

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И КОРРЕЛЯЦИИ АБСОЛЮТНЫХ И ОТНОСИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ГРУДНЫХ ПОЗВОНКОВ ВЗРОСЛЫХ ЛЮДЕЙ

Анисимова Е.А.¹, Зоткин В.В.¹, Анисимов Д.И.¹, Челнокова Н.О.¹, Попрыга Д.В.¹, Мечёва Т.В.¹

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава России», Саратов, e-mail: anisimova60sar@yandex.ru

С целью выявления закономерностей топографической изменчивости и тесноты связей морфометрических параметров грудных позвонков исследованы 36 комплектов грудных позвонков взрослых людей без признаков деформации и системных заболеваний скелета (n=432) из коллекции остеологического музея кафедры анатомии человека Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского. Методом прямой остеометрии определяли абсолютные размеры позвонков (высоту тела, продольный и поперечный диаметры). Для определения формы позвонков вычисляли относительные размеры: поперечно-продольный, высотно-продольный и высотно-поперечный индексы. Форма и размеры позвонков в зависимости от топографического месторасположения изменяются, наиболее значительные изменения отмечены в верхнегрудном, нижнегрудном уровнях и на уровне вершины грудного кифоза. Проверку на нормальность распределения проводили с помощью критерия Шапиро–Уилка. Применяли дискриптивную статистику. В зависимости от месторасположения позвонка в грудном отделе позвоночного столба изменяются форма, абсолютные и относительные размеры, вариабельность и сила связи параметров позвонков. Данные, полученные в результате исследования, могут явиться морфометрической основой при планировании и проведении хирургических операций на грудном отделе позвоночника, в том числе и малоинвазивных, использоваться в качестве нормативных ориентиров для оценки степени деформации позвонков.

Ключевые слова: грудные позвонки, топография, остеометрия, форма, размеры.

TOPOGRAPHIC VARIABILITY AND CORRELATIONS OF ABSOLUTE AND RELATIVE SIZES OF THORACIC VERTEBRAE OF ADULTS

Anisimova E.A.¹, Zotkin V.V.¹, Anisimov D.I.¹, Chelnokova N.O.¹, Popryga D.V.¹, Mecheva T.V.¹

¹FGBOU VO «Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky Ministry of Health of Russia», Saratov, anisimova60sar@yandex.ru

36 sets of thoracic vertebrae of adults without signs of deformation and systemic skeletal diseases (n=432) from the collection of the osteological museum of department of human anatomy of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky were studied to identify the patterns of topographic variability and tightness of connections of morphometric parameters of thoracic vertebrae. The absolute dimensions of vertebrae (body height, longitudinal and transverse diameters) were determined by direct osteometry. To determine shape of vertebrae, relative sizes were calculated: transverse-longitudinal, altitudinal-longitudinal and altitudinal-transverse indices. A check for normality of the distribution was carried out using the Shapiro-Wilk test. Used discriminatory statistics. Results. The shape and size of the vertebrae vary depending on the topographic location, the most impressive changes are noted in the upper thoracic, lower thoracic levels and at the apex level of the thoracic kyphosis. Conclusion. Depending on the location of the vertebra in the thoracic spine, the shape, absolute and relative sizes, variability and strength of the connection between the vertebral parameters change. The data obtained as a result of the study can be a morphometric basis for planning and conducting surgical operations on the thoracic spine, including minimally invasive, as normative guidelines for assessing the degree of deformation of the vertebrae.

Keywords: thoracic vertebrae, topography, osteometry, shape, size.

В литературе опубликованы данные о частоте встречаемости пациентов с травмой грудного отдела позвоночного столба в пределах от 3,5% до 17,5% от всего количества стационарных больных [1, 2]. Из всего контингента пострадавших большинство (80%) входят в группу трудоспособного населения (17–45 лет), что обуславливает

востребованность оперативных вмешательств у пациентов данной категории [3]. В отличие от подвижных шейного и поясничного отделов, грудной отдел позвоночника является относительно стабильным, наличие реберного каркаса увеличивает его прочность. В грудном отделе позвоночный канал и резервные пространства спинного мозга имеют минимальные размеры [4]. Травмы грудного отдела позвоночного столба характеризуются наличием значительного повреждающего фактора, приводящего к обширным травмам позвоночника – сложным переломам позвонков с повреждением спинного мозга и сосудисто-нервных анатомических структур [5–7].

В настоящее время показания для хирургической коррекции деформаций позвоночного столба расширяются в связи с новыми достижениями современной медицины, в частности травматологии и ортопедии, в сфере разработки и модернизации оригинальных корригирующе-стабилизирующих конструкций [6], что вызывает необходимость индивидуализированного подхода к планированию реконструктивно-восстановительного оперативного вмешательства: оптимальных доступов и этапов вмешательства, с учетом биомеханических, деформативно-прочностных, конструкционных, морфопографических особенностей грудного отдела позвоночного столба [7, 8]. Для адекватной декомпрессии корешков спинномозговых нервов, сосудов спинного мозга, коррекции и надежной стабилизации травмированных позвоночно-двигательных сегментов необходимо учитывать индивидуальную изменчивость морфопометрических характеристик анатомических объектов данного отдела позвоночника, что обеспечит правильный выбор пациент-ориентированных имплантируемых конструкций и позволит получить благоприятный исход операции до 90% случаев [9–11].

Цель исследования: выявить закономерности морфопометрической изменчивости, выраженность и направление корреляций анатомических структур грудного отдела позвоночного столба.

Материал и методы исследования. В исследование включены мацерированные препараты грудных позвонков взрослых людей (36 комплектов, n=432) I и II периодов зрелого возраста без признаков деформации и системных заболеваний скелета из остеологического музея кафедры анатомии человека СГМУ им. В.И. Разумовского. Методом прямой остеометрии определяли размеры позвонков: поперечный (расстояние между удаленными точками поперечных отростков) и продольный (расстояние от передней поверхности тела позвонка до наиболее удаленной точки остистого отростка) диаметры, высоту передней поверхности тел позвонков. Вычисляли относительные размеры позвонков: поперечно-продольный указатель (индекс) – процентное отношение поперечного диаметра позвонка к продольному; высотно-продольный указатель (индекс) – процентное отношение

передней высоты тела позвонка к продольному диаметру позвонка; высотно-поперечный указатель (индекс) – процентное отношение передней высоты тела позвонка к поперечному диаметру позвонка.

На нормальность распределения признаков в вариационном ряду проверяли с помощью критерия Шапиро–Уилка. Использовали дескриптивную статистику, определяли медиану (Me), межквартильный размах [25, 75%], стандартное отклонение (σ), коэффициенты экстенсивности (КЭ) и вариации (Cv%). При проведении корреляционного анализа применяли коэффициент Спирмена, связи считали слабыми при $r < 0,3$; умеренными – при $r = 0,3–0,5$; значительными – при $r = 0,5–0,7$; сильными – при $r = 0,7–0,9$ и тесными – при $r > 0,9$.

Оценку различий количественных признаков осуществляли с применением критерия Манна–Уитни. Различия считали статистически значимыми при 95%-ном пороге вероятности ($p < 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение. Продольный сагиттальный диаметр грудных позвонков в кранио-каудальном (от Th₁ к Th₁₂) направлении равномерно увеличивается от 66,0 мм [59,0–68,5%] до 76,5 мм [73,5–78,0%] (на 13,7%). Поперечный фронтальный диаметр грудных позвонков уменьшается от Th₁ до вершины грудного кифоза (Th₅) от 76,5 [72,0–79,5%] до 61,3 мм [58,8–65,0%], на уровне Th₆–Th₁₀ размер варьирует от 61,5 до 63,5 мм и значительно уменьшается на уровне Th₁₁ до 50,3 мм [48,3–52,5%] и Th₁₂ до 48,0 мм [46,0–51,8%]. В целом на протяжении грудного отдела позвоночного столба параметр уменьшается на 37,2% (рис. 1).

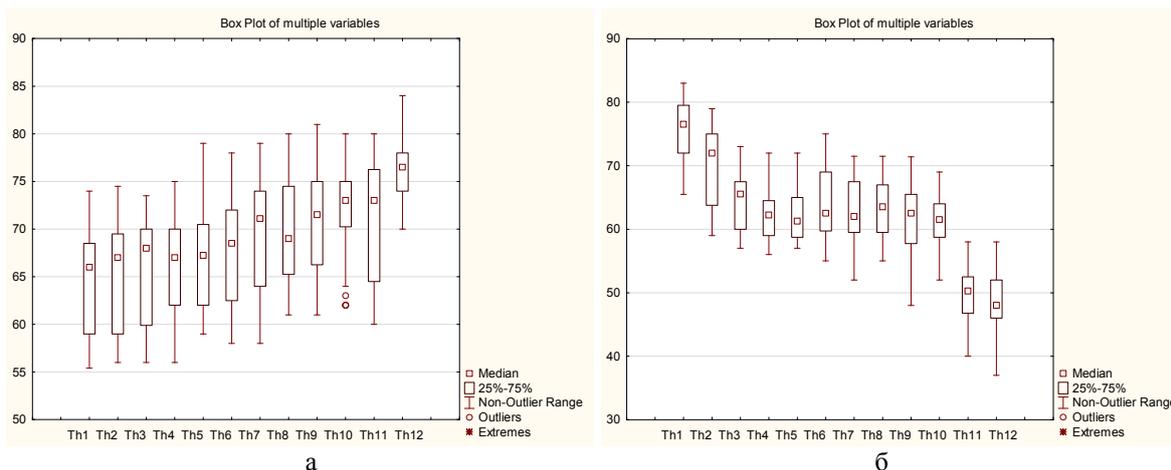


Рис. 1. Топографическая изменчивость продольного сагиттального (а) и поперечного фронтального диаметров грудных позвонков

При уменьшении поперечного размера позвонков на протяжении грудного отдела позвоночного столба происходит увеличение продольного диаметра позвонка, перекрест

кривых приходится на уровень Th₁₁–Th₁₂. Практически на всем протяжении грудного отдела позвоночника поперечный размер значительно превалирует над продольным (рис. 2).

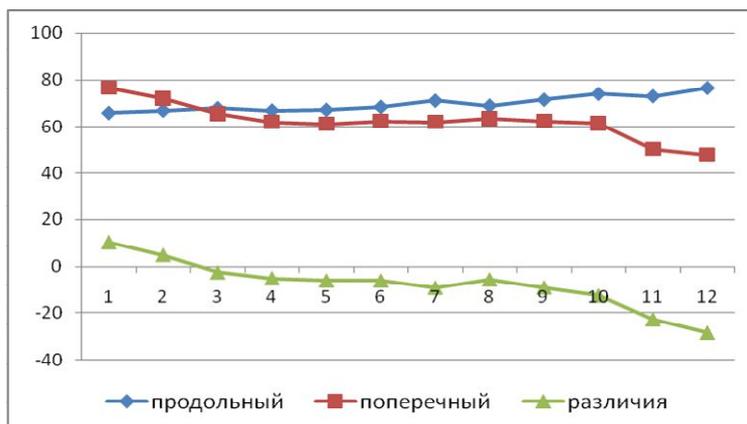


Рис. 2. Соотношение продольного и поперечного диаметров грудных позвонков и различий между ними

На уровне верхних грудных (Th₁–Th₂) позвонков различия размеров составляют 10,5 и 5,0 мм, на уровне Th₃–Th₉ – варьируют от 2,5 до 9,1 мм, на уровне Th₁₀–Th₁₂ различия увеличиваются до 12,5–28,5 мм.

Поперечно-продольный указатель на уровне Th₁ составляет 116,2% [112,2–119,9%], к Th₅ уровню уменьшается до 92,9% (на 20,1%), от Th₆ до Th₁₀ значение индекса варьирует в пределах 83,8–95,3% и уменьшается к уровню Th₁₁ до 69,3% [66,3–75,6%] и к Th₁₂ до 64,4% [60,2–67,5%] (табл. 1, рис. 3).

Таблица 1

Топографическая изменчивость абсолютных и относительных размеров грудных позвонков (мм, индекс в %%)

№ грудного позвонка	Параметр	Me	25%	75%	σ	Cv%
1	Продольный диаметр	66,0	59,0	68,5	5,6	8,7
	Поперечный диаметр	76,5	72,0	79,5	5,1	6,7
	Индекс	116,2	112,2	119,9	7,3	6,2
2	Продольный диаметр	67,0	59,0	69,5	5,9	9,1
	Поперечный диаметр	72,0	63,8	75,0	6,5	9,3
	Индекс	107,1	105,6	109,8	4,8	4,5
3	Продольный диаметр	68,0	59,9	70,0	5,3	8,1
	Поперечный диаметр	65,5	60,0	67,5	4,5	6,9
	Индекс	98,6	96,4	100,2	3,4	3,4
4	Продольный диаметр	67,0	62,0	70,0	5,3	8,0
	Поперечный диаметр	62,0	59,0	63,8	5,0	8,0
	Индекс	94,0	90,8	96,6	4,5	4,8
5	Продольный диаметр	67,3	62,0	70,5	5,3	7,9
	Поперечный диаметр	61,3	58,8	65,0	4,1	6,6
	Индекс	92,9	90,1	96,3	4,6	5,0
6	Продольный диаметр	68,5	62,5	72,0	5,7	8,4
	Поперечный диаметр	62,5	59,8	69,0	5,7	9,0
	Индекс	95,3	91,4	98,4	4,9	5,2
7	Продольный диаметр	71,1	64,0	74,0	6,0	8,7

	Поперечный диаметр	62,0	59,5	67,5	5,2	8,3
	Индекс	89,9	86,2	96,3	5,0	5,4
8	Продольный диаметр	69,0	65,3	74,5	5,7	8,2
	Поперечный диаметр	63,5	59,5	67,0	4,4	7,0
	Индекс	91,7	87,7	93,9	3,4	3,8
9	Продольный диаметр	71,5	66,3	75,0	5,8	8,1
	Поперечный диаметр	62,5	57,8	65,5	5,8	9,4
	Индекс	87,2	85,1	90,5	4,6	5,3
10	Продольный диаметр	74,0	72,0	75,0	4,7	6,4
	Поперечный диаметр	61,5	60,0	63,0	4,3	7,0
	Индекс	83,8	81,1	85,4	3,0	3,6
11	Продольный диаметр	73,0	64,5	76,8	6,6	9,2
	Поперечный диаметр	50,3	48,3	52,5	5,4	10,7
	Индекс	69,3	66,3	75,6	5,3	7,4
12	Продольный диаметр	76,5	73,5	78,0	5,1	6,8
	Поперечный диаметр	48,0	46,0	51,8	5,4	11,2
	Индекс	64,4	60,2	67,5	4,5	7,1

На протяжении грудного отдела позвоночника значение индекса уменьшается на 44,9%. Таким образом, увеличение продольного размера позвонка и уменьшение поперечного диаметра дают снижение индекса.

Изменчивость продольного диаметра позвонка находится в диапазоне от 6,4% до 9,2%, т.е. ниже средней, несколько большей изменчивостью обладает поперечный диаметр (от 6,6% до 11,2%). Самая низкая вариабельность характерна для поперечно-продольного указателя, коэффициент вариации находится в пределах от 3,4% до 7,4%.

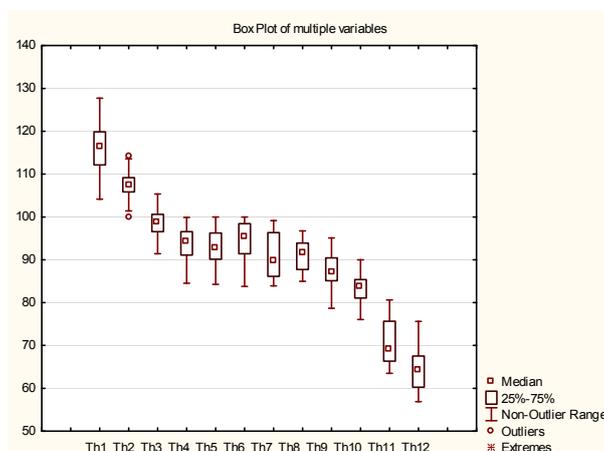


Рис. 3. Топографическая изменчивость поперечно-продольного индекса грудных позвонков

На каждом уровне грудного отдела позвоночного столба было определено среднее значение поперечно-продольного указателя, методом сигмальных отклонений позвонки каждого уровня были распределены по форме в три группы: долихо- ($Me-\sigma$ – узкие, длинные), мезо- ($Me\pm\sigma$ – средние) и брахивертебральные ($Me+\sigma$ – широкие, короткие). В таблице 2 представлены значения индексов и частота их встречаемости в зависимости от топографического расположения позвонков (табл. 2).

Топографическая изменчивость и частота встречаемости формы грудных позвонков,
определяемой по поперечно-продольному указателю

№ грудного позвонка	Долихо- (Me-σ)		Мезо- (Me±σ)		Брахи- (Me+σ)	
	Индекс	КЭ	Индекс	КЭ	Индекс	КЭ
1	<109,6	13,9	109,7–124,3	69,4	>124,4	16,7
2	<102,7	13,9	102,8–112,4	72,2	>112,5	13,9
3	<95,0	22,2	95,1–101,9	66,7	>102,0	11,1
4	<88,9	13,9	89,0–98,0	80,5	>98,1	5,6
5	<88,0	13,9	88,1–97,3	69,4	>97,4	16,7
6	<88,0	16,7	88,1–97,3	50,0	>97,4	33,3
7	<85,9	13,9	86,0–95,8	58,3	>95,9	27,8
8	<87,4	19,4	87,5–94,3	63,8	>94,3	13,6
9	<82,4	16,7	82,5–91,7	66,7	>91,8	16,7
10	<80,1	16,7	80,2–86,2	69,4	>86,3	13,9
11	<65,5	19,4	65,6–76,2	61,2	>76,3	19,4
12	<59,8	22,2	59,9–68,8	63,9	>68,9	13,9

Во всей изучаемой совокупности грудных позвонков без учета топографического расположения среднее значение поперечно-продольного указателя составляет $90,9 \pm 14,4\%$. Долиховертебральных позвонков (Me-σ) с индексом менее 76,4% было 15,5%, брахивертебральных (Me+σ) с индексом более 105,4% было 15,3% и мезовертебральных (Me±σ) с индексом от 76,5 до 105,3% – 69,2%.

Кроме основных диаметров грудных позвонков, была определена высота передней поверхности тел позвонков в срединной сагиттальной плоскости. Признак изменяется неравномерно на протяжении грудного отдела позвоночного столба (табл. 3). Высота передней поверхности тела Th₁ в среднем составляет 16,8 мм [15,0–17,4%], затем увеличивается до 18,8 мм [17,0–20,0%] у Th₃ и варьирует в пределах 18,1–18,3 мм на уровне Th₄–Th₅, на вершине грудного кифоза высота уменьшается до 17,0 мм [16,0–19,0%], а затем начинает постепенно увеличиваться до 24,0 мм [23,5–26,0%] у Th₁₂.

Таблица 3

Топографическая изменчивость передней высоты тел грудных позвонков

№ грудного позвонка	Me	25%	75%	σ	Cv%
1	16,8	15,0	17,4	1,7	10,4
2	18,0	16,5	20,0	1,8	10,2
3	18,8	17,0	20,0	1,9	11,9
4	18,1	17,0	20,0	2,0	10,6
5	18,3	17,0	20,0	2,2	11,7
6	17,0	16,0	19,0	1,9	10,8
7	18,0	17,0	19,5	2,1	11,6
8	19,0	18,0	20,0	2,5	10,8
9	20,8	19,5	22,0	2,1	10,1
10	21,0	19,0	23,5	3,0	14,1
11	22,0	21,0	24,0	2,6	10,0
12	24,0	23,5	26,0	2,5	10,1

1	25,4	24,0	27,2	1,8	6,9	21,8	19,2	23,0	1,9	8,6	0,00
2	27,8	26,2	29,6	2,0	7,1	25,8	23,6	27,3	2,2	8,6	0,00
3	28,0	26,4	29,8	2,3	8,4	28,5	26,8	30,5	2,6	9,2	0,4
4	27,7	25,2	30,2	1,9	6,9	29,5	27,2	32,0	2,7	9,2	0,01
5	27,6	25,4	29,5	2,6	9,4	29,8	27,4	32,2	2,9	9,7	0,01
6	26,0	24,0	28,2	2,5	9,5	27,8	25,6	30,9	3,4	12,4	0,01
7	26,5	24,5	29,3	3,0	11,2	29,2	27,0	32,0	3,0	10,4	0,00
8	27,6	26,2	30,0	2,4	8,7	30,3	28,2	32,6	2,1	6,8	0,00
9	29,4	27,0	31,6	2,0	6,9	33,7	30,8	35,0	2,6	7,7	0,00
10	29,2	27,1	32,2	3,7	12,8	35,3	33,6	36,9	5,2	14,8	0,00
11	31,3	29,6	33,1	2,4	7,7	44,9	41,8	46,0	4,3	9,6	0,00
12	33,0	31,0	35,4	1,9	5,7	51,5	48,5	53,2	4,5	8,7	0,00

Максимальных различий индексы достигают на уровне нижних грудных позвонков (Th₁₀ – 6,1%, Th₁₁ – 13,6%, Th₁₂ – 18,5%).

По высотно-продольному указателю позвонки на каждом уровне грудного отдела позвоночного столба методом сигмальных отклонений были распределены в группы: хамевертебральные (низкие, M-σ), ортовертебральные (средние, M±σ) и гипсивертебральные (высокие, M+σ).

Хамевертебральные позвонки (низкие) с индексом ниже 24,9% чаще встретились на уровне вершины грудного кифоза (Th₅–Th₇) – в 21,1–22,2% случаев. Гипсивертебральные позвонки (высокие) с индексом выше 30,4% чаще встретились на уровне Th₃ (30,5%) и от Th₉ до Th₁₂ (19,4–25,0%).

По высотно-поперечному указателю позвонки на каждом уровне грудного отдела позвоночного столба методом сигмальных отклонений были распределены в группы: тапейновертебральные (узкие, M-σ), метриовертебральные (средние, M±σ) и акровертебральные (широкие, M+σ) (табл. 5).

Таблица 5

Топографическая изменчивость и частота встречаемости формы грудных позвонков, определяемой по высотно-продольному и высотно-поперечному указателям

№ грудного позвонка	Высотно-продольный индекс						Высотно-поперечный индекс					
	Хаме- (Me-σ)		Орто- (Me±σ)		Гипси- (Me+σ)		Тапейно- (Me-σ)		Метрио- (Me±σ)		Акро- (Me+σ)	
	Индекс	КЭ	Индекс	КЭ	Индекс	КЭ	Индекс	КЭ	Индекс	КЭ	Индекс	КЭ
1	<23,5	11,1	23,6–27,2	75,0	>27,3	13,9	<19,8	16,7	19,9–23,7	79,4	>23,8	13,9
2	<25,7	19,4	25,8–29,8	72,3	>29,9	8,3	<23,5	22,2	23,6–28,0	55,6	>28,1	22,2
3	<25,6	19,4	25,7–30,3	50,1	>30,4	30,5	<25,8	11,1	25,9–31,1	75,0	>31,2	13,9
4	<25,7	16,7	25,8–29,6	69,4	>29,7	13,9	<26,7	16,7	26,8–32,2	66,6	>32,3	16,7
5	<24,9	22,2	25,0–30,2	66,7	>30,3	11,1	<26,8	22,2	26,9–32,7	58,4	>32,8	19,4
6	<23,4	21,1	23,5–28,5	65,0	>28,6	13,9	<24,3	16,7	24,4–31,2	63,9	>31,3	19,4
7	<23,4	22,2	23,5–29,5	61,1	>29,6	16,7	<26,1	25,0	26,2–31,2	72,6	>31,3	22,2
8	<25,2	13,9	25,2–30,0	72,2	>30,1	13,9	<28,1	16,7	28,2–32,4	75,0	>32,5	8,3
9	<27,3	13,9	27,4–31,4	61,1	>31,4	25,0	<31,0	13,9	31,1–36,3	66,7	>36,4	19,4
10	<25,4	19,4	25,5–32,8	55,6	>32,9	25,0	<30,0	16,7	30,1–40,5	58,3	>40,6	25,0
11	<28,8	15,0	28,9–33,7	58,9	>33,8	23,9	<40,5	13,9	40,6–49,1	63,9	>49,2	22,2
12	<31,0	16,7	31,1–34,9	63,9	>35,0	19,4	<46,9	16,7	47,0–56,0	73,9	>56,1	19,4

На разных уровнях грудного отдела позвоночника тапейновертебральные позвонки (узкие) встретились с частотой 13,9–25,0%, частота встречаемости акровертебральных позвонков (широких) находится в диапазоне от 8,3% до 25,0%, метриовертебральных (средних) – от 55,6% до 79,4%.

Во всей изучаемой совокупности грудных позвонков без учета топографического расположения среднее значение высотно-продольного индекса составляет $28,3 \pm 3,2\%$. Хамертебральных позвонков (низких) было 16,9%, ортовертебральных (средних) – 66,9%, гипсивертебральных (высоких) – 16,2%. Среднее значение высотно-поперечного индекса составляет $32,3 \pm 8,6\%$, тапейновертебральных позвонков (узких) было 11,1%, метриовертебральных (средних) – 71,3%, акровертебральных (широких) – 17,6%.

Между продольным и поперечным диаметрами грудных позвонков связи варьируют от значительных до тесных (r от 0,71 до 0,91).

Связь высоты передней поверхности тел позвонков с продольным диаметром позвонка варьирует на протяжении грудного отдела позвоночника от умеренной (средней) до высокой (сильной), коэффициент корреляции изменяется в пределах 0,39–0,77. С поперечным диаметром позвонка у передней высоты связь слабее (от 0,43 до 0,60), а на уровнях Th₆ и Th₁₀ статистически значимые корреляции отсутствуют ($r=0,17$; $r=0,15$). Изменчивость высотно-поперечного указателя в основном выше по сравнению с высотно-продольным. Лишь на уровне Th₇–Th₈ коэффициент вариации высотно-продольного указателя выше по сравнению с высотно-поперечным.

Формообразующая конструкция грудных позвонков является отражением биомеханических свойств грудного отдела позвоночного столба: деформативно-прочностных свойств, сочетания биомеханической стабильности, подвижности и выносливости [12, 13]. Морфотопометрические характеристики позвонков грудного отдела позвоночника отличаются значительными различиями в зависимости от уровня расположения. Фронтальный и сагиттальный размеры позвонков изменяются в кранио-каудальном направлении различно. Продольный размер равномерно увеличивается, а поперечный, напротив, уменьшается, перекрест кривых изменчивости приходится на уровень между вторым и третьим грудными позвонками. Изменения соотношений основных размеров позвонков влекут изменения формы позвонков, на уровне вершины грудного кифоза брахивертебральные позвонки встречаются относительно чаще (27,8–33,3%) по сравнению с другими уровнями, что, по-видимому, обеспечивает максимальную стабильность. На этом же уровне у грудных позвонков отмечены низкие показатели высотно-продольного и высотно-поперечного индексов.

Большинство исследователей описывают лишь размеры тел позвонков, без учета изменения формы позвонков, тогда как форма позвонков определяет функцию различных отделов позвоночного столба. Грудной отдел позвоночника является наиболее стабильным по сравнению с позвонками шейного и поясничного отделов, но в литературе морфологии грудных позвонков уделено недостаточно внимания. Объем движений в грудном отделе позвоночного столба, по данным различных авторов: сгибание 35–50°, разгибание 40–55°, вращение 20–40° [2–4].

Между параметрами позвонков существуют корреляции различной силы. Так, поперечный диаметр позвонков значительно и тесно положительно связан с продольным диаметром, а его связи с высотой тела позвонка значительно слабее.

Морфометрические параметры необходимо учитывать при планировании и проведении хирургической коррекции деформаций позвоночника [14, 15].

Заключение. В зависимости от месторасположения позвонка в грудном отделе позвоночного столба изменяются форма, абсолютные и относительные размеры, вариабельность и сила связи параметров позвонков. Наиболее впечатляющие изменения отмечены на верхнегрудном, нижнегрудном уровнях и на уровне вершины грудного кифоза. Данные, полученные в результате исследования, могут явиться морфометрической основой при планировании и проведении хирургических операций на грудном отделе позвоночника, в том числе и малоинвазивных, использоваться в качестве нормативных ориентиров для оценки степени деформации позвонков.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Анисимова Е.А., Николенко В.Н., Островский В.В., Тома А.И. Морфометрическое обоснование выбора метода хирургической коррекции повреждений грудного отдела позвоночного столба // Саратовский научно-медицинский журнал. 2009. Т. 5. № 2. С. 254–260.
2. Тома А.И., Анисимова Е.А., Норкин И.А., Тома А.С., Чомартов А.Ю., Анисимова А.С., Норкин А.И. Дифференцированный анатомо-биомеханический подход к использованию пункционной кифо- и вертебропластики при компрессионных переломах тел позвонков // Морфология. 2009. Т. 136, № 4. С. 137.
3. Бойцов И.В. Дорсопатии грудного отдела позвоночника: тестирование симпатических реакций позвоночно-двигательных сегментов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2012. № 6 (102). С. 42–47.

4. Анисимова Е.А., Анисимов Д.И., Попрыга Д.В., Юсупов К.С. Прикладная анатомия затылочно-позвоночной области и позвоночного столба // Новые технологии в экспериментальной и клинической хирургии: матер. межрегион. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии Сар. ГМУ им. В.И. Разумовского. Саратов: Изд-во СГМУ, 2011. С. 28–31.
5. Шульга А.Е., Зарецков В.В., Богомолова Н.В., Коршунова Г.А., Смолькин А.А. Дифференцированный подход к хирургическому лечению больных с ригидными посттравматическими деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника // Саратовский научно-медицинский журнал. 2017. Т. 13, № 3. С. 772–79.
6. Афаунов А.А., Кузменков А.В. Транспедикулярная фиксация при повреждениях грудного и поясничного отделов позвоночника, сопровождающихся травматическим стенозом позвоночного канала // Хирургия позвоночника. 2011. № 4. С. 8–17. DOI: 10.14531/ss2011.4.8-17.
7. Чебыкин А.В. Оптимизация тактики лечения больных с остеохондрозом позвоночника, осложненного грыжей межпозвоночного диска // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. 2011. № 3. С. 27–31.
8. Меньщикова И.А. Osteometрия позвоночного столба человека зрелого возраста Уральского региона // Казанский медицинский журнал. 2019. Т. 100. № 4. С. 622–628.
9. Анисимов Д.И. Корреляции размеров позвоночного столба, его отделов и отдельных позвонков // Известия высших учебных заведений Поволжский регион. Медицинские науки. 2013. № 1 (25). С. 5–11.
10. Scheer J.K., Bakhsheshian J., Fakurnejad S., Oh T., Dahdaleh N.S., Smith Z.A. Evidence-Based Medicine of Traumatic Thoracolumbar Burst Fractures: A Systematic Review of Operative Management across 20 Years. *Global Spine J.* 2015. Vol. 5. № 1. P. 73-82.
11. Сумин Д.Ю., Зарецков В.В., Титова Ю.И., Арсениевич В.Б., Лихачев С.В., Норкин И.А., Максюшина Т.Д., Эйгелис Н.С. Рентгеноморфометрия как составляющая планирования вертебропластики при остеопорозе // Медицинская визуализация. 2016. № 4. С. 119–124.
12. Калмин О.В., Калмина О.А. Опорно-двигательный аппарат: Методические рекомендации к практическим занятиям по анатомии человека. Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2007. 142 с.
13. Wang Q., Xiu P., Zhong D., Wang G., Wang S. Simultaneous posterior and anterior approaches with posterior vertebral wall preserved for rigid post-traumatic kyphosis in thoracolumbar spine. *Eur. Spine J.* 2012. Vol. 37. № 17. P. E1085-E1091.

14. Борзых К.О., Рерих В.В., Борин В.В. Осложнения при лечении посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника методом этапных хирургических вмешательств // Хирургия позвоночника. 2020. Т. 17. № 1. С. 6-14.
15. Patel V.V., Burger E., Brown C.W. Spine trauma surgical techniques. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. 413 p.