

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ, СПОСОБЫ РЕЗЕРВОМЕТРИИ

ВОЗМОЖНОСТИ ЭХОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНЫХ МЫШЦ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ С НАЧАЛЬНЫМИ ПРОЯВЛЕНИЯМИ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА

УДК 617.3, 616.741.6

^{1,2}Рыбка Д.О., ¹Шарова Л.Е., ^{1,2}Дудин М.Г.

¹Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

²Восстановительный Центр Детской Ортопедии и Травматологии «Огонёк», Санкт-Петербург, Россия

ECHOGRAPHIC OPPORTUNITIES OF LUMBAR SPINE PARAVERTEBRAL MUSCLES STATE ESTIMATION IN CHILDREN WITH INITIAL MANIFESTATIONS OF ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS

^{1,2}Rybka D.O., ¹Sharova L.E., ^{1,2}Dudin M.G.

¹North-Western State Medical University I.I. Mechnikova, Saint-Petersburg, Russia

²Rehabilitation Center for Children's Orthopedics and Traumatology «Ogonek», Saint-Petersburg, Russia

Введение

Идиопатический сколиоз относится к числу самых распространенных заболеваний костной системы у детей [1]. Это развивающийся во времени процесс, клиническая симптоматика которого имеет нарастающий характер. В патогенезе развития заболевания одним из главных факторов является несоответствие роста спинного мозга и костно-мышечной системы позвоночника, в результате чего возникает медулло-вертебральный конфликт, требующий компенсации [2].

Паравертебральным мышцам (ПВМ) отведена особая роль как в сохранении вертикального положения тела человека, так и в патогенезе деформирования позвоночного столба. Функциональное состояние мышц играет ключевую роль как в поддержании нормальной формы позвоночника, так и в процессе его патологического

скручивания, поэтому их изучение у пациентов со сколиозом является чрезвычайно актуальной проблемой. Так как лечение сколиоза особенно эффективно на начальном этапе деформации, адекватная оценка нарушений функций и четкое понимание характера морфологических изменений занимают очень большую роль в успехе реабилитационных мероприятий [3].

Одним из основных способов оценки функционального состояния мышечной системы является электромиография. Также применяются современные технологии 3D тестирования с использованием системы Bionix Sim 3 Pro для оценки мышечного баланса с выявлением патологий отдельных мышц позвоночника [4]. Однако, в случае с оценкой структуры ПВМ метод УЗИ, на наш взгляд, является оптимальным. В современной литературе крайне мало работ, касающихся УЗИ ПВМ при сколиозе. Тем не

менее, актуальность этой проблемы подтверждается рядом работ зарубежных коллег. Так, например, Zapata K.A. et al. [5], измеряли УЗ толщину глубоких параспинальных мышц (ГПМ) у 10 пациентов с ИС и у 10 здоровых людей. Ими было выявлено, что у пациентов с ИС на вогнутой стороне дуги деформации толщина ГПМ была значительно больше, чем на выпуклой, в сравнении с исследованиями у здоровых. Целью этого исследования также являлась возможность определения надежности УЗ метода в оценке состояния ГПН у пациентов со сколиозом, однако авторы не касались вопросов ранней диагностики и лечения этой патологии.

В свою очередь Kennelly K.P., Stokes M.J. [6] определяли площадь поперечного сечения и линейные размеры (в горизонтальной и вертикальной плоскостях) ГПМ на разных уровнях дуги деформации у 20-ти больных с ИС.

Авторами было отмечено, что площадь поперечного сечения ГПМ была меньше на вогнутой стороне грудной дуги и на выпуклой стороне поясничной и грудопоясничной дуг. Полученные комбинированные линейные измерения коррелировали с площадью поперечного сечения ГПМ. Целью проведенной работы являлось доказательство возможности быстрой инструментальной оценки размеров ГПМ с помощью УЗИ. Таким образом, эти предварительные результаты создали основу для дальнейшего изучения роли ГПМ в патогенезе ИС у подростков. Однако, авторами не учитывались стадии развития сколиоза, его формы, возрастные особенности и лечение пациентов.

Проведенное нами в 2017–2019 гг. исследование по определению УЗ нормы ПВМ у детей доказало наличие симметричности показателей площади поперечного сечения и эхоплотности ПВМ между правой и левой сторонами позвоночного столба при исследовании как в положении стоя, так и в положении лежа [7]. Это позволило продолжить нашу работу в направлении диагностики состояния ПВМ уже при деформациях позвоночника.

Материалы и методы

На клинической базе Восстановительного Центра Детской Ортопедии и Травматологии «Огонек» было обследовано 29 детей в возрасте от 9 до 11 лет с диагнозом ИС. Пациенты имели деформацию позвоночного столба от 1 до 10° по Коббу, что подтверждалось данными рентгенографии. Всем детям оценка состояния ПВМ проводилась в положении лежа с вогнутой и выпуклой стороны сколиотической дуги.

Для проведения УЗИ использовался линейный датчик частотой 5–10 МГц сканера Aloka SSD-1100, при этом в УЗ диапазон исследования попадала группа глубоких ПВМ, а именно: mm.transversospinales (mm.semispinales, mm.intertransversales, mm.rotatores, mm.multifidii). В связи с тем, что из мышц медиального тракта в поясничном отделе позвоночника (преимущественно на уровне L3-

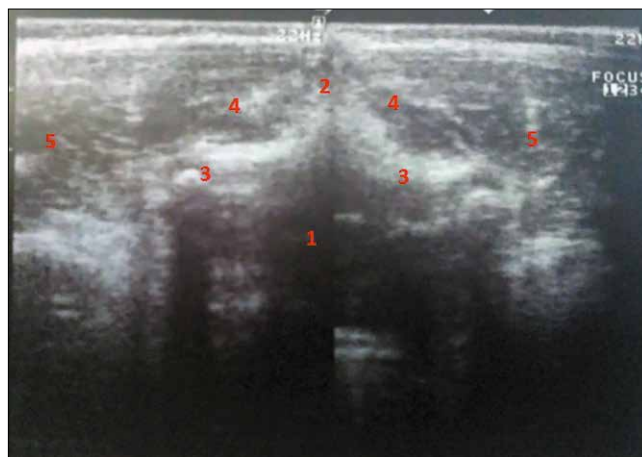


Рис. 1. УЗ-изображение глубоких паравертебральных мышц на уровне L4

Примечание: 1 – тело позвонка, 2 – остистый отросток, 3 – поперечные отростки, 4 – мышцы медиального тракта, 5 – мышцы латерального тракта



Рис. 2. УЗ-оценка площади поперечного сечения паравертебральных мышц медиального тракта на уровне позвонка L4 (слева и справа)

Примечание: Ellipse – площадь поперечного сечения

L4), более поверхностно расположены mm.multifidii, они были более доступны для проведения УЗИ. Mm.multifidii в этом сегменте позвоночника (L3-L4) располагаются косо и, начинаясь от поперечных отростков L4, идут вверх, прикрепляясь к остистому отростку L2. (рис. 1). Датчик устанавливался в поперечном положении на уровне основания сколиотической дуги на расстоянии 1–2 см справа и слева от поперечного отростка четвертого позвонка L4 (ориентиром для постановки датчика являлся его остистый отросток).

Таблица 1. Распределение детей со сколиозом 1 степени по полу

Пол	N	%
М	15	52
Д	14	48
Всего	29	100

Примечание: М – мальчики, Д – девочки, N – количество

Таблица 2. Распределение детей со сколиозом 1 степени по возрасту

Возраст	N	%
9	8	27,5
10	8	27,5
11	13	45
	29	100

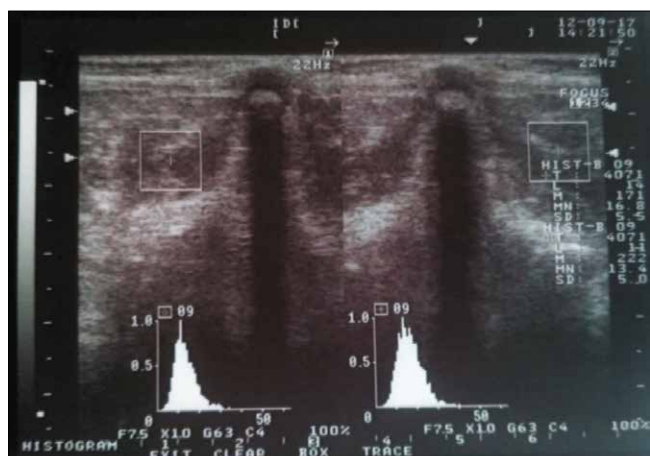


Рис. 3. УЗ-оценка плотности паравerteбральных мышц медиального тракта на уровне L4 (слева и справа)

Примечание: Hist – плотность структуры мышцы, T – число пикселей на произвольном или фиксированном участке, L – уровень интенсивности, соответствующий часто встречающейся составляющей интенсивности на заданном участке, M – число пикселей, соответствующее чаще всего встречающейся составляющей интенсивности на заданном участке, MN – средний уровень интенсивности на заданном участке, SD – стандартное отклонение составляющих интенсивности на заданном участке

Оценивались площадь поперечного сечения этих мышц (измерения производились в см²) и плотность на заданном участке мышцы (измерение выполнялось в %).

Было обследовано 29 детей с ИС, из них 9-летние составляли 27,5%, 10-летние – 27,5% и 11-летние 45%.

Обследованных мальчиков было 15 человек, что составляло 52%, девочек – 14 человек, что соответствовало 48%. Распределение детей по полу и возрасту представлено в таблицах 1 и 2.

Для определения площади поперечного сечения ПВМ использовалась функция УЗ аппарата по измерению линейных размеров и площади (рис 2.).

Для определения плотности ПВМ была использована функция УЗ аппарата «Гистограммные измерения» (HIST), которая осуществляла вывод интенсивности УЗ-сигнала на произвольном участке мышцы с использованием функции гистографии (рис.3). При этом оценивалось: T – число пикселей на произвольном или фиксированном участке, L – уровень интенсивности, соответствующий часто встречающейся составляющей интенсивности на заданном участке, M – число пикселей, соответствующее чаще всего встречающейся составляющей интенсивности на заданном участке, MN – средний уровень

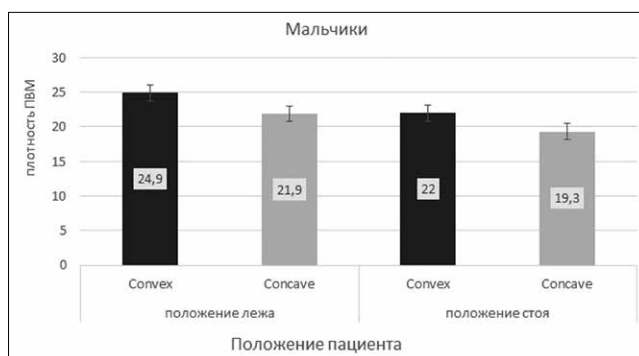


Диаграмма 1. Плотность паравerteбральных мышц у мальчиков при сколиозе 1 степени.

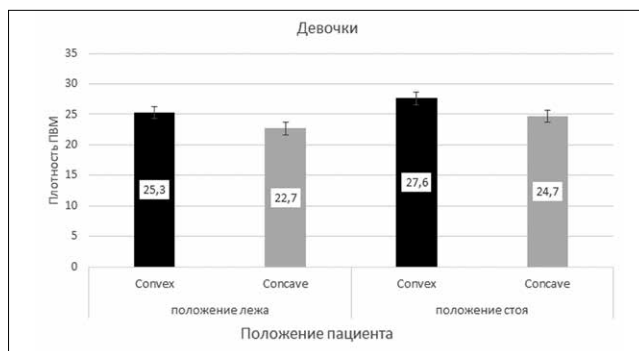


Диаграмма 2. Плотность паравerteбральных мышц у девочек при сколиозе 1 степени

интенсивности на заданном участке, SD – стандартное отклонение составляющих интенсивности на заданном участке.

Результаты

Как видно из таблицы 3, плотность ПВМ у мальчиков со сколиозом 1 степени при исследовании в положении лежачего была 24,9% с выпуклой стороны и 21,9% – с вогнутой, в положении стоя – 22% с выпуклой стороны и 19,3% – с вогнутой (диаграмма 1).

В свою очередь у девочек со сколиозом 1 степени при УЗИ мышц в положении лежачего плотность ПВМ была 25,3% с выпуклой стороны и 22,7% – с вогнутой, в положении стоя – 27,6% с выпуклой стороны и 24,7% – с вогнутой (диаграмма 2).

Также из таблицы 3 следует, что средняя величина площади поперечного сечения ПВМ у мальчиков со сколиозом 1 степени при исследовании в положении лежачего была 1,8 см² с выпуклой стороны и 2,0 см² – с вогнутой, в положении стоя – 2,0 см² с выпуклой стороны и 2,2 см² – с вогнутой (диаграмма 3).

Таблица 3. УЗ-параметры паравerteбральных мышц у мальчиков и девочек со сколиозом 1 степени

Пол	N	Положение пациента лежачего				Положение пациента стоя			
		p%		Scm ²		p%		Scm ²	
		Convex	Concave	Convex	Concave	Convex	Concave	Convex	Concave
М	15	24,9	21,9	1,8	2	22	19,3	2	2,2
	КА	1,14		1		1,14		1,1	
Д	14	25,3	22,7	2,18	2,4	27,6	24,7	1,8	3,5
	КА	1,11		1,09		1,12		1,9	

Примечание: N – количество пациентов, p – плотность мышц (%), S – площадь поперечного сечения мышц (см²), Convex – выпуклая сторона сколиотической дуги, Concave – вогнутая сторона сколиотической дуги, КА – коэффициент асимметрии

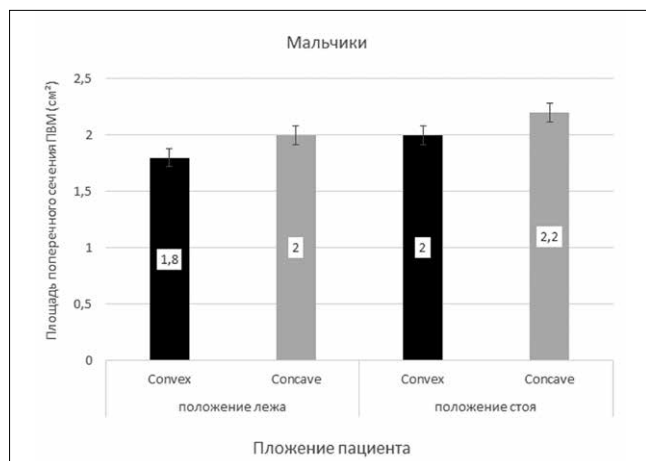


Диаграмма 3. Площадь поперечного сечения паравертебральных мышц у мальчиков со сколиозом 1 ст.

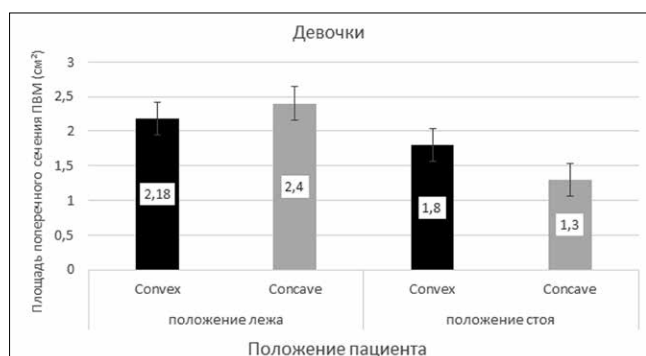


Диаграмма 4. Площадь поперечного сечения паравертебральных мышц у девочек со сколиозом 1 ст.

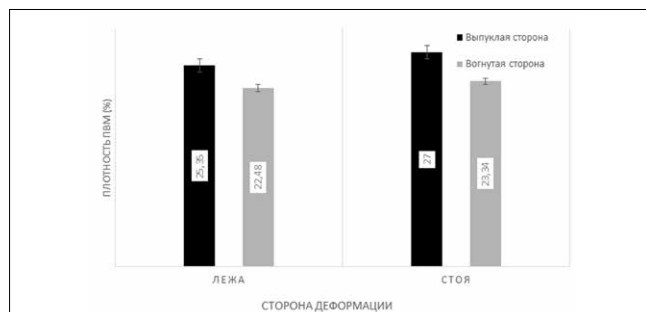


Диаграмма 5. Плотность паравертебральных мышц (%) при сколиозе 1 ст. в зависимости от положения пациента и стороны расположения УЗ-датчика

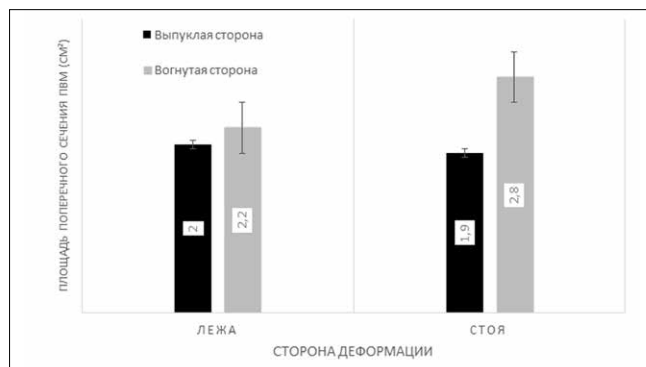


Диаграмма 6. Площадь поперечного сечения (см²) паравертебральных мышц при сколиозе 1 ст. (см²) в зависимости от положения пациента и стороны расположения УЗ-датчика

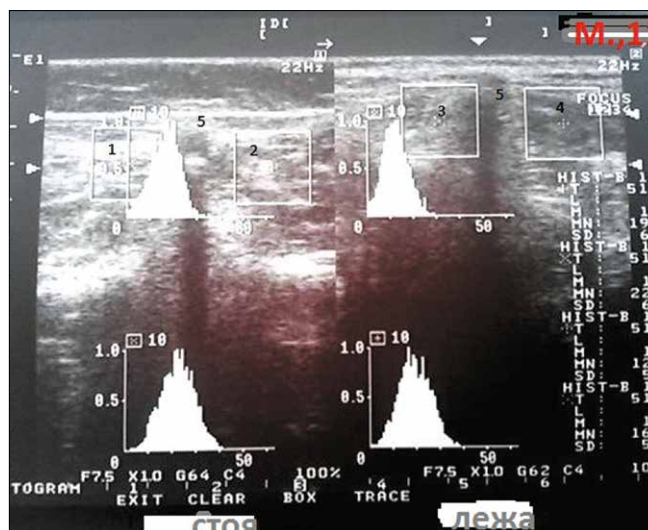


Рис. 4. Оценка эхоплотности паравертебральных мышц медиального тракта на уровне L4 у пациентки 11 лет со сколиозом 1 ст. в положении стоя и в положении лежа

Примечание: Hist – плотность структуры мышцы, MN – средний уровень интенсивности на заданном участке, 1 – *m.multifidii* на выпуклой стороне сколиотической дуги в положении пациента стоя (22,4%), 2 – *m.multifidii* на вогнутой стороне сколиотической дуги в положении пациента стоя (19,4%), 3 – *m.multifidii* на выпуклой стороне сколиотической дуги в положении пациента лежа (16,4%), 4 – *m.multifidii* на вогнутой стороне сколиотической дуги в положении пациента лежа (12,6%), 5 – остистый отросток L4

В то же время у девочек со сколиозом 1 степени при УЗИ мышц в положении лежа площадь поперечного сечения ПВМ была 1,19 см² с выпуклой стороны и 2,4 см² – с вогнутой, в положении стоя – 1,8 см² с выпуклой стороны и 3,5 см² – с вогнутой. (диаграмма 4, рис.4)

В ходе нашей работы мы отметили, что коэффициент асимметрии не менялся пропорционально возрасту детей, что представлено в таблице 4.

Средние показатели плотности ПВМ при сколиозе 1 степени в положении лежа составляли 25,35% с выпуклой стороны и 22,48% – с вогнутой, в положении стоя – 27% с выпуклой стороны и 23,34% – с вогнутой (таблица 5, диаграмма 5).

Средние значения площади поперечного сечения ПВМ при сколиозе 1 степени в положении лежа составляли 2,09 см² с выпуклой стороны и 2,35 см² – с вогнутой, в положении стоя – 2 см² с выпуклой стороны и 2,47 см² – с вогнутой (таблица 6, диаграмма 6).

Выводы

Таким образом, у детей с начальной степенью сколиоза вне зависимости от пола и возраста при осуществлении УЗИ ПВМ наблюдается повышение эхоплотности мышц на выпуклой стороне сколиотической дуги и повышение площади поперечного сечения ПВМ на вогнутой ее стороне, причем в положении стоя асимметрия исследуемых показателей более выражена. Учитывая важность комплексного подхода к диагностике идиопатического сколиоза, а также прогнозирование прогрессирования данного заболевания у детей, можно говорить о применении полученных объективных данных УЗИ паравертебральных мышц и включении метода УЗД

Таблица 4. УЗ-параметры паравертебральных мышц у детей со сколиозом 1 ст. позвоночника в разных возрастных группах

Возраст	N	Положение пациента лежа				Положение пациента стоя			
		p%		Scm ²		p%		Scm ²	
		Convex	Concave	Convex	Concave	Convex	Concave	Convex	Concave
9	8	25,68	22,61	2,16	2,39	26,3	22,56	2,16	2,41
	KA	1,13		1,1		1,16		1,11	
10	8	25,18	22,52	2,08	2,43	28,27	24,23	1,87	2,15
	KA	1,03		1,05		1,02		1,05	
11	13	25,17	22,31	2,01	2,22	26,44	23,22	1,96	2,826
	KA	1,13		1,1		1,14		1,5	

Примечание: N – количество пациентов, p – плотность мышц (%), S – площадь поперечного сечения мышц (см²), Convex – выпуклая сторона сколиотической дуги, Concave – вогнутая сторона сколиотической дуги, KA – коэффициент асимметрии

Таблица 5. УЗ-гистография паравертебральных мышц при сколиозе 1 ст. (%)

	Convex	Concave	Коэффициент асимметрии
лежа	25,35	22,48	1,13
стоя	27	23,34	1,16

Примечание: Convex – выпуклая сторона сколиотической дуги, Concave – вогнутая сторона сколиотической дуги

Таблица 6. Площадь поперечного сечения паравертебральных мышц при сколиозе 1 ст (см²)

	слева	справа	среднее по положению
лежа	2,1	2,1	2,1
стоя	2	2,1	2,1
среднее по сторонам	2,05	2,1	–

Примечание: Convex – выпуклая сторона сколиотической дуги, Concave – вогнутая сторона сколиотической дуги

в перечень необходимых диагностических процедур у детей с деформациями позвоночного столба, что также

отвечает задачам стратегии развития санаторно-курортного комплекса [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Панкратова Г.С., Дудин М.Г., Сулова Г.А.; Лечение патологически подвижной почки у детей с идиопатическим сколиозом // Вестник восстановительной медицины; 2017; №3: 25–28
2. Дудин М.Г. Пинчук Д.Ю.; Идиопатический сколиоз. Диагностика, патогенез; СПб.: Человек; 2009. 335 с.
3. Цыкунов М.Б.; Медицинская реабилитация при сколиотических деформациях // Вестник восстановительной медицины; 2018; №4: 75–91
4. Цыкунов М.Б., Шмырев В.И., Мусорина В.Л.; Изокинетическое 3D тестирование мышц-стабилизаторов позвоночника как новый диагностический метод для оценки функционального состояния мышечной системы // Вестник восстановительной медицины; 2017; №6:75–80
5. Zapata K.A., Wang-Price S.S., Sucato D.J., Dempsey-Robertson M. Ultrasonographic measurements of paraspinal muscle thickness in adolescent idiopathic scoliosis: a comparison and reliability study; *Pediatr Phys Therapy*; 2015; №27(2):119–25
6. Kennelly K.P., Stokes M.J. Pattern of asymmetry of paraspinal muscle size in adolescent idiopathic scoliosis examined by real-time ultrasound imaging. A preliminary study; *Spine*; 1993; №18 (7):913–917.
7. Рыбка Д.О., Дудин М.Г., Шарова Л.Е.; Возможности ультразвуковой диагностики состояния паравертебральных мышц поясничного отдела позвоночника у здоровых детей // Вестник восстановительной медицины; 2019 №2:69–73
8. Хан М.А., Погоначенкова И.В.; Современные проблемы и перспективные направления развития детской курортологии и санаторно-курортного лечения // Вестник восстановительной медицины; 2018; №3: 2–7

REFERENCES:

1. Pankratova G.S., Dudin M.G., Suslova G.A.; Lechenie patologicheskii podvizhnoj pochki u detej s idiopaticheskim skoliozom // *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny*; 2017; №3: 25–28
2. Dudin M.G. Pinchuk D.Y.; Idiopaticheskij skolioz. Diagnostika, patogenez; SPb.: Chelovek; 2009. 335 s.
3. Cykunov M.B.; Medicinskaya reabilitacija pri skolioticheskix deformacijah // *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny*; 2018; №4: 75–91
4. Cykunov M.B., Shmyrev V.I., Musorina V.L.; Izokineticheskoe 3D testirovanie myshc-stabilizatorov pozvonochnika kak novyj diagnosticheskij metod dlya ocenki funkcional'nogo sostoyaniya myshechnoj sistemy // *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny*; 2017; №6:75–80
5. Zapata K.A., Wang-Price S.S., Sucato D.J., Dempsey-Robertson M. Ultrasonographic measurements of paraspinal muscle thickness in adolescent idiopathic scoliosis: a comparison and reliability study; *Pediatr Phys Therapy*; 2015; №27(2):119–25
6. Kennelly K.P., Stokes M.J. Pattern of asymmetry of paraspinal muscle size in adolescent idiopathic scoliosis examined by real-time ultrasound imaging. A preliminary study; *Spine*; 1993; №18 (7):913–917.
7. Rybka D.O., Dudin M.G., Sharova L.E.; Vozmozhnosti ul'trazvukovoj diagnostiki sostoyaniya paravertebral'nyh myshc pojasnichnogo otdela pozvonochnika u zdorovyh detej // *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny*; 2019 №2:69–73
8. Han M.A., Pogonchenkova I.V.; Sovremennye problemy i perspektivnye napravleniya razvitiya detskoj kurortologii i sanatorno-kurortnogo lecheniya // *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny*; 2018; №3: 2–7

РЕЗЮМЕ

В образовании идиопатического сколиоза (ИС) ведущая патогенетическая роль принадлежит паравертебральным мышцам (ПВМ). С этих позиций диагностика структуры и функции состояния ПВМ чрезвычайно актуальна. Метод ультразвуковой диагностики (УЗД), как не инвазивный, доступный, малозатратный и достаточно информативный, на наш взгляд является оптимальным. На клинической базе СПбГБУЗ «Восстановительного Центра Детской Ортопедии и Травматологии «Огонек» было обследовано 29 детей (14 девочек и 15 мальчиков) в возрасте от 9 до 11 лет с ИС 1 степени по классификации Чаклина, что было подтверждено методом рентгенографии (деформация позвоночного столба от 1 до 10* по Коббу). Всем детям оценка состояния ПВМ проводилась в положении лежа с вогнутой и выпуклой стороны сколиотической дуги.

Для проведения ультразвукового исследования (УЗИ) использовался линейный датчик частотой 5–10 МГц сканера Aloka SSD-1100. Датчик устанавливался в горизонтальной плоскости перпендикулярно позвонку L4 на основании дуги деформации на расстоянии 1–2 см от его остистого отростка. В ультразвуковой (УЗ) диапазон исследования попадала группа глубоких ПВМ, а именно: mm.transversospinales (mm.semispinales, mm.intertransversales, mm.rotatores, mm.multifidii), оценивались площадь поперечного сечения этих мышц (см²) и плотность мышцы на заданном участке (%).

Ключевые слова: сколиоз, диагностика, паравертебральные мышцы, эхография, плотность мышц, площадь поперечного сечения мышц.

ABSTRACT

In the formation of adolescent idiopathic scoliosis (AIS), paravertebral muscles (PVM) plays leading pathogenetic role. From these positions, the diagnosis of structure and functional state of PVM is of great importance. The method of ultrasonic diagnostics (USD), is non-invasive, available, low-cost and informative. 29 children (14 girls and 15 boys) aged from 9 to 11 years with the initial degree of AIS were examined on the clinical basis of the Rehabilitation Center of Pediatric Orthopedics and Traumatology «Ogonyok» (SPb). The diagnosis was confirmed by x-ray (spinal column deformation from 1 to 10* by Cobb). PVM in all children were assessed in lying position on the concave and convex sides of the scoliotic arc.

For ultrasound examination (USE), a linear sensor with a frequency of 5–10 MHz of the Aloka SSD-1100 scanner was used. The sensor was installed in a horizontal plane perpendicular to the vertebra L4 on the basis of the arc of deformation at a distance of 1–2 cm from its spinous process. The ultrasound (US) range covered a group of deep PVM, namely: mm.transversospinales (mm.semispinales, mm.intertransversales, mm.rotatores, mm.multifidii). The cross-sectional area of these muscles (cm²) and muscles density (%) were estimated.

Keywords: scoliosis, diagnosis, paravertebral muscles, echography, muscle density, muscle cross-sectional area.

Контакты:

Рыбка Дина Олеговна. E-mail: dolspb@mail.ru

