

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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург
2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель: доктор медицинских наук
Шарова Лидия Евгеньевна

Научный консультант: доктор медицинских наук, профессор
Дудин Михаил Георгиевич

Официальные оппоненты: Синельникова Елена Владимировна
доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой лучевой диагностики и биомедицинской визуализации ФП и ДПО ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России

Кобызев Андрей Евгеньевич
доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела медико-биологических проблем научно-исследовательского и учебно-методического центра биологических технологий ФГБОУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»

Ведущая организация: ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ

Защита состоится «_____» _____ 2022г. в _____ час на заседании диссертационного совета Д 208.054.02 при ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России (191014, г. Санкт-Петербург, ул. Маяковского, 12)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А.Л. Поленова и на сайте: <http://www.almazovcentre.ru>

Автореферат разослан «_____» _____ 2022г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор Иванова Наталия Евгеньевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 наступает переломный момент заболевания, а именно прогрессирование деформации (Валина С.Л. и соавт., 2021; Зейналов Ю.Л. и соавт., 2021; Дудин М.Г. 2019, Кобызев А.Е., 2012; Lonstein J., Karlson J., 1984). 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).

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, Зейналов Ю.Л., 2018), 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 при его информативности менее инвазивен, более доступен и экономичен.

Степень разработанности темы

В литературе отражены сведения об определении линейных размеров паравертебральных мышц при сколиозе у взрослых пациентов с помощью УЗД (Щурова Е.Н., 2018, 2021; Kim D.K. et al., 2018; Zapata K.A. et al., 2015). Встречаются работы по определению акустической плотности мышц при нейромышечной патологии у взрослых с помощью эластографии (Делягин 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; Kiesel K.V. et al., 2007; Han P. et al., 2013).

Однако научных исследований, посвященных подробному изучению структуры паравертебральных мышц и их анатомо-функциональных особенностей у детей при различных степенях идиопатического сколиоза, не проводилось. Не разработаны ультразвуковые показатели эхоплотности и площади поперечного сечения паравертебральных мышц у детей в норме и при деформации позвоночника, не проведена взаимосвязь этих показателей с возрастом и полом пациентов. Кроме того, в отечественной и зарубежной литературе отсутствуют данные о состоянии паравертебральных мышц после проведения консервативного лечения сколиоза.

Цель исследования

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

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: положительная клиническая динамика коррелировала с ультразвуковыми данными.

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.

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.

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 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.

Личный вклад автора

Цель, основные задачи и план диссертационного исследования определены совместно с научным руководителем и научным консультантом на основании многолетней научно-исследовательской работы и клинической практики.

Автором проведен аналитический обзор медицинской литературы по изучаемой проблеме, составлена программа исследования, выполнены сбор и формирование базы данных.

Автор лично проводил УЗИ всем пациентам, систематизировал наблюдения и осуществлял анализ результатов исследования.

Степень достоверности

Степень достоверности результатов исследования определяется достаточным и репрезентативным объемом выборки (116 человек), 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 (достоверными различия считались при $p \leq 0,05$, при отсутствии достоверных различий результат интерпретировался как показатель симметричности значений с обеих сторон). Выявление взаимосвязи между УЗ показателями паравертебральных мышц и данными ЭМГ производилось с помощью статистически значимого коэффициента 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-анализа.

Апробация результатов

Основные результаты работы доложены и обсуждены на: Международном Невском радиологическом форуме (СПб, 2019); заседаниях Санкт-Петербургского радиологического общества (СПб, 2018, 2019, 2021); 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).

Внедрение в практику

Основные результаты диссертационного исследования внедрены в работу кабинета ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения «Восстановительный центр детской ортопедии и травматологии «Огонек» и в учебный процесс кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-

Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Публикация материалов

По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, из них 2 в рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Объем и структура 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.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Для выполнения поставленных задач было обследовано 116 детей в возрасте от 9 до 11 лет (возрастной диапазон с наиболее вероятным проявлением первых признаков деформации позвоночника), которые находились в зоне 4-го центильного коридора по росту и массе тела в одинаковых условиях стационара.

Основную группу составили 86 человек в возрасте от 9 до 11 лет ($10,8 \pm 0,2$), из них 47% мальчиков и 53% девочек: пациенты с нарушением осанки по типу «плоская спина», являющиеся группой риска по развитию идиопатического сколиоза, ($n=28$) – 32%, пациенты с идиопатическим сколиозом I степени (по В.Д. Чаклину) ($n=29$) – 33% и пациенты с идиопатическим сколиозом II степени (по В.Д. Чаклину) ($n=29$) – 33%.

В группу контроля вошли дети без деформаций позвоночного столба и нарушения осанки ($n=30$) в возрасте от 9 до 11 лет ($10,13 \pm 0,07$), из них 50% мальчиков и 50% девочек.

Детям проводились следующие обследования: клинический осмотр ($n=116$), рентгенография позвоночника в прямой и боковой проекциях пациентам с идиопатическим I и II степени ($n=58$), компьютерно-оптическая топография позвоночника ($n=116$), ЭМГ паравертебральных мышц ($n=116$), УЗИ

паравертебральных мышц (n=116). Обследования проводили утром после сна до начала лечебных процедур.

Пациентам со сколиотической деформацией (n=58) проводилось комплексное консервативное лечение в СПбГБУЗ Восстановительный Центр Детской Ортопедии и Травматологии «Огонек» в течение 42 дней по схеме, разработанной в учреждении, после которого выполнялось повторное обследование для уточнения динамики течения процесса.

Были разработаны критерии оценки паравертебральных мышц с помощью эхографии. Для проведения УЗИ использовали линейный датчик частотой 7,5 МГц сканера Aloka SSD-1100. Всем детям оценку состояния мышц проводили в положении лежа и стоя с вогнутой и выпуклой стороны дуги. Контрольной группе и группе с нарушением осанки УЗИ паравертебральных мышц выполняли с правой и левой сторон симметрично. Исследование проводили в горизонтальной плоскости.

В диапазон исследования входила группа глубоких паравертебральных мышц, а именно: mm.transversospinales (mm. semispinales, mm. intertransversales, mm. rotatores, mm. multifidi). В связи с тем, что из мышц медиального тракта более поверхностно расположены mm. multifidi, в поясничном отделе позвоночника (преимущественно на уровне L4), они были более доступны для проведения УЗИ. Mm. multifidi в этом сегменте позвоночника (L4) располагаются под небольшим углом и, начинаясь от поперечных отростков L5, переходят через позвонок и прикрепляются к остистому отростку L3. Датчик устанавливали в поперечном положении на уровне основания сколиотической дуги на расстоянии 1 см справа и слева от поперечного отростка L4 (ориентиром для постановки датчика являлся остистый отросток L4).

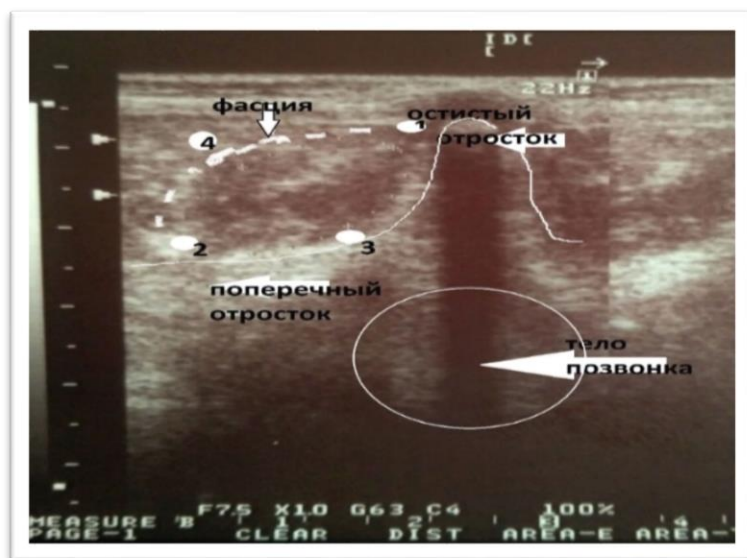
Оценивали площадь поперечного сечения (см²), эхоплотность этих мышц (%) и коэффициент асимметрии (КА), основанный на степени разности значений, полученных при измерении данных характеристик с мышц правой и левой стороны позвоночного столба.

Ориентирами для определения площади поперечного сечения поперечно-остистых мышц, попадающих в диапазон УЗ датчика являлись (Рисунок 1):

- точка, расположенная на вершине остистого отростка;
- точка, расположенная на вершине поперечного отростка;

– точка, расположенная в центре линии, соединяющей остистый отросток с поперечным;

– и точка, расположенная в центре линии фасциального листка, покрывающей поперечно-остистую мышцу.



- 1 – вершина остистого отростка
 2 – вершина поперечного отростка
 3 – центр линии, соединяющей остистый отросток с поперечным
 4 – центр линии фасциального листка, покрывающей поперечно-остистую мышцу

Рисунок 1 – Схематическое изображение точек прикрепления поперечно-остистых мышц в поперечном срезе УЗ датчика слева от остистого отростка L4

Для определения плотности паравертебральных мышц использовали функцию аппарата Aloka SSD-1100 «Гистограммные изменения» (HIST), осуществляющую вывод интенсивности ЭХО-сигнала на произвольном участке УЗ профиля с использованием гистограммы и автоматически высчитывающую средний уровень интенсивности оттенка серой шкалы на выбранном участке мышцы в процентах.

Коэффициент асимметрии (КА) вычисляли путем получения производного значения ультразвуковых показателей паравертебральных мышц с правой и с левой стороны от остистого отростка. Всего определяли два вида коэффициентов асимметрии: КА площади поперечного сечения паравертебральных мышц (КА_с) и КА эхоплотности паравертебральных мышц (КА_р). Всегда соблюдали условие: числитель – большее значение, знаменатель – меньшее.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты эхографии паравертебральных мышц у детей без признаков сколиоза и нарушения осанки.

Для выполнения поставленных задач были разработаны критерии ультразвуковой нормы паравертебральных мышц. Было обследовано 30 детей в возрасте от 9 до 11 лет (средний 10,13±0,07) без клинических и инструментальных признаков сколиоза и нарушения осанки.

Всем детям производилась оценка эхоплотности и площади поперечного сечения паравертебральных мышц медиального тракта (по Н.И. Пирогову), включающего в себя mm. transversospinales (mm. semispinales, mm. rotatores, mm. multifidi), как в положении пациентов лежа, так и в положении стоя, справа и слева от оси позвоночника (линия остистых отростков).

Эхоплотность паравертебральных мышц у детей контрольной группы была симметрична, на что указывал коэффициент её асимметрии, 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.

В отличие от показателей акустической плотности, поперечный размер ПВМ медиального тракта в каудальном направлении достоверно уменьшался. Так сравнение показателя на уровне Th1-Th2 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.

В формировании сколиозоподобной деформации 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. Наибольшее внимание было уделено mm. multifidi в проекции L4 позвонка.

Эхоплотность ПВМ на уровне L4 у детей группы нормы ($n=30$) была симметрична ($K_{Ap}=1,0$) и составляла в среднем $20,19 \pm 5,8\%$ ($p > 0,05$) в положении

лежа и $19,4 \pm 5,65\%$ ($p > 0,05$) в положении стоя. Площадь поперечного сечения паравертебральных мышц на уровне L4 у детей группы нормы ($n=30$) также была симметрична ($KA_s=1,0$) и равнялась $2,1 \pm 0,5 \text{ см}^2$ ($p > 0,05$), в положении лежа и $2,1 \pm 0,5 \text{ см}^2$ ($p > 0,05$) в положении стоя.

Определяли зависимость УЗ показателей от пола и возраста. Так выявили, что при сохраняющейся симметричности этих показателей у мальчиков эхоплотность ПВМ была выше на 15%, а площадь поперечного сечения ПВМ на 19%. KA_s составлял 1,04 у мальчиков и 1,05 у девочек в положении лежа, а в положении стоя KA_s , как у мальчиков, так и у девочек, был 1,05. Кроме того, результаты исследования показали, что эхоплотность 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 ($n=13$). В то же время различия площади поперечного сечения ПВМ на исследуемом уровне у детей ($n=30$) с возрастом практически не наблюдались.

При проведении ЭМГ у детей без признаков сколиоза ($n=30$) выявили, что показатели амплитуды и частоты биоэлектрической активности справа/слева, стоя/лежа являлись практически симметричными (симметричность показателей эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ также наблюдалась при УЗИ), что позволило нам применять метод ЭМГ для верификации проводимого исследования.

Исходя из всего вышесказанного, у детей без признаков сколиоза и нарушения осанки:

- установлена симметричность исследуемых УЗ показателей вне зависимости от положения пациента во время проведения исследования;
- установлена зависимость эхоплотности паравертебральных мышц и площади поперечного сечения паравертебральных мышц от пола ребенка (у мальчиков значения УЗ показателей были выше);
- установлена зависимость эхоплотности паравертебральных мышц от возраста (с возрастом она увеличивалась).

Результаты эхографии паравертебральных мышц у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина».

Эхография паравертебральных мышц была проведена всем 28 пациентам с нарушением осанки по типу «плоская спина» в возрасте от 9 до 11 лет (средний $10,1 \pm 0,08$). Детям ($n=28$) производили оценку эхоплотности и площади

поперечного сечения ПВМ как в положении лежа, так и в положении стоя, справа и слева от остистого отростка L4.

Средние показатели эхоплотности паравертебральных мышц у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина» ($n=28$) в положении лежа были симметричны ($K_{Ap}=1,0$) и составляли $21,82\pm 6,3\%$ слева и $21,76\pm 6,6\%$ – справа ($p=0,919$), в то же время выявлялась их асимметрия в положении стоя ($K_{Ap}=1,05$) – $23,8\pm 7,4\%$ слева и $22,68\pm 6,7\%$ – справа ($p<0,01$). При расчете эффективности значений K_{Ap} у пациентов с нарушением осанки чувствительность составляла $60,7\%$ в положении ребенка лежа, $78,6\%$ – в положении стоя, специфичность – $60,7\%$ в положении пациента 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 $0,0001$.

Средние показатели площади поперечного сечения ПВМ у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» ($n=28$) в положении лежа были симметричны ($K_{As}=1,02$) и составляли $1,95\pm 0,4$ см² слева и $1,98\pm 0,5$ см² справа ($p=0,5$), тогда как в положении стоя они были асимметричны ($K_{As}=1,08$) и составляли $1,9\pm 0,5$ см² слева и $2,05\pm 0,53$ см² справа ($p<0,001$).

При расчете эффективности значений коэффициентов асимметрии площади поперечного сечения ПВМ у пациентов с нарушением осанки чувствительность составляла $64,2\%$ в положении лежа, $78,5\%$ – в положении стоя, а специфичность $60,7\%$ в положении лежа и 75% в положении стоя. Коэффициент достоверности был в положении лежа равен $0,07$, тогда как в положении стоя он составлял менее $0,0001$.

Полученные данные указывают, что показатели плотности ПВМ и площади их поперечного сечения у пациентов группы нарушения осанки ($n=28$) были симметричны с правой и левой стороны в положении ребенка лежа, а в положении стоя становились асимметричными.

Вне зависимости от пола эхоплотность паравертебральных мышц у детей с нарушением осанки по типу «плоская спина» ($n=29$) изменялась только при обследовании ребенка в положении стоя. Определенной зависимости эхоплотности и площади поперечного сечения от возраста не наблюдали.

При выявлении взаимосвязи между изучаемыми УЗ-показателями и данными ЭМГ 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 и амплитуды паравертебральных мышц.

В результате исследования было установлено, что показатели эхоплотности ПВМ и площади поперечного их сечения у пациентов группы нарушения осанки по типу «плоская спина» 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 паравертебральных мышц также менялся – становился асимметричным).

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

Результаты эхографии паравертебральных мышц у детей с идиопатическим сколиозом I степени до и после проведения консервативного лечения.

Было обследовано 29 детей со сколиозом I степени в возрасте от 9 до 11 лет (средний $10,1 \pm 0,08$). УЗИ паравертебральных мышц проводили на уровне L4 с определением их эхоплотности и площади поперечного сечения, как в положении пациентов лежа, так и в положении стоя, с вогнутой и выпуклой сторон сколиотической дуги.

Средние показатели эхоплотности ПВМ у пациентов с идиопатическим сколиозом I степени ($n=29$) в положении ребенка лежа были асимметричными и составляли $25,15 \pm 7,01\%$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $22,29 \pm 6,49\%$ с вогнутой ($p < 0,0001$), в положении стоя – $27,57 \pm 6,5\%$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $23,82 \pm 7,49\%$ с вогнутой ($p < 0,0001$). КАр паравертебральных мышц у детей со сколиозом I степени ($n=29$) в положении лежа составлял 1,13 и 1,16 в положении стоя, т.е. в положении стоя увеличивался на 2,5%. При расчете эффективности его значений чувствительность составляла 72,4% в положении пациента 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.

Средние показатели площади поперечного сечения ПВМ у детей с идиопатическим сколиозом I степени ($n=29$) в положении лежа также были асимметричны и составляли $2,004 \pm 0,58 \text{ см}^2$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $2,21 \pm 0,71 \text{ см}^2$ – с вогнутой ($p < 0,001$), в положении стоя – $1,96 \pm 0,71 \text{ см}^2$ с

выпуклой стороны сколиотической дуги и $2,29 \pm 0,58 \text{ см}^2$ – с вогнутой ($p < 0,001$). КАс паравертебральных мышц у детей со сколиозом I степени в положении лежа составлял 1,1, а в положении стоя – 1,16, что было выше на 5%. При расчете эффективности его значений чувствительность составляла 75,8% в положении пациента лежа и 86,2% – в положении стоя, а специфичность 72,4% – в положении лежа и 82,7% – в положении стоя. Коэффициент достоверности, как в положении ребенка лежа, так и в положении стоя, составлял менее 0,0001.

Определяли зависимость этих показателей от пола и возраста. Выявили, что у девочек площадь поперечного сечения ПВМ становилась более асимметричной при положении пациента стоя. В ходе проведенного исследования выделялась возрастная группа 11 лет ($n=13$), у которой при изменении положения туловища в вертикальное происходило увеличение КАс паравертебральных мышц.

При выявлении взаимосвязи между ультразвуковыми и электромиографическими показателями состояния ПВМ детей со сколиозом I степени получили данные за то, что они могут коррелировать между собой по коэффициентам асимметрии и между показателями эхоплотности амплитуды паравертебральных мышц.

В результате проведенного УЗИ паравертебральных мышц у детей со сколиозом I степени после лечения на фоне положительной клинической и компьютерно-топографической динамики выявили снижение асимметрии УЗ характеристик ПВМ между двумя сторонами на 9% по эхоплотности ПВМ и 11% по площади поперечного сечения ПВМ в положении пациента лежа, что соответствовало УЗ показателям нормы, а в положении пациента стоя – на 6% по эхоплотности ПВМ и 13% по площади поперечного сечения ПВМ, что соответствовало УЗ показателям при нарушении осанки.

Также положительный эффект в результате проведенного консервативного лечения пациентов со сколиозом I степени наблюдали при проведении ЭМГ паравертебральных мышц: отмечали уменьшение амплитуды с выпуклой стороны сколиотической дуги на 56% и частоты на 21% по сравнению с вогнутой в положении пациента лежа и уменьшение амплитуды с выпуклой стороны сколиотической дуги на 15% и частоты на 10% по сравнению с вогнутой в положении пациента стоя. Коэффициент асимметрии ЭМГ паравертебральных мышц у детей со сколиозом I степени ($n=29$) после лечения между сторонами

уменьшился в динамике по амплитуде ПВМ на 20% в положении лежа и на 20% в положении стоя, по частоте на 15% в положении лежа и на 8% в положении стоя.

Эхографическая диагностика паравертебральных мышц у детей с I степенью 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 паравертебральных мышц на вогнутой стороне дуги. Этот факт допустимо расценивать, 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.

Выявили связь ультразвуковых показателей паравертебральных мышц с полом ребенка: выраженность асимметрии площади поперечного сечения паравертебральных мышц больше усиливалась при переходе в положении стоя у девочек.

Также определили зависимость ультразвуковых показателей паравертебральных мышц от возраста: выраженность асимметрии площади их поперечного сечения была выше у детей 11 лет в положении стоя.

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

Было выявлено, что при сколиозе I степени данные УЗИ и ЭМГ могут коррелировать между собой по коэффициентам асимметрии и между показателями эхоплотности и амплитуды паравертебральных мышц.

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

Результаты эхографии паравертебральных мышц у детей с идиопатическим сколиозом II степени до и после лечения.

Всем 29 пациентам в возрасте от 9 до 11 лет (средний $11,7 \pm 0,1$) с идиопатическим сколиозом II степени проводили УЗИ паравертебральных мышц, как в положении лежа, так и в положении стоя, с вогнутой и выпуклой стороны сколиотической дуги.

Средние показатели эхоплотности ПВМ у пациентов со сколиозом II степени ($n=29$) в положении лежа были асимметричны и составляли $25,47 \pm 8\%$ с выпуклой стороны сколиотической дуги и $21,56 \pm 7,8\%$ – с вогнутой ($p < 0,0001$), в положении стоя – $26,74 \pm 7,9\%$ с выпуклой стороны и $22,4 \pm 7,57\%$ – с вогнутой ($p < 0,0001$). В среднем КАр паравертебральных мышц в положении лежа составлял 1,18 ($p < 0,0001$), в положении стоя составлял 1,19 ($p < 0,0001$). При расчете эффективности его значений чувствительность составляла 86,2% в положении пациента лежа и 93,1% – в положении стоя, а специфичность оказалась 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.

Средние показатели площади поперечного сечения паравертебральных мышц у детей со сколиозом II степени ($n=29$) в положении ребенка лежа составляли $1,89 \pm 0,53$ см² с выпуклой стороны сколиотической дуги и $2,1 \pm 0,45$ см² – с вогнутой ($p < 0,01$), в положении стоя – $1,9 \pm 0,59$ см² с выпуклой стороны и $2,1 \pm 0,52$ см² – с вогнутой ($p < 0,01$). В среднем КАс паравертебральных мышц в положении лежа и стоя был 1,1 ($p < 0,0001$). Его чувствительность составляла 79,3% в положении лежа и 93,1% в положении стоя, а специфичность достигала 79,3% в положении лежа и 93,1% в положении пациента стоя. Достоверность различия этих показателей как в положении лежа, так и в положении стоя, составлял менее 0,0001.

Определяли зависимость УЗ показателей паравертебральных мышц от пола и возраста. Выявили, что у девочек значения эхоплотности при сколиозе II степени были выше, чем у мальчиков на 13% на выпуклой стороне сколиотической дуги и на 17% с вогнутой, а площадь поперечного сечения ПВМ в положении лежа не отличалась у мальчиков и девочек, а в положении стоя была на 6% больше со

стороны сколиотической дуги у девочек. Также получили увеличение асимметрии УЗ показателей пропорционально увеличению возраста, особенно это проявлялось у детей 11 лет в положении стоя при измерении площади поперечного сечения ПВМ.

По результатам ЭМГ паравертебральных мышц у детей с идиопатическим сколиозом II степени (n=29) были получены 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 ($R^2=0,99$, $p<0,0001$) и повышение амплитуды с выпуклой стороны на 27% и частоты на 17% по сравнению с вогнутой при исследовании пациента в положении стоя ($R^2=0,99$, $p<0,0001$).

В результате исследования после проведенного консервативного курса лечения выбранной группе пациентов (n=29) было выявлено уменьшение эхоплотности ПВМ на выпуклой стороне дуги и уменьшение площади их поперечного сечения на вогнутой стороне дуги, что в среднем снижало асимметрию УЗ характеристик паравертебральных мышц между двумя сторонами на 6% и 13% соответственно.

Таким образом, проведенный курс лечения привёл к достоверному снижению величин выбранных нами коэффициентов асимметрии эхографических характеристик паравертебральных мышц. Их значения после лечения соответствовали значениям УЗ показателей при сколиозе I степени.

Также положительный эффект в результате проведенного консервативного лечения пациентов со сколиозом II степени наблюдали при проведении ЭМГ. 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 стороны сколиотической дуги и 13,1 мкА с вогнутой (КА=1,2), показатели частоты биоэлектрической активности ПВМ в положении пациента лежа составляли 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 биоэлектрической активности ПВМ у детей со сколиозом II 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.

В ходе проведенного исследования были получены данные, что у детей со сколиозом II степени наблюдается выраженное повышение паравертебральных мышц 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».

Выявили зависимость УЗ показателей паравертебральных мышц от пола: у девочек асимметрия площади их поперечного сечения была более выражена.

Также установили зависимость УЗ показателей паравертебральных мышц от возраста: выраженность асимметрии между вогнутой и выпуклой сторонами сколиотических дуг при оценке эхоплотности паравертебральных мышц была обратно пропорциональна, а при оценке площади поперечного сечения ПВМ – прямо пропорциональна возрасту.

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

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

Выявление критериев диагностики патологии у пациентов основной группы.

С помощью ROC-анализа были выявлены пороговые значения коэффициентов асимметрии эхоплотности и площади поперечного сечения ПВМ, а также произведена оценка их диагностической эффективности (Таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Критерии диагностики коэффициентов асимметрии эхоплотности паравертебральных мышц у пациентов основной группы

Патология	Положение пациента	ПЗ	Ч	С	р	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
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
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, р – коэффициент достоверности, AUC – площадь под ROC-кривой

Таблица 2 – Критерии диагностики коэффициентов асимметрии площади поперечного сечения и паравертебральных мышц у пациентов основной группы

Патология	Положение пациента	ПЗ	Ч	С	р	AUC
Нарушение осанки	лежа	<1,041	64,2	60,7	<0,07	0,640
	стоя	>1.048	78,5	75	<0,0001	0,815
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
Сколиоз II степени	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 – площадь под ROC-кривой

Как следует из представленных данных, выявленные пороговые значения коэффициентов асимметрии эхоплотности и площади поперечного сечения паравертебральных мышц у пациентов с нарушением осанки по типу «плоская спина», идиопатическим сколиозом первой и второй степеней обладают высоким уровнем диагностической эффективности, что позволяет диагностировать различные виды деформации позвоночника.

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.

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.Ж. 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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы были установлены эхографические критерии плотности и площади поперечного сечения паравертебральных мышц у детей без деформации позвоночника, с нарушением осанки по типу «плоская спина», с идиопатическим сколиозом I и II степени.

Получены сведения об изменении состояния паравертебральных мышц после проведенного консервативного лечения идиопатического сколиоза.

По общему итогу настоящей работы эхография паравертебральных мышц 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 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. Для адекватного диагностики и лечения 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 её 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 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 степени, а также между I и II 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 паравертебральных мышц 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 провести УЗИ с использованием методики доплерографии, что может позволить проводить дифференциальную диагностику более четко и улучшить результаты лечения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Рыбка, Д.О. Ультразвуковая диагностика состояния паравертебральных мышц у детей с нарушением осанки / Д.О. Рыбка, Л.Е. Шарова, М.Г. Дудин // Лучевая диагностика и терапия. – 2021. – №5 (12). – С.175.
2. Rybka, D.O. Ultrasound diagnosis of paravertebral muscles in children with adolescent idiopathic scoliosis before and after treatment/ D.O.Rybka, M.G.Dudin, L.E. Sharova// Locomotor System Journal. – Czech Republic, 2020. – N. 1 (27). – P. 39-45.
3. Рыбка, Д.О. Возможности ультразвуковой диагностики состояния паравертебральных мышц поясничного отдела позвоночника у здоровых детей / Д.О. Рыбка, Л.Е. Шарова, М.Г. Дудин // **Вестник Восстановительной Медицины.** – 2019. – №2 (90). – С. 69-73.
4. Рыбка, Д.О. Ультразвуковая диагностика состояния паравертебральных мышц у детей с начальными проявлениями идиопатического сколиоза / Д.О. Рыбка, М.Г. Дудин, Л.Е. Шарова // Лучевая диагностика и терапия. – 2019. – №1. – С.94.
5. Rybka, D.O. Ultrasound diagnosis of paravertebral muscles in children with adolescent idiopathic scoliosis before and after treatment / D.O. Rybka, L.E. Sharova, M.G. Dudin// The 21-th Prague-Lublin-Sidney-St.Peterburg Symposium. – «Orthopaedic Anthropology 2». – 2019. – P.150.
6. Рыбка, Д.О. Возможности эхографии в оценке состояния паравертебральных мышц поясничного отдела позвоночника у детей с начальными проявлениями идиопатического сколиоза/ Д.О. Рыбка, Л.Е. Шарова, М.Г. Дудин // **Вестник Восстановительной Медицины.** – 2019. – №6 (94). – С.11-16.

7. Рыбка, Д.О. Ультразвуковая диагностика паравертебральных мышц у детей со сколиозом / Д.О. Рыбка, М.Г. Дудин, Л.Е. Шарова // Мечниковские чтения – 2018». – СПб, 2018. С. 54-56.
8. Рыбка, Д.О. Обоснование необходимости метода ультразвуковой диагностики паравертебральных мышц у детей с идиопатическим сколиозом/Д.О. Рыбка, М.Г. Дудин, Л.Е. Шарова // Материалы конгресса «Современная курортология: проблемы, решения, перспективы». – СПб, 2018. – С. 41.
9. Rybka, D.O. Ultrasonic characteristics of paravertebral muscles in children with idiopathic scoliosis and without deformity of the spine / D.O. Rybka, M.G. Dudin, L.E. Sharova // The 20-th Prague-Lublin-Sidney-St.Peterburg Symposium «Interdisciplinary approach to growing skeleton 2». –Prague, 2018. – P.118.
10. Рыбка, Д.О. Ультразвуковая характеристика паравертебральных мышц у детей с идиопатическим сколиозом и без деформации позвоночника /Д.О. Рыбка, М.Г. Дудин, Л.Е. Шарова // Материалы научно-практической конференции с международным участием «Комплексное лечение сколиозов у детей». – СПб, 2018. – С. 94.
11. Rybka, D.O. Capabilities of ultrasound diagnostics of paravertebral muscles in healthy children. Preliminary report / D.O. Rybka, M.G. Dudin, L.E. Sharova // The 19-th Prague-Lublin-Sidney-St.Peterburg Symposium «Interdisciplinary approach to growing skeleton» – Prague, Czech Republic, 2017. – P.93.
12. Rybka, D.O. Ultrasound of paravertebral muscles in adolescent idiopathic scoliosis / D.O. Rybka, M.G. Dudin// The18-th Prague-Lublin-Sidney-St.Peterburg Symposium «Congenital and acquired disorders of growing skeleton», Zwierzyniec, Poland. – 2016. – P.28.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- 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
 Кар – коэффициент асимметрии эхоплотности ПВМ
 КAs – коэффициент асимметрии площади поперечного сечения ПВМ