. – М. МЕДпресс-информ, 2004. – 488 с.
- 97.Сарнадский, В.Н. Иерархическая система интегральных индексов для оценки нарушений осанки методом компьютерной оптической топографии / В.Н. Сарнадский, Н.Г. Фомичев // Тез. Конференции детских травматологов-ортопедов России «Актуальные вопросы детской

- травматологии и ортопедии». – Москва, 2001. – С. 283-284.
98. Сарнадский, В.Н. Мониторинг деформации позвоночника методом компьютерной оптической топографии / В.Н. Сарнадский, Н.Г. Фомичев. – Пособие для врачей МЗ РФ. – Новосибирск: НИИТО, 2001 – 44 с.
99. Сарнадский, В.Н. Способ компьютерной оптической топографии тела человека и устройство для его осуществления / В.Н. Сарнадский, М.А. Садовой, Н.Г. Фомичев // Евразийский патент. – 1996. – № 111.
100. Синельников, Р.Д. Атлас анатомии человека. - М.: Медгиз, 1958. – Т. 1-2. – 458 с.
101. Синельникова, Е.В. Ультразвуковая визуализация изменений мышечной ткани при оссифицирующей прогрессирующей фибродисплазии: обзор и описание 2 случаев / Е. В. Синельникова, В.Г. Часнык, Р.А. Насыров и соавт. – Санкт-Петербург: Педиатр. – 2013. – Т. IV, № 3. – С.115.
102. Тонков, В.Н. Мышцы и вспомогательные аппараты / В.Н. Тонков, Б.А. Сабуров – М.: БМЭ, 1960. – 359 с.
103. Травматология и ортопедия: руководство для врачей / под общ. ред. Н.В.Корнилова. – СПб., Гиппократ. – 2006. – Т.4. – 624 с.
104. Ульрих, Э.В. Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках / Э.В.Ульрих, А.Ю. Мушкин. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2006. – 187 с.
105. Фаллер, Дж. Молекулярная биология клетки / Дж. Фаллер, Д. Шилдс. - М: БИНОМ-Пресс, 2003.
106. Филимонова, Г.Н. Морфологическая характеристика паравертебральных мышц пациентов со сколиозом, обусловленным первичными прогрессирующими миодистрофиями / Г.Н. Филимонова, Н.С. Мигалкин // Архив патологии. – 2019. – № 3 (81). – С. 45-50.
107. Хусаинов Н.О. Концепция сагиттального баланса у пациентов детского возраста с заболеваниями позвоночника / Н. О. Хусаинов, С. В. Виссарионов, Д. Н. Кокушин, С. Е. Хальчицкий // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 2. – С. 188.
108. Цивьян, Я.Л. Сколиотическая болезнь и её лечение / Я.Л. Цивьян. –

Ташкент: Медицина, 1972. – 221 с.

109. Цуканов, А.Н. Диагностика статических деформаций позвоночника методом топографической фотометрии в динамике до и после реабилитационных мероприятий у детей школьного возраста / А. Н. Цуканов // Проблемы здоровья и экологии. – 2016. – № 3(49). – С. 44-47.
110. Чаклин, В.Д. Патология, клиника и лечение сколиоза / В.Д. Чаклин // Труды 1-го Всесоюзного съезда травматологов, ортопедов. – Москва: Медицина. – 1965. – С. 209.
111. Чаклин, В.Д. Сколиоз и кифозы / В.Д. Чаклин, Е.А. Абальмасова. – М.: Медицина, 1973. – 255 с.
112. Шарпарь, В.Д. Анализ нарушений опорно-двигательного аппарата у детей 7-18 лет в лицах г. Йошкар-олы [Текст] / В.Д. Шарпарь, тМ.Е. Виндерлих // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. — 2016. – No 1. – С. 55-56.
113. Щурова, Е. Н. Влияние величины деформации в грудном отделе позвоночника на морфологическую картину параспинальных мышц у больных с идиопатическим сколиозом тяжелой степени / Е.Н. Щурова, Г.Н. Филимонова, С.О. Рябых // Гений ортопедии. – 2021. – Т. 27. – № 1. – С. 68-73. – DOI 10.18019/1028-4427-2021-27-1-68-73.
114. Щурова, Е.Н. Анализ степени вовлечённости мышц нижних конечностей в патологический процесс у подростков с идиопатическим сколиозом / Е.Н. Щурова, М.С. Сайфутдинов, Т.И. Долганова [и др.] // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2021. – Т. 6. – № 2. – С. 154-165. – DOI 10.29413/ABS.2021-6.2.18.
115. Щурова, Е.Н. Сопоставление ультразвуковых и морфологических результатов исследования паравертебральных мышц на вершине деформации у больных с кифосколиозом на фоне нейрофиброматоза I типа // Е.Н. Щурова, Т.И. Менщикова, Г.Н. Филимонова // Гений ортопедии. 2018. – Т.24 – №1. – С.70-74.
116. Эйленбург, А. Реальная энциклопедия практической медицины.

- Медико-хирургический словарь для практических врачей / А. Эйленбург. - С.-Петербург: Практическая медицина. – 1915.
117. Эллис, Г. Атлас анатомии человека в срезах, КТ- и МРТ-изображениях / Г. Эллис, Б.М. Логан, Э.К. Диксон. – М. : ГЭОТАР – Медиа, 2010. – 263 с.
118. Adams, W. Lectures on the pathology and treatment of lateral and other forms of curvature of the spine / W. Adams London: Churchill, 1882. – 302 p.
119. Asaka, Y. Idiopathic scoliosis and equilibrium disturbance / Y. Asaka. Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi. – 1979. – Vol. 53. - P. 963-977.
120. Atlas anatomiae corporis humani. Composuerunt F.Kiss, I. Szen-tagothai. Budapest, 1962. – V.1. – 400 p.
121. Jeanmart, L. Atlas of Patological Computed tomography / L. Jeanmart, Beart A. Wacken heim // Computer Tomography of heck, chest, spine and Limbs. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New-York Tokyo, 1999. – P. 184-190.
122. Baron, J.B. Muscles moteurs oculaires, attitude et comportement locomoteur des vertebres / J.B. Baron Theses de Sciences, Paris. – 1955. – 158 p.
123. Bohm, M. Contribution to the etiology of «lateral curvature» of the spine / M. Bohm. – Boston med. and surg. – 1906.
124. Bojadsen, T. Comparative study of multifidi in lumbar and thoracic spine / T. Bojadsen, E. Silva, A. Rodrigues et al. // Eletromyogr Kinesiol. – 2000. - 10 (3). – P. 143-149.
125. Brussati, F. Electromyographische Untersuchungen der Ruckenund Bauchmuskulatur bei idiopatishen Scoliosen / F. Brussati // Stuttgart. - 1962.
126. Burwell, R.G. Aetiology of adolescent idiopathic scoliosis: time for task force / R.G. Burwell, P.H. Dangerfield // J. Bone Joint Surg. – 1995. – Vol. 77-B. – P. 127-129.
127. Bylund, P. Muscule fiber types in thoracic erector spinae with idiopathic scoliosis: implications for treatment / P. Bylund, E. Jansson, E. Dahlberg, E. Eriksson. – Clin-Orthop. – 1987. - (214). – P. 222-228.
128. Byrd, J.A. 3d Current theories on the ethiology of idiopathic scoliosis / J.A.

- Byrd // Clin. Orthop. – 1988. – № 229. – P. 114-119.
129. Cannon, W.B. The James-Lange theory of emotions and alternative theory / W.B. Cannon // American Journal of psychology. – 1927. – 39. – P. 106-124.
130. Chan, Y.L. MRI evaluation of multifidus muscles in adolescent idiopathic scoliosis / Y.L. Chan // Pediatr. Radiology. – 1999. – № 29 (5). – P. 360-363.
131. Cherny, P. The axial pelvis rotation assessment according to the original radiographic method with the use of 3D pelvis model / P. Cherny, I. Marik // The 17-th Praga – Lublin – Sidney – St.Peterburg Simposium.– 2015. – Режим доступа: www.anglespine.com.
132. Chu, W.C. Dinamic magnetic resonance imaging in assessing lung function in adolescent idiopatic scoliosis a pilot study of comparison befor and after posterior spinal fusion / W.C. Chu // Pediatr. Radiology. – 2006.
133. Cobb, J.R. The problem of the primary curve / J. Bone. – Jt. Surg. – 1960. – Vol. 42 , № 8. – P. 1413-1425.
134. Cobb, J.R. Outline for the study of scoliosis / J.R. Cobb // Amer. Acad. Orthop. Surg. Instructional Course Lectures. – 1948. – Vol. 5. – P. 261 – 275.
135. Coldron, Y. Lumbar multifidus muscle size does not differ whether ultrasound imaging is performed in prone or side lying / Y. Coldron, M. Stokes, K. Cook // Manual Therapy – 2003. - 8(3). – P. 161-165.
136. Cunningham, D.J. Cunningham`s text-book of anatomy / Edited by Robinson. - 5th ed. NY., Wiliam Wood & Co. – MDCCCCXVIII, 1918. – P. 1599.
137. Denis, F. The threecolumn spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries / F. Denis // Spine. – 1976. – 8 (8). – P. 817-831.
138. Driscoll, D.M. A study of postural equilibrium in idiopathicscoliosis / D.M. Driscoll // J.Pediatr. Orthop. – 1984. – №4. – P. 677-681.
139. Dubousset, J. Experimental scoliosis induced by pineal and diencephalic lesions in young chickens: its relation with clinical findings / J. Dubousset // Orthopedist Trans. – 1983.

140. Dudin, M. Scoliosis: history of knowledge / M. Dudin, D. Pinchuk, G. Pankratova // *Locomotor System*. – 2018. – № 2. – P. 25.
141. Duong, L. Three-dimensional classification of spinal deformities using fuzzy clustering / L. Duong, F. Cheriet, H. Labelle // *Spine*. – 2006. – № 31(8). – P. 923-930.
142. Emeryk-Szajewska, B. Electromyographic pattern in Duchenne and Becker muscular dystrophy. Part I: electromyographic pattern in subsequent stages of muscle lesions in Duchenne muscular dystrophy / B. Emeryk – Szajewska, J. Kopec // *EMG Clin. Neurophysiol.* – 2008. – 48(6-7). – P. 265-277.
143. Enoka, R.M. Neuromechanical basis of kinesiology / R.M. Enoka. – 1994.
144. Ferguson, A.B. Roentgen interpretations decisions in scoliosis[^] Instructional Cours Lectures / Ann Arbor, Michigan: The American Academy of Orthopaedic Surgeons. – 1950. – Vol.7.
145. Fevre, M. Bone growth and pediatric orthopedics / M.Fevre // *Schweiz. Med. Wochenschr.* - 1954. - Vol. 84. - P. 996-999.
146. Goldstein, L.A. Classification and terminology of scoliosis / L.A. Goldstein, T.R. Waugh // *Clin. Orthop.* – 1973. – № 93. – P. 10.
147. Grivas, T. Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes / T. Grivas // *Scjliosis*. – 2006. – № 1. – P.9.
148. Grivas, T.B. Melatonun the «light of light» in human biology and adolescent idiopathic scoliosis / T.B. Grivas, O.D. Savvidou // *Scoliosis*. – 2007. – № 2. – P.6.
149. Grivas, T.B. The role of the intervertebral disc in correction of scoliotic curves. A theoretical model of idiopathic scoliosis pathogenesis / T.B. Grivas // *Stud. Health Technol. Inform.* – 2008. – № 140. - P. 33-36.
150. Hall, T.J. Beyond the basics: Elasticity imaging with US / J.L. Hall // *Radiographics*. – 2003. – V. 23. - P. 1657 – 1671.
151. Han, P. Automatic thickness estimation for skeletal muscle in ultrasonography: evaluation of two enhancement methods / P. Han // *Biomed*

- Engineering Online. – 2013. – 12. – Режим доступа: doi: 10.1186/1475-925X-12-6.
152. Heidari, P. The Role of Ultrasound in Diagnosis of the Causes of Low Back Pain: a Review of the Literature / P. Heidari // Asian Journal of Sports Medicine. – 2015. – № 6(1).
153. Heideken, J. Rapidly increasing incidence in scoliosis surgery over 14 years in a nationwide sample [Text] / J. Heideken, M.D. Iversen, P. Gerdhem // Eur. Spine. J. – 2018. – Vol. 27. – P. 286-292.
154. Hides, J. Ultrasound imaging in rehabilitation / J. Hides // Aust J Physiother. – 1995. – 41(3). – P.187-193.
155. Hides, J.A. Magnetic resonance imaging and ultrasonography of the lumbar multifidus muscle. Comparison of two different modalities / J.A. Hides, C.A. Richardson, G.A. Jull // Spine. - 1995. – Jan 1, 20(1). – P. 54-58.
156. Huang, S.L. A new model of tethered cord syndrome produced by slow traction / S.L. Huang // Sci Rep. - 2015.
157. Jensen, G.M. Biomechanics of the lumbar intervertebral disc / G.M. Jensen // Phys. Ther. – 1980. – Vol. 60, № 6. – P.765-773.
158. Kapandji, A.I. Fisiología Articular/ A.I. Kapandji // Tronco y Raquis, Madrid. – 2012. – 370 p.
159. Kennelly K.P. Pattern of asymmetry of paraspinal muscle size in adolescent idiopathic scoliosis examined by real-time ultrasound imaging. A preliminary study / K.P. Kennelly, M.J. Stokes // Spine 1993, 18(7):913-917.
160. Kiesel, K.B. Measurement of lumbar multifidus muscle contraction with rehabilitative ultrasound imaging / K.B. Kiesel // Manual Therapy. – 2007. – 12(2). – P. 161-166.
161. Kim, H.J. Proximal junctional kyphosis as a distinct form of adjacent segment pathology after spinal deformity surgery: a systematic review / H.J. Kim // Spine. – 2012. – 37. – P. 144-164.
162. Kim, D.K. A comparison of ultrasonography measurement on the abdominal muscle thickness between adolescent idiopathic scoliosis and healthy

- subjects / D.K. Kim, C.Y. Kim, Lee B.K., D. Seo // *J Back Musculoskelet Rehabil.* – 2018. – V. 31. – No. 1. – P. 65-74
163. Lenke, L. The classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusion of the spine / L. Lenke, C. Edwards, K. Bridwell // *Spine.* – 2003. – № 28 – P. 199
164. Lippold, C. Interdisciplinary study of orthopedic and orthodontic findings in pre-school infants / C. Lippold // *J. Orofac. Orthoped.* – 2003. – № 64. – P. 330-340.
165. Lenke, L.G. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis / L.G. Lenke // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2001. – № 83. – P.1169-1181.
166. Liang, J. Association between rs11190870 polymorphism near LBX1 and susceptibility to adolescent idiopathic scoliosis in East Asian population: a genetic meta-analysis / J. Liang, D. Xing, Z. Li [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2014. – Vol. 39. – P. 862-869.
167. Liguori, R. Electromyography in myopathy / R. Liguori // *Neurophysiol Clin.* – 1997. – № 27. P. 200-203.
168. Liu T. / T. Liu // *Orthop Surg.* – 2007. – Vol.2. – P. 20.
169. Liu, S. Genetic polymorphism of LBX1 is associated with adolescent idiopathic scoliosis in Northern Chinese Han population / S. Liu, N. Wu, Y. Zuo [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2017. – Vol. 42. – P. 1125-1129.
170. Lonstein, J.E. Idiopathic Scoliosis / J.E. Lonstein // *Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities.* 3rd edition. Philadelphia, 1995. – P. 219-256.
171. Lonstein, J.E. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth / J.E. Lonstein, J.M. Karlson // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1984. – № 66. – P. 1061-1071.
172. Machida, M. Role of melatonin deficiency in the development of scoliosis in pinealectomized chickens / M. Machida // *J. Bone Joint Surg.* – 1996. – № 77. – P. 134–138.

173. Mannion, A.F. Muscle fiber size and tipe distribution in the thoracic and lumbar regions of erector spinae in healthy subjects without low back pain: normal values and sex differences / A.F. Mannion // *J. Anat.* – 1997. – №190. – P. 505-513.
174. Matthews, E. The dystrophic myotonias: molecular pathogenesis, diagnosis and treatment / E. Matthews // *Brain.* – 2010. – № 133. – P. 9-22.
175. Colding-Jorgensen, E. Phenotypic variability in myotonia / E. Colding-Jorgensen // *Muscle Nerve.* – 2005. – №32. – P. 19-34.
176. Morris, J.M. An electromiographic study of the intrinsic muscles of the back in man / J.M. Morris, G. Benner, D.B. Lucas // *J. Anat.* – 1962. – № 96. – P. 509-520.
177. Morris, J.M. Role of the trunk in stability of the spine / J.M. Morris, D.B. Lucas, B. Breslar // *J. Bone Joint Surg.* – 1962. – № 43A. – P. 327-351.
178. Murray, D.W. The development of adolescent idiopathic scoliosis / D.W. Murray, C.J. Bulstrode // *Eur. Spine J.* – 1996. – Vol. 5. – P. 251-257.
179. Negrini, S. Italian guidelines on rehabilitation treatment of adolescents with scoliosis or other spinal deformities / S. Negrini // *Eura Medicophys.* – 2005. – № 41(2). – P. 183-201.
180. Peng, Y. Genomic polymorphisms of G-protein estrogen receptor 1 are associated with severity of adolescent idiopathic scoliosis / Y. Peng, G. Liang, Y. Pei [et al.] // *Int. Orthop.* – 2012. – Vol. 36. – P. 671-677.
181. Pillen, S. Muscles alive: ultrasound detects fibrillations / S. Pillen // *Clin. Neurophysiol.* – 2009. – № 120. – P. 932-936.
182. Readle, H.F. Muscle imbalance in the causation of scoliosis / H.F. Readle, R. Roaf // *Lancet.* - 1955. – V. I, № 268. – P. 1245-1247.
183. Reimers C.D. Fasciculations: clinical, electromyographic, and ultrasonographic assessment / C.D. Reimers [et al.] // *J. Neurol.* – 1996. – №243 (8). – P. 579-84.
184. Roaf, R. Vertebral growth and its mechanical control / R. Roaf // *J. Bone Joint Surg. (Br).* – 1960. – 42-B. – P.40-59.

185. Roth, M. Idiopathic scoliosis caused by a short spinal cord / M. Roth // *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. – 1968. – №7. – P. 257-271.
186. Schmid, S. Spinal Compressive Forces in Adolescent Idiopathic Scoliosis With and Without Carrying Loads: A Musculoskeletal Modeling Study / S. Schmid, K.A. Burkhart, B. T. Allaire¹, D. Grindle, T. Bassani, F. Galbusera, D. E. Anderson // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. – 2020– V8. – P. 1-12
187. Shafaq, N. Asymmetric Degeneration of Paravertebral Muscles in Patients with Degenerative Lumbar Scoliosis / N. Shafaq // Department of Orthopedic Surgery, Osaka City University Graduate School of Medicine, Osaka, Japan, Department of Orthopedic Surgery, Osaka City Juso Hospital, Osaka, Japan. – 2012.
188. Spenser, G.S. Spinal muscle in scoliosis. Part 1. Histology and histochemistry / G.S. Spenser, P.A. Zorab // *J. Neurol. Sci.* – 1976. – № 30 (1). – P. 137-142.
189. Stilwell, D. Structural Deformities of Vertebra. Bone Adaptation and Modeling in Experimental Scoliosis and Kyphosis / D. Stilwell // *The Journal of Bone and Joint Surgery*. – 1962. – Vol. 44-A, №4. – P. 611-634.
190. Stokes, M. Ultrasound imaging of lumbar multifidus muscle: normal reference ranges for measurements and practical guidance on the technique / M. Stokes, G. Rankin, D.J. Newham // *Manual Therapy*. – 2005. – № 10 (2). – P. 116-26.
191. Takasaki, H. Moire Topography / H. Takasaki // *Appl. Opt.* – 1970. – № 9, – P.1467-1472.
192. Uden, A. Bleeding time and scoliosis / A. Uden, I.M. Nilsson, S. Willner // *Acta Orthop. Scand.* – 1982. – Vol. 53. – P. 73-77.
193. Van Gesscher, D. Schets der heekundige ziektekunde, ten gebruike zijner toeoorders (Sketch of surgical pathology) / D. Van Gesscher // Amsterdam: Elwe en Werlingshoff. – 1792.
194. Walker, F.O. Ultrasound of nerve and muscle / F.O. Walker // *Clin.*

- Neurophysiol. – 2004. – P. 495–507.
195. Ward, K. Polygenic inheritance of adolescent idiopathic scoliosis: a study of extended families in Utah / K. Ward, J. Ogilvie, V. Argyle [et al.] // *Am. J. Med. Genet. A.* – 2010. – Vol. 152A, No 5. – P. 1178-1188.
196. Wajchenberg, M. Histochemical analysis of paraspinal rotator muscles from patients with adolescent idiopathic scoliosis: a cross-sectional study / M. Wajchenberg, D.E. Martins, P. Luciano Rde [et al.] // *Medicine.* – 2015. – Vol. 94, No 8. – P. 598.
197. Whitman, A. Observation on the corrective and operative treatment of structural scoliosis / A. Whitman // *Arch. Of Surgery.* – 1922. – V.5, №3. – P. 578-630.
198. Willner, S. Spinal pantograph-A non-invasive anthropometric device for describing postures and asymmetries of the trunk / S. Willner // *J. Pediatr. Orthop.* – 1983. – V.3. – P. 245-249.
199. Willner, S. Study of biochemical and hormonal data in idiopathic scoliosis in girls / S. Willner, O. Johnel // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 1981. – № 98. – P. 251.
200. Winter, R.B. Scoliosis and spinal growth / R.B. Winter // *Orthop Rev.* – 1977. – №7. – P. 17.
201. Winter, R.B. The pendulum has swung too far. Bracing for adolescent idiopathic scoliosis / R.B. Winter // *Orthop. Clin. North Am.* – 1994. – № 25. – P. 195-204.
202. Wynne-Davies, R. A review of genetics in orthopedics / R. Wynne-Davies // *Acta Orthop. Scand.* – 1975. – № 46(3). – P. 338-349.
203. Wynne-Davies, R. The etiology of infantile idiopathic scoliosis / R. Wynne-Davies // *J. Bone Jt . Surg.* – 1974. – V.-56 B. – P. 565.
204. Zapata, K.A. Ultrasonographic measurements of paraspinal muscle thickness in adolescent idiopathic scoliosis: a comparison and reliability study / K.A. Zapata // *Pediatr Phys Ther.* – 2015. – №27(2). P. 119-25.

СПИСОК ПАЦИЕНТОВ

№ п\п	ФИО	№ и/б	год	№ п\п	ФИО	№ и/б	год
1	С-нов Д.И	226	2017	23	С-ин Е.И.	1425	2018
2	Д-ин И.А.	1779	2017	24	Д-ун Д.И.	1301	2016
3	Р-ва К.В.	1815/103	2016/2017	25	А-ва Д.А.	1504	2016
4	П-ов А.С.	1679/146	2016/2017	26	П-в Б.Г.	45	2017
5	М-ов В.А.	1743/106	2016/2017	27	Ф-ин Н.Л.	278	2017
6	О-вич Р.В.	1529	2016	28	А-ев М.В.	137	2017
7	И-ва О.М.	1467	2016	29	Б-ов К.К.	1801	2016
8	Ц-ая А.В.	1443	2016	30	М-ая П.Ю.	1456	2016
9	К-ко А.С.	1546	2016	31	Т-за Е.В.	1771	2016
10	П-ко Н.А.	1487	2016	32	Е-ев Д.А.	809	2016
11	С-ов А.С.	1541	2016	33	П-ст С.Б.	1642	2016
12	В-ев Д.В.	1505	2016	34	Ш-ев А.А.	569	2017
13	Т-ва П.А.	224	2017	35	Т-ая О.И.	865	2017
14	Ш-ов К.И.	232	2017	36	Ш-ва В.В.	221	2017
15	А-ев Ф.М.	1742/157	2016/2017	37	А-ов А.Д.	1402	2018
16	Ю-ов В.Е.	1678/114	2016/2017	38	Ч-ва Е.М.	976	2017
17	М-ва М.П.	1597	2016	39	Б-ов К.Ф.	854	2017
18	Б-рь М.А.	214	2017	40	Г-ва В.П.	189	2018
19	Н-ов А.И.	1570	2016	41	О-юк Д.А.	167	2018
20	Т-ов И.В.	1542	2016	42	В-ва И.К.	1087	2017
21	Н-ий В.Д.	1412	2018	43	У-ов Д.В.	1176	2017
22	А-ов А.Д.	607	2017	44	С-ов Я.Т.	308	2017

45	Б-ва О.А.	1653	2017	74	Г-ва О.И.	758	2017
46	Ф-ва Е.В.	209	2018	75	К-ва А.А.	1309	2017
47	С-ва М.В.	47	2018	76	Т-ко В.В.	862	2018
48	Т-ва А.И.	1180	2018	77	В-ва А.И.	1379	2016
49	Б-ов Е.В.	32	2018	78	М-ва А.К.	1176	2016
50	К-ко О.И.	1544	2016	79	Г-ва И.Р.	1298	2016
51	А-ва И.И.	1412	2016	80	И-ва П.В.	1205	2016
52	Т-ич М.В.	177	2017	81	Ж-ян А.М.	775	2018
53	К-ев И.П.	1327	2016	82	Г-ва П.А.	830	2018
54	О-ич Е.А.	1437	2016	83	С-ва С.И.	38	2018
55	М-ко О.Л.	1421	2016	84	М-ко Э.В.	1401	2018
56	С-ин Е.В.	408	2017	85	В-ва А.А.	1525	2017
57	В-ва Г.С.	276	2018	86	С-ков Я.И.	1394	2018
58	Ф-ич М.Д.	659	2018	87	Е-ва Д.Р.	287	2017
59	Д-ва Д.Д.	260	2018	88	Б-на Е.М.	405	2017
60	В-ва З.В.	480	2018	89	К-ов Р.С.	198	2017
61	С-ва Б.М.	325	2018	90	Г-ва А.А.	1002	2016
62	Р-на А.А.	532	2018	91	З-ко В.И.	1117	2016
63	П-ва М.М.	499	2018	92	К-ва В.Ю.	643	2018
64	Ш-ий И.В.	1590	2016	93	Г-ка М.И.	1395	2018
65	Н-ва Н.Е.	305	2017	94	К-ов А.К.	1420	2018
66	А-ва А.А.	1543	2016	95	Т-ва М.К.	1391	2018
67	Ж-ов Д.Б.	1654	2017	96	Г-ва Е.А.	1421	2017
68	К-ва Е.А.	791	2016	97	Е.-ов Е.	823	2018
69	Р-ко Д.Р.	1216	2016	98	М-ов А.	1198	2018
70	С-ва У.Г.	565	2018	99	З-н Д.С.	716	2018
71	К-на А.В.	63	2017	100	П-н В.И.	125	2018
72	Ш-ам В.М.	1119	2016	101	Т-ко В.А.	669	2018
73	Л-нэ А.М.	416	2017	102	Ф-ва Я.С.	1204	2018

103	М-ва В.Н.	1522	2018	110	Д-на Я.С.	582	2017
104	К-ва Д.А.	728	2018	111	Д-ян А.М.	1387	2016
105	П-ва А.В.	89	2016	112	С-ва К.В.	735	2017
106	М-ко А.Е.	91	2016	113	Г-ло Д.Е.	1067	2017
107	В-ва А.В.	1322	2016	114	М-ва В.А.	1023	2017
108	О-ук Е.В.	167	2017	115	О-ва М.Н.	287	2017
109	Б-ко Д.А.	743	2017	116	С-ва И.К.	205	2018

Министерство здравоохранения Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

"Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова"
Министерства здравоохранения Российской Федерации

(ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России)



Адрес: Санкт-Петербург, 191015, ул.Кирочная, д.41
ОКПО 30625447, ОКАТО 40298564000, ОГРН 1117847434990, ИНН 7842461679,
КПП 784201001, ОКВЭД 85.22; 86; 72.19; 84.21
Единая телефонная справочная: (812) 303-50-00, факс: (812) 303-50-35,
e-mail: rectorat@szgmu.ru
www.szgmu.ru

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования "Северо-Западный
государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова"
Министерства здравоохранения
Российской Федерации
доктор медицинских наук, профессор

С.А. Артюшкин

« 24 » 05 2020г.

Акт внедрения

в учебный процесс кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии СЗГМУ им. И.И. Мечникова результатов диссертации Рыбки Дины Олеговны «Роль эхографии в оценке состояния паравертебральных мышц у детей в ранней диагностике идиопатического сколиоза».

Мы, нижеподписавшаяся комиссия в составе председателя – декана медико-биологического факультета СЗГМУ им. И.И. Мечникова д.м.н., профессора А.В. Козлова, заведующей кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии СЗГМУ им. И.И. Мечникова д.м.н., профессора И.Э. Ицкович, заведующей учебной частью кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии СЗГМУ им. И.И. Мечникова к.б.н., доцента Т.Н. Бочкаревой удостоверяем, что материалы диссертационного исследования Д.О. Рыбки «Роль эхографии в оценке состояния паравертебральных мышц у детей в ранней диагностике идиопатического сколиоза» внедрены в учебный процесс кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии СЗГМУ им. И.И. Мечникова на основании решения заседания кафедры (протокол №6 от «16» мая 2020 г.).

Материалы диссертационной работы Д.О. Рыбки «Роль эхографии в оценке состояния паравертебральных мышц у детей в ранней диагностике идиопатического сколиоза» используются в учебном процессе кафедры лучевой диагностики и

лучевой терапии СЗГМУ им. И.И. Мечникова для циклов профессиональной переподготовки и повышения квалификации по ультразвуковой диагностике.

Председатель комиссии:

Декан медико-биологического факультета
СЗГМУ им. И.И. Мечникова
д.м.н., профессор



Козлов А.В.

Члены комиссии:

Зав. кафедрой лучевой диагностики
и лучевой терапии СЗГМУ им. И.И. Мечникова
д.м.н., профессор



Ицкович И.Э.

Зав. учебной частью кафедры лучевой диагностики
и лучевой терапии СЗГМУ им. И.И. Мечникова
к.б.н., доцент



Бочкарева Т.Н.



ПРАВИТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
КОМИТЕТ ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

Санкт – Петербургское государственное
бюджетное учреждение здравоохранение
«Восстановительный центр детской
ортопедии и травматологии
«Огонёк»

(СПб ГБУЗ ВЦДОиТ «Огонёк»)

Санкт-Петербургское шоссе, д. 101А,
пос. Стрельна, Санкт-Петербург, 198515
Тел. (812) 421-11-45, факс (812) 421-11-45

E-mail: ogonek@zdrav.spb.ru

<http://center-ogonek.ru/>

ОКПО 01932326

ОГРН 1027808913461

ИНН/КПП 7819012844 / 781902001

09.11.20 № 409

УТВЕРЖДАЮ

Главный врач СПб ГБУЗ ВЦДОиТ «Огонёк»

СПб, Стрельна, Санкт-Петербургское шоссе, д. 101А

Фалинский А.А.

2020 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Разработанная в диссертационной работе аспиранта кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И.Мечникова» Рыбки Дины Олеговны «Роль эхографии в оценке состояния паравертебральных мышц у детей в ранней диагностике идиопатического сколиоза» методика исследования паравертебральных мышц, выполненная на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия, внедрена в практическую работу кабинета ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики СПбГБУЗ Восстановительный Центр Детской Ортопедии и Травматологии «Огонёк». Применение данной методики позволит повысить эффективность ранней диагностики и лечения идиопатического сколиоза у детей.

Заведующий отделением лучевой диагностики  Шашко А.А.