

М.А. Иванов¹, И.Н. Яшина¹, С.В. Ключкова², Ф.Д. Яшин¹, Д.Ю. Рыбалко³
**СИСТЕМНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ СТРОЕНИЯ ГРУДНЫХ ПОЗВОНКОВ
И ОКОЛОПОЗВОНОЧНЫХ МЫШЦ У ЖЕНЩИН ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА
ПО ДАННЫМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ**

¹ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Курск

²Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва

³ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

Цель исследования – выявление закономерностей строения и взаимоотношения элементов грудного отдела позвоночного столба и окружающих его мышц у женщин зрелого возраста.

Материал и методы. Исследование выполнено на компьютерных томограммах грудного отдела позвоночника у 117 женщин 36–65 лет. Измерения на томограммах проводились в трех плоскостях с помощью программы RadiAnt. Оценивались медиана, интерквартильный диапазон Q1–Q3, рассчитывалась статистика критерия Вилкоксона. После кластеризации в каждом сегменте были отобраны 12 максимально значимых параметра, между которыми был проведен факторный анализ (ФА) методом главных компонент.

Результаты. С увеличением порядкового номера позвонков происходит увеличение размеров тел позвонков и паравертебрального мышечного массива неравномерно. Длина остистого отростка и расстояние между поперечными отростками уменьшаются с увеличением порядкового номера позвонка. Ширина паравертебрального мышечного массива максимальна на уровне сегментов 2–4 грудных позвонков.

Заключение. Проведенный анализ выявил два фактора и позволил функционально разделить единую костно-мышечную систему «грудные позвонки–паравертебральные мышцы» на четыре отдела.

Ключевые слова: грудной позвонок женщины, околопозвоночные мышцы.

M.A. Ivanov, I.N. Yashina, S.V. Klochkova, F.D. Yashin, D.Yu. Rybalko
**SYSTEMIC INTERACTION OF THE STRUCTURE
OF THE THORACIC VERTEBRAE AND PARAVERTEBRAL MUSCLES
IN MATURE WOMEN ACCORDING TO COMPUTED TOMOGRAPHY**

The purpose of the study is to identify patterns of structure and interrelation of elements of the thoracic spine and surrounding muscles in mature women.

Material and methods. The study was performed on computed tomograms of the thoracic spine in 117 women aged 36–65 years old. The measurements on the tomograms were carried out in three planes using the RadiAnt program. The median and the interquartile Q1–Q3 range were estimated, and the statistics of the Wilcoxon test was calculated. After clustering, 12 maximum significant parameters were selected in each segment. Between them a factor analysis (FA) was performed using the principal component method.

Results. With an increase in the ordinal number of vertebrae, the size of the vertebral bodies and the paravertebral muscle mass increase non-uniformly. The length of the spinous process and the distance between the transverse processes decrease with an increase in the ordinal number of the vertebra. The width of the paravertebral muscle mass is maximal at the level of 2–4th thoracic vertebrae segments.

Conclusion. FA revealed two factors and allowed us to functionally divide the unified musculoskeletal system "thoracic vertebrae - paravertebral muscles" into four sections.

Key words: female thoracic vertebra, paravertebral muscles.

Эволюция рентгенодиагностических технологий в выявлении заболеваний опорно-двигательного аппарата значительно облегчила работу клинических специалистов: травматологов-ортопедов, вертебрологов, нейрохирургов, врачей-реабилитологов. За помощью к указанным специалистам обращаются пациенты с нарушением опорно-двигательного аппарата различной степени тяжести. Такие расстройства сопровождаются не только функциональными нарушениями, но и морфологическими проявлениями патологии, выявляемыми чаще всего с помощью лучевых методов диагностики. При этом информация о нормальной витальной анатомии человека в целом, и в частности позвоночного столба и его окружения до сих пор носит преимущественно описательный характер [1,2]. Развитие компьютерных технологий обработки информации, в том числе технологий по-

иска скрытых закономерностей в больших массивах данных (data mining), в свою очередь позволяет обнаруживать такие закономерности и связи между исследуемыми элементами (в нашем случае – элементами, образующими систему осевого скелета человека). Как любая биологическая система, функционирующая на основе принципов эвристической самоорганизации, осевой скелет изменяется в зависимости от нагрузки и условий функционирования, что и приводит к перестройке этой системы и, рано или поздно, начинает проявляться вначале в виде функциональных расстройств, а позднее – в виде морфологических проявлений патологического процесса. Именно с патологически перестроенной системой осевого скелета и имеют дело клиницисты.

Как правило, заболевания грудного отдела позвоночника являются приобретенными и

развиваются продолжительное время [3,4]. Механизмом, запускающим развитие патологии грудного отдела позвоночника, большинство исследователей считают длительное нарушение биомеханики, наличие асимметрии мышечного корсета, окружающего позвоночный столб [5-7]. Поэтому не оценивать степень развития околопозвоночных мышц, исследуя системную организацию позвоночного столба, было бы неправильно. При планировании любых манипуляций на позвоночнике врач должен иметь представление о системной организации комплекса позвоночный столб – паравертебральный мышечный массив у здоровых людей, которое на данный момент полностью в научных кругах не сформировано.

Цель настоящего исследования – выявить закономерности строения и взаимоотношения элементов грудного отдела позвоночного столба и окружающих его мышц у женщин зрелого возраста.

Исследование выполнено с использованием компьютерных томограмм грудного отдела позвоночника 117 женщин в возрасте от 36 до 65 лет. Исследование проводилось в соответствии со стандартами Good Clinical

Practice и принципами Хельсинкской декларации, 2013г. До включения в исследование получено одобрение РЭК при ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России (протокол № 10 от 9.11.2020.) и письменное информированное согласие. Отбор пациентов проводился на основании отсутствия визуальных признаков травм позвоночного столба, специфических и неспецифических воспалительных заболеваний, что определялось экспертом врачом-рентгенологом. Критериями исключения из исследования явились рентгенологически диагностированы: полисегментарный остехондороз 2-й степени и выше, деформирующий спондилез, межпозвонковый и реберно-позвоночный остеоартроз, фиксирующий лигаментоз (болезнь Форестье), деформации и изменения структуры позвонков, онкологические заболевания.

Снимки получены на томографе Aquilion 16 TSX-101A с толщиной среза 1 мм, индекс реконструкции 5 мм. Измерения на томограммах проводились в трех плоскостях с помощью программы RadiAnt DICOM VIEVER. Методика измерений представлена на рис. 1.

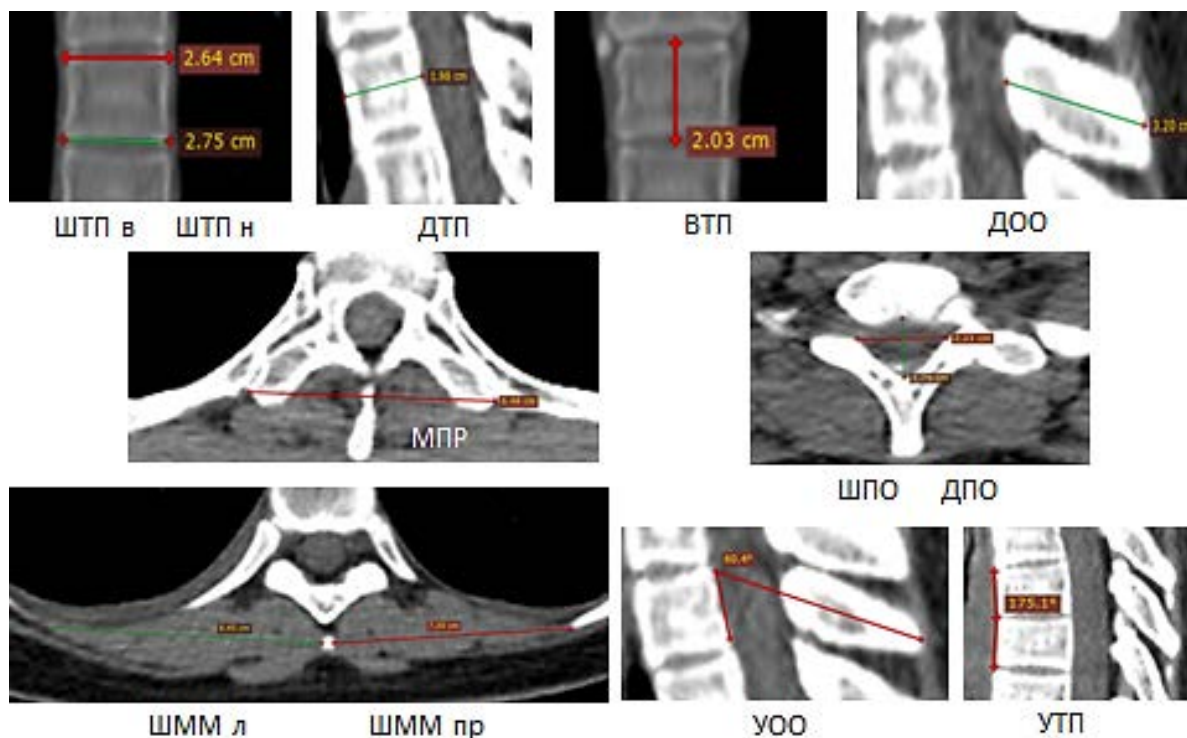


Рис. 1. Методика измерения структур грудных позвонков в программе RadiAnt DICOM Viewer

Обозначения: ШТПв и ШТПн – ширина тела позвонка, верхняя и нижняя; ДТП – длина тела позвонка; ВТП – высота тела позвонка; ДОО – длина остистого отростка; МПР – расстояние между поперечными отростками; ШПО и ДПО – ширина и длина позвоночного отверстия; ШММл и ШММпр – ширина левого и правого мышечных массивов; УОО – угол расположения остистого отростка; УТП – угол между телами позвонков.

В каждом сегменте позвоночного столба в трех плоскостях измерялись линейные размеры тел позвонков, ножек, отростков и ширина мышечных массивов, углы отхождения

остистых отростков и углы между телами позвонков. Все измерения производились дважды, средние значения заносились в таблицы, дальнейшая обработка данных производилась

в программе Statistica 9.0 с использованием кластерного и факторного анализов методом главных компонент. Поскольку нормального распределения не выявлено, для описания степени выраженности каждого из исследуемых параметров применялись медиана и оценка интерквартильного диапазона (Me; Q1-Q3). С целью выявления достоверности отличий в размерах рядом расположенных позвонков

рассчитывалась статистика критерия Вилкоксона при сравнении двух связанных выборок. После проведенной статистической обработки и кластеризации методом главных компонент для последующего анализа из 37 параметров [8,9] в каждом сегменте были отобраны 12 параметров, имеющих максимальную значимость. Результаты представлены в табл. 1-2.

Таблица 1

Линейные размеры тел грудных позвонков						
Позвонки	ШТП верхняя, см	ШТП нижняя, см	ДТП, см	ВТП, см	ШПО, см	ДПО, см
Th1 (Me, Q1-Q3)	2,67; 2,64-2,83	2,88; 2,67-3,02	1,89; 1,79-2,22	2,05; 1,85-2,17	2,2; 2,03-2,63	1,79; 1,55-1,86
р к. Вилкоксона Th1-Th2				0,043		
Th2 (Me, Q1-Q3)	2,84; 2,77-2,94	2,99; 2,72-3,03	1,98; 1,90-2,07	2,31; 1,98-2,41	2,24; 2,02-2,43	1,54; 1,32-2,05
р к. Вилкоксона Th2-Th3				0,019	0,017	0,025
Th3 (Me, Q1-Q3)	2,58; 2,47-2,73	2,94; 2,76-3,0	1,99; 1,86-2,25	1,94; 1,83-2,02	1,79; 1,63-2,14	1,69; 1,54-2,08
р к. Вилкоксона Th3-Th4	0,012	0,025	0,012		0,006	
Th4 (Me, Q1-Q3)	2,34; 2,15-2,6	2,61; 2,48-2,87	2,21; 1,93-2,42	1,99; 1,87-2,21	2,43; 2,13-2,54	1,91; 1,71-2,04
р к. Вилкоксона Th4-Th5					0,0028	0,07
Th5 (Me, Q1-Q3)	2,43; 2,27-2,67	2,59; 2,47-2,84	2,15; 1,99-2,41	1,94; 1,85-2,0	1,97; 1,57-2,12	1,64; 1,56-1,87
р к. Вилкоксона Th5-Th6				0,009		
Th6 (Me, Q1-Q3)	2,54; 2,38-2,89	2,8; 2,57-3,14	2,26; 2,06-2,46	1,78; 1,69-1,84	1,98; 1,73-2,34	1,69; 1,54-1,84
р к. Вилкоксона Th6-Th7	0,05				0,025	
Th7 (Me, Q1-Q3)	2,91; 2,67-2,97	2,97; 2,69-3,28	2,51; 2,19-2,85	1,76; 1,72-1,83	1,86; 1,66-2,04	1,73; 1,59-1,86
р к. Вилкоксона Th7-Th8	0,014	0,023	0,036	0,03		
Th8 (Me, Q1-Q3)	3,21; 3,04-3,4	3,56; 3,21-3,86	2,68; 2,43-3,33	2,08; 1,95-2,46	1,78; 1,62-2,12	1,62; 1,46-1,73
р к. Вилкоксона Th8-Th9		0,02				
Th9 (Me, Q1-Q3)	3,12; 2,85-3,27	3,32; 3,13-3,4	2,96; 2,45-3,22	2,01; 1,98-2,21	1,78; 1,55-2,03	1,61; 1,51-1,7
р к. Вилкоксона Th9-Th10	0,0008	0,001			0,0014	0,0082
Th10 (Me, Q1-Q3)	3,51; 3,35-3,7	3,9; 3,37-4,01	2,66; 2,6-3,23	2,22; 2,14-2,36	2,04; 1,95-2,22	1,79; 1,59-1,93
р к. Вилкоксона					0,0026	
Th11 (Me, Q1-Q3)	3,58; 3,5-3,83	3,9; 3,78-4,07	2,94; 2,52-3,52	2,45; 2,25-2,56	2,41; 2,12-2,67	1,68; 1,47-1,83
р к. Вилкоксона Th11-Th12					0,033	
Th12 (Me, Q1-Q3)	3,74; 3,62-3,94	3,93; 3,89-4,07	2,83; 2,6-3,39	2,36; 2,19-2,64	2,1; 1,99-2,35	1,79; 1,58-1,89

В ходе исследования наряду с увеличением размеров тел позвонков от первого к двенадцатому грудному позвонку выявлено уменьшение ширины тел с четвертого по седьмой грудных позвонков по сравнению с выше- и нижележащими позвонками. При этом с четвертого по восьмой грудные позвонки характерно увеличение переднезаднего размера тела или длины тела. При анализе медианных отношений ширины к длине тела позвонка (ШТП/ДТП) с первого по третий грудные позвонки происходит плавное уменьшение этого индекса с 1,41 у Th1 до 1,29 у Th3. С четвертого по девятый грудной позвонки медианные отношения ШТП/ДТП равны 1,05-1,19, а у нижележащих Th10-Th12 равны 1,21-1,32. Высота тел позвонков увеличивается от первого ко второму, затем с третьего по седьмой высота тела уменьшается и заново начинает увеличиваться у нижних грудных позвонков с восьмого, не показывая достоверных отличий (табл. 1).

Размеры позвоночного отверстия вариabельны, при этом достоверное увеличение поперечного – ШПО и переднезаднего – ДПО размеров наблюдаются у четвертого (2,13-2,54 см×1,71-2,04 см) и десятого грудных позвонков (1,95-2,22 см×1,59-1,93 см).

Длина остистого отростка грудных позвонков у женщин уменьшается с увеличением порядкового номера позвонка. Она максимальна у третьего грудного позвонка по данным КТ и колеблется в интерквартильном диапазоне 2,84-3,29 см. Величина расстояния между максимально удаленными точками поперечных отростков также уменьшается с увеличением порядкового номера, у третьего грудного позвонка эти отличия достоверны (табл. 2).

Ширина заднего околопозвоночного мышечного массива максимальна на уровне сегментов 2-4-го грудных позвонков. Она обусловлена появлением в массиве полуостистой и ременной мышц головы (рис. 2).

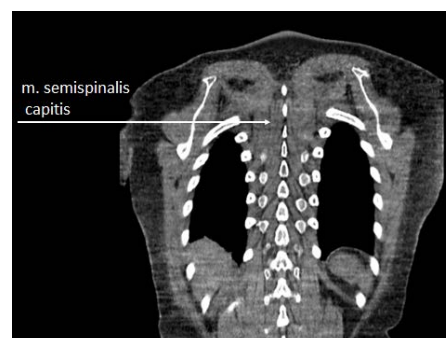


Рис. 2. Компьютерная томограмма грудного отдела позвоночника женщины 45 лет

Линейные и угловые размеры отростков грудных позвонков и мышечных массивов

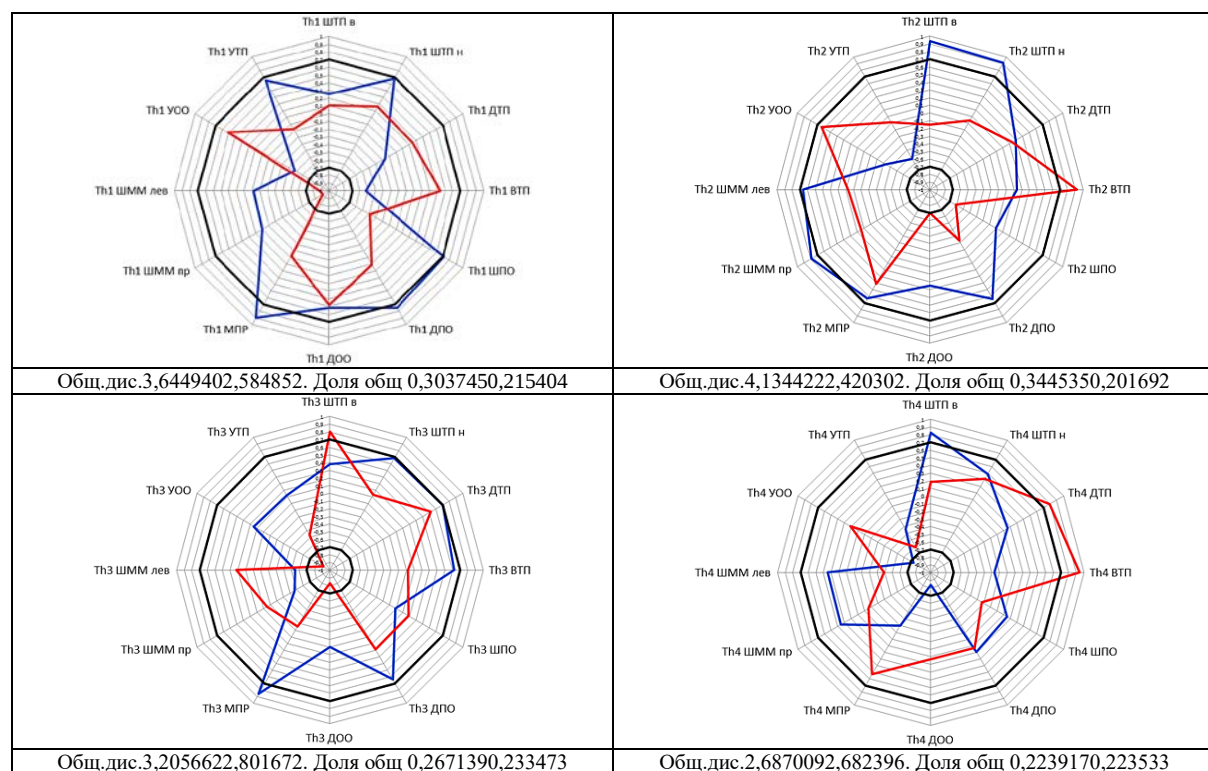
Позвонки	ДОО, см	МПР, см	ШММ правая, см	ШММ левая, см	УОО, градусы	УТП, градусы
Th1 (Me, Q1-Q3)	2,99; 2,61-3,04	7,06; 6,51-7,65	8,15; 8,03-8,96	8,12; 8,03-8,41	60,9; 47,65-61,8	174,3; 167,25-175,8
р к. Вилкоксона Th1-Th2	0,0026		0,0006	0,0006		
Th2 (Me, Q1-Q3)	2,54; 2,46-2,73	7,21; 6,84-7,46	10,45; 9,91-10,89	10,62; 10,39-11,42	51,0; 43,75-56,35	168,3; 164,45-173,05
р к. Вилкоксона Th2-Th3	0,0064	0,0026				0,0014
Th3 (Me, Q1-Q3)	3,15; 2,84-3,29	6,38; 6,13-6,99	11,09; 10,28-11,63	11,05; 10,8-12,01	48,5; 36,7-51,15	159,7; 158,7-161,05
р к. Вилкоксона Th3-Th4	0,006				0,004	0,0022
Th4 (Me, Q1-Q3)	2,84; 2,47-3,0	6,51; 6,37-6,95	11,21; 10,6-11,52	11,23; 10,67-11,48	37,2; 26,75-40,15	165,7; 161,95-166,85
р к. Вилкоксона Th4-Th5			0,0006	0,0006	0,001	0,018
Th5 (Me, Q1-Q3)	2,79; 2,57-3,47	6,34; 6,21-6,83	8,94; 8,39-9,03	9,11; 8,46-9,28	25,1; 23,55-27,25	159,7; 158,65-163,4
р к. Вилкоксона Th5-Th6						0,0006
Th6 (Me, Q1-Q3)	2,81; 2,44-3,35	6,28; 6,21-6,76	8,72; 8,3-9,01	8,64; 8,26-9,25	25,3; 23,55-29,1	176,3; 174,75-177,3
р к. Вилкоксона Th6-Th7						
Th7 (Me, Q1-Q3)	2,79; 2,62-3,3	6,58; 6,1-7,17	8,72; 8,2-9,03	8,63; 8,14-9,16	26,2; 25,15-27,15	176,8; 176,4-177,5
р к. Вилкоксона Th7-Th8						0,0006
Th8 (Me, Q1-Q3)	2,67; 2,28-2,8	5,86; 5,36-6,3	8,15; 7,53-9,59	8,19; 7,03-8,85	38,6; 21,4-44,4	161,2; 155,5-163,75
р к. Вилкоксона Th8-Th9						0,0008
Th9 (Me, Q1-Q3)	2,67; 2,38-2,95	5,78; 5,33-6,33	7,55; 6,56-9,15	7,52; 6,95-8,77	34,4; 31,3-38,05	176,2; 174,7-177,5
р к. Вилкоксона Th9-Th10				0,03	0,014	
Th10 (Me, Q1-Q3)	2,51; 2,33-2,72	5,58; 5,32-5,78	8,12; 7,63-9,13	8,61; 7,52-9,04	51,7; 33,65-59,1	175,8; 172,45-176,45
р к. Вилкоксона	0,0034				0,002	
Th11 (Me, Q1-Q3)	2,76; 2,48-2,93	5,61; 5,37-5,94	8,23; 7,81-8,94	8,18; 7,45-8,87	58,2; 46,2-61,8	174,8; 172,45-176,8
р к. Вилкоксона Th11-Th12	0,018					
Th12 (Me, Q1-Q3)	2,51; 2,37-2,69	5,38; 5,12-5,78	8,12; 7,63-9,13	8,09; 7,32-9,02	53,3; 33,65-63,75	176,4; 174,35-177,7

При сравнении ширины мышечного массива правой и левой сторон в пределах одного сегмента асимметрии не выявлено, что указывает на отсутствие сколиотической деформации позвоночного столба.

Формирование грудного кифоза сопровождается уменьшением угла между телом позвонка и остистым отростком, которое выражено с пятого по девятый грудные позвонки. Минимальные значения УОО в сегментах пятого и шестого позвонков (Th5 23,55-27,25° и Th6 23,55-29,1°). Изменение угла между телами позвонков также связано с формированием грудного кифоза и минимальным значе-

нием УТП, что свидетельствует о максимальном изгибе позвоночника кзади, выявленном в сегментах Th3-4 158,7-161,05°, Th 4-5 161,95-166,85° и Th8-9 155,5-163,75°.

В результате факторного анализа исследуемых параметров были выделены два фактора, суммарно объясняющие от 45 до 62% дисперсии. Для выделения использовался метод главных компонент с вращением варимакс исходных данных. Картины распределения факторных нагрузок, отражающих влияние каждого из 12 параметров на структуру их взаимоотношений в грудных сегментах представлены на рис. 3.



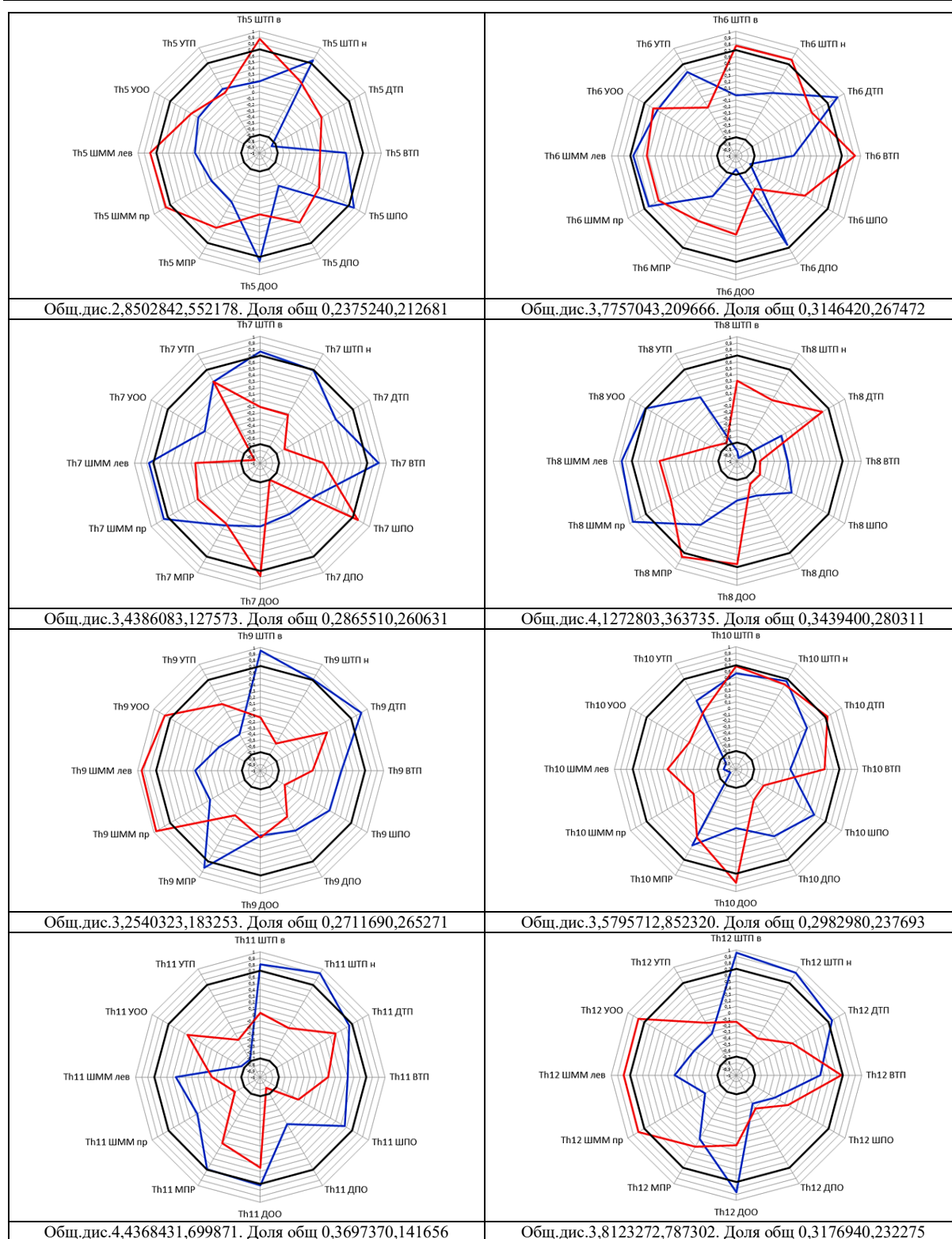


Рис. 3. Факторная структура грудных сегментов «позвонок – паравerteбральный мышечный массив» у женщин в возрасте 36-65 лет.

Примечание. Значимыми являются факторные нагрузки $>0,7$ и $<-0,7$. Первый фактор обозначен линией синего цвета, второй – красного цвета

Полученные результаты свидетельствуют о структурной дифференциации сегментов грудного отдела позвоночника женщин с максимальным влиянием мышечного корсета на структуру сегмента «позвонок – паравerteбральный мышечный массив» на уровне второго, седьмого и восьмого позвонков. В этих сегментах ширина мышечного массива связана

и с размерами тел позвонков. У пятого, девятого и двенадцатого позвонков параметр «ширина мышечных массивов» вошел в структуру второго фактора, причем в нижних сегментах он оказался связан с углом наклона остистого отростка. Отрицательные факторные нагрузки на данные параметры в первом факторе у десятого грудного позвонка, на наш взгляд, еще раз

указывают на функциональную дифференциацию грудных сегментов позвоночника женщин с преобладанием стабилизирующей функции у нижних сегментов грудного отдела.

Заключение

Таким образом, комплекс «грудные позвонки – паравертебральные мышцы» представляет собой единую костно-мышечную систему, которая входит в состав аксиального скелета как суперсистемы по отношению к грудному отделу и которая у женщин может быть разделена на четыре отдела, несущих различные функциональные нагрузки. Верхний отдел (сегменты Th1-Th2), системная организация которого связана с реализацией движений головы и шеи как вокруг верти-

кальной, так и сагиттальной осей. Второй уровень – это сегменты Th3-Th6. Системная организация сегментов этого уровня отражает реализацию статической функции и связана с влиянием костных структур. Третий уровень (сегменты Th7-Th9), в системной организации которого максимальное влияние имеет степень развития мышечного паравертебрального массива, отражает вертикализацию тела. Четвертый уровень – это сегменты Th10-Th12, выполняющие опорную функцию и участвующие в движениях вокруг фронтальной и сагиттальной осей.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Сведения об авторах статьи:

Иванов Михаил Александрович – аспирант кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России. Адрес: 305041, г. Курск, ул. К. Маркса, 3. E-mail: ivanovma_spb@mail.ru.

Яшина Ирина Николаевна – д.м.н., доцент, профессор кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России. Адрес: 305041, г. Курск, ул. К. Маркса, 3. E-mail: bik2709@rambler.ru.

Клочкова Светлана Валерьевна – д.м.н., профессор кафедры анатомии человека медицинского института Российского университета дружбы народов. Адрес: г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 8. E-mail: swetlana.chava@yandex.ru.

Яшин Федор Денисович – студент лечебного факультета ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России. Адрес: 305041, г. Курск, ул. К. Маркса, 3., E-mail: fedaryashin@yandex.ru.

Рыбалко Дмитрий Юрьевич – к.м.н., доцент, зав. кафедрой анатомии человека ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: rybalko_dy@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. К вопросу о линейных параметрах грудных позвонков у лиц второго периода зрелого возраста / Т.А. Алексеева [и др.] // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2022. – Т. 11, № 3. – С. 9-15.
2. Изменчивость формы и размеров грудных позвонков / Е.А. Анисимова [и др.] // Морфология. – 2020. – Т. 157, № 2-3. – С. 18.
3. Орел, А.М. Количественная оценка величины грудного кифоза у людей в старческом возрасте / А.М. Орел // Архивариус. – 2020. – № 3 (48). – С. 17-22.
4. Fadzan, M. Etiological Theories of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Past and Present. / M. Fadzan, M, J. Bettany-Saltikov J. // Open Orthop J. – 2017. – V. 29. No. 11. – P. 1466-1489.
5. Wong, C. The role of the paravertebral muscles in adolescent idiopathic scoliosis evaluated by temporary paralysis. / C. Wong, K. Gosvig, S. Sonne-Holm // Scoliosis Spinal Disord. – 2017. – V.12: 33.
6. Static and dynamic balance function in patients with osteoporotic vertebral fractures / L.A. Marchenkova [et al.], // Bone Reports. – 2020. – Т. 13. № S. – С. 100536.
7. Дюбуссе, Ж. 3D в вертебральной патологии: горизонтальная плоскость скрыта в каждой сколиотической деформации // Хирургия позвоночника. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 93–103. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2021.2.93-103>
8. Особенности строения передней опорной колонны грудного отдела позвоночного столба у женщин второго периода зрелого возраста / М.А. Иванов [и др.] // В сборнике: Университетская наука: взгляд в будущее: Сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвященной 87-летию Курского государственного медицинского университета: в 2 т. – Курск, Изд-во. – 2022. – С. 13-15.
9. Структура комплекса "поясничные позвонки – паравертебральные мышцы" у женщин старше 50 лет по данным компьютерной томографии М.А. [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2022. – Т. 17, № 5 (101). – С. 34-38.

REFERENCES

1. Linear parameters of the thoracic vertebrae in adults in the second period of adulthood / T.A. Alekseeva [i dr.] // Journal of Anatomy and Histopathology. – 2022. – T. 11. № 3. – S. 9-15. (In Russ)
2. Izmenchivost' formy i razmerov grudny'x pozvonkov / E.A. Anisimova [i dr.] // Morfologiya. – 2020. – T. 157. № 2-3. – S. 18.
3. Orel, A.M. Kolichestvennaya ocenka velichiny` grudnogo kifoza u lyudej v starcheskom vozraste / A.M. Orel // Arxivarius. – 2020. – № 3 (48). – S. 17-22.
4. Fadzan, M. Etiological Theories of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Past and Present. / M. Fadzan, M, J. Bettany-Saltikov J. // Open Orthop J. – 2017. – V. 29. No. 11. – P. 1466-1489.
5. Wong, C. The role of the paravertebral muscles in adolescent idiopathic scoliosis evaluated by temporary paralysis. / C. Wong, K. Gosvig, S. Sonne-Holm // Scoliosis Spinal Disord. – 2017. – V.12: 33.
6. Static and dynamic balance function in patients with osteoporotic vertebral fractures / L.A. Marchenkova [et al.] // Bone Reports. – 2020. – T. 13. № S. – С. 100536.
7. Dubousset, J. Three-dimensionality in vertebral pathology: the horizontal plane is hidden in every scoliotic deformity. // Hir. Pozvonoc. – 2021; – 18(2):93–103. (In Russ). DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2021.2.93-103>.
8. Osobennosti stroeniya perednej opornoj kolonny` grudnogo otdela pozvonochного stolba u zhenshhin второго периода зрелого возраста / М.А. Иванов [и др.] // V sbornike: Universitetskaya nauka: vzglyad v budushhee. Sbornik nauchny'x trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchnoy konferencii, posvyashhennoy 87-letiyu Kurskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta : v 2 t.. – Kursk, – 2022. – S. 13-15.
9. The structure of the «lumbar vertebrae-paravertebral muscles» complex in women over 50 years of age according to computed tomography / M.A. Ivanov [et al.] // BASHKORTOSTAN MEDICAL JOURNAL Scientific Publication. – 2022. – T. 17. № 5 (101). – S. 34-38. (In Russ)