

УДК 611.711.6:616.711.6-007.17:612.086/.087(045)

doi: 10.21685/2072-3032-2024-2-11

Половые различия формы и площади межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба человека при развитии дегенеративно-дистрофических изменений

В. В. Зоткин¹, Е. А. Анисимова², Д. И. Анисимов³, Д. В. Попрыга⁴^{1,2,3,4}Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского, Саратов, Россия¹vladimir-zotkin@mail.ru, ²eaan@mail.ru, ³anisimovd85@mail.ru, ⁴poprugadv@yandex.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Цель исследования – определить форму и площадь межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба мужчин и женщин первого периода зрелого возраста. *Материалы и методы.* На 128 компьютерных томограммах позвоночного столба в боковых проекциях субъектов в возрасте от 21 до 35 лет (66 мужчин и 62 женщины) определяли форму и площадь межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба. *Результаты.* Чаще других наблюдали овальную и округлую формы межпозвоночных отверстий, реже – трех- и четырехстороннюю. Площадь межпозвоночных отверстий увеличивается от шейно-грудного перехода в направлении вершины грудного кифоза, затем уменьшается к уровню отверстия Th_{IX-X} и значительно увеличивается у отверстий Th_{X-XI} и Th_{XI-XII}. На уровне Th_{X-XI} площадь превалирует у женщин по сравнению с мужчинами в среднем на 3,2 %, на уровне Th_{XI-XII} – на 24,1 % справа и на 23,8 % слева. *Выводы.* В грудном отделе позвоночного столба встречаются различные формы межпозвоночных отверстий: овальная, округлая, трех- и четырехсторонняя. Экстенсивность различных форм межпозвоночных отверстий зависит от пола, уровня и стороны расположения. Площадь межпозвоночных отверстий увеличивается от шейно-грудного перехода в направлении вершины грудного кифоза, затем уменьшается к уровню IX отверстия и значительно увеличивается на уровне X и, особенно, XI отверстий. Половые различия площади межпозвоночных отверстий не достигают статистической значимости, лишь на уровне последних двух отверстий размеры площади превалируют на компьютерных томограммах женщин. Размеры площади контрлатеральных отверстий не отличаются, но выявлена правосторонняя направленность диссимметрии. Изменчивость площади межпозвоночных отверстий значительная, коэффициент вариации имеет средние величины (21,3–29,9 %).

Ключевые слова: грудной отдел позвоночного столба, межпозвоночные отверстия, дегенеративно-дистрофические изменения, половые различия

Для цитирования: Зоткин В. В., Анисимова Е. А., Анисимов Д. И., Попрыга Д. В. Половые различия формы и площади межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба человека при развитии дегенеративно-дистрофических изменений // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2024. № 2. С. 117–127. doi: 10.21685/2072-3032-2024-2-11

Sex differences in the intervertebral foramina's shape and area of human thoracic spinal column during development degenerative-dystrophic changes

© Зоткин В. В., Анисимова Е. А., Анисимов Д. И., Попрыга Д. В., 2024. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

V.V. Zotkin¹, E.A. Anisimova², D.I. Anisimov³, D.V. Popryga⁴

^{1,2,3,4}Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russia

¹vladimir-zotkin@mail.ru, ²eaan@mail.ru, ³anisimovd85@mail.ru, ⁴poprugadv@yandex.ru

Abstract. *Background.* Purpose of the study is to determine the intervertebral foramina's shape and area of the thoracic spinal column of men and women of the first period of adulthood. *Material and methods.* On 128 CT scans of the spinal column in lateral projections of subjects aged 21 to 35 years (66 men and 62 women), the shape and area of the intervertebral foramina of the thoracic spinal column were determined. *Results.* More often than others, oval and round shapes of the intervertebral foramina were observed, less often – three- and four-sided. The area of the intervertebral foramina increases from the cervicothoracic junction, towards the apex of the thoracic kyphosis, then decreases towards the level of the Th_{IX-X} foramen, and increases significantly at the Th_{X-XI} and Th_{XI-XII} foramina. At the Th_{X-XI} level, the area prevails in women compared to men by an average of 3,2%, at the Th_{XI-XII} level – by 24,1% on the right and 23,8% on the left. *Conclusions.* In the thoracic spine there are various forms of intervertebral foramina: oval, round, three- and four-sided. The extent of various forms of intervertebral foramina depends on gender, level and side of location. The area of the intervertebral foramina increases from the cervicothoracic junction towards the apex of the thoracic kyphosis, then decreases towards the level of the IX foramen and increases significantly at the level of the X and, especially, the XI foramen. Gender differences in the area of the intervertebral foramina do not reach statistical significance; only at the level of the last two foramina do the area sizes prevail on CT scans of women. The dimensions of the area of the contralateral foramina do not differ, but the right-sided direction of dissymmetry was revealed. The variability in the area of the intervertebral foramina is significant, the coefficient of variation has average values (21,3–29,9%).

Keywords: thoracic spinal column, intervertebral foramina, degenerative-dystrophic changes, sex differences

For citation: Zotkin V.V., Anisimova E.A., Anisimov D.I., Popryga D.V. Sex differences in the intervertebral foramina's shape and area of human thoracic spinal column during development degenerative-dystrophic changes. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki* = *University proceedings. Volga region. Medical sciences*. 2024;(2):117–127. (In Russ.). doi: 10.21685/2072-3032-2024-2-11

Введение

Дегенеративно-дистрофические изменения в грудном отделе позвоночного столба развиваются реже по сравнению с шейным и поясничным отделами, так как он малоподвижен и за счет реберного каркаса более равномерно распределяется нагрузка [1]. Вследствие нарушения кровоснабжения и иннервации, гормонального фона, питания, обмена веществ, гиподинамии, профессиональных вредностей, хронических воспалительных процессов и травм опорно-двигательного аппарата появляются изменения в костно-хрящевых структурах такие, как остеохондроз, спондилез, спондилолистез, спондилоартроз, остеопороз, протрузии и грыжи диска, грыжи Шморля [2–8]. Чаще других структур поражаются дугоотростчатые суставы, суставные поверхности которых ориентированы во фронтальной плоскости [9]. Компьютерные томограммы (КТ) позволяют с высоким качеством визуализации выявить изменения костно-хрящевых структур и связочного аппарата еще на доклиническом этапе [10]. Возрастные изменения и патологические процессы в позвоночнике могут привести к изменению формы и размеров межпозвоночных

отверстий за счет снижения высоты диска и тела позвонка, разрастания остеофитов, оксификации связок, гиперплазии дуг, ножек дуг позвонков; боковые и задние грыжи диска приводят к сдавлению нервно-сосудистых образований в области межпозвоночного отверстия или содержимого позвоночного канала (спинного мозга, мешка твердой оболочки) [4].

Цель исследования: определить форму и площадь межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба мужчин и женщин первого периода зрелого возраста.

Материал и методы исследования

На 128 КТ позвоночного столба в боковых проекциях определяли форму и площадь межпозвоночных отверстий (МПО, Th_{I-II} – Th_{XI-XII}) грудного отдела (Th-отдела) позвоночного столба в формате Dicom, используя компьютерную программу для КТ-исследований e-Film Workstation (точность $\pm 0,1$ мм), позволяющую работать в пошаговом режиме с мультипланарной и 3D-реконструкцией позвоночного столба. КТ получены на компьютерном томографе Philips M $\times$ 8000 Dual из архива Саратовского научно-исследовательского института травматологии, ортопедии и нейрохирургии Саратовского государственного медицинского университета им. В. И. Разумовского. В изучаемую выборку вошли КТ субъектов в возрасте от 21 до 35 лет (66 мужчин и 62 женщины) с выявленными признаками дегенеративно-дистрофических изменений II–III степени.

Статистическая обработка проводилась в программе Statistica 13.0 с применением графического метода и дискриптивной статистики. После проверки на нормальность (критерий Шапиро – Уилка) применяли непараметрическую статистику, так как распределение признаков в вариационном ряду отличалось от нормального. Формат данных: медиана – Me, нижний и верхний квартили – Lower-Quartile, Upper-Quartile [Q₁; Q₃]. Определяли коэффициент вариации – Cv% (<10 % – изменчивость низкая, 10–30 % – средняя, >30 % – высокая), коэффициент экстенсивности – частоту встречаемости различных форм отверстий. Статистически значимые половые различия и различия площади контрлатеральных отверстий определяли при $p < 0,05$ (критерий Манна – Уитни).

Результаты

В половых выборках выделено четыре формы МПО: овальная, округлая, трехсторонняя и четырехсторонняя (рис. 1).

Чаще других в мужской выборке наблюдали овальную форму МПО: справа в 40,9 % наблюдений (27 отверстий из 66), слева – в 30,3 % (20 из 66), и округлую форму МПО: справа – в 34,8 % (23 из 66), слева – в 50,0 % (33 из 66). В женской выборке чаще были выявлены округлая форма МПО: справа – в 41,9 % (26 из 62), слева – в 45,2 % (28 из 62), и овальная форма МПО: справа – в 35,5 % (22 из 62), слева – в 22,6 % (14 из 62) (табл. 1).

У мужчин трехсторонняя и четырехсторонняя формы МПО справа встретилась у 8 отверстий из 66 (12,1 %), слева такие формы встретились в 10,6 % (7 отверстий из 66) и 9,1 % (6 из 66) соответственно. На КТ женщин четырехсторонние отверстия встретились справа и слева в 16,1 % наблюде-

ний (10 из 62) и в 19,3 % (12 из 62); трехсторонние отверстия в 6,5 % (4 из 62) и в 12,9 % (8 из 62) соответственно.



Рис. 1. Формы межпозвоночного отверстия: *а* – овальная форма; *б* – округлая форма; *в* – трехсторонняя форма; *г* – четырехсторонняя форма

Таблица 1

Половая изменчивость и двухсторонняя асимметрия экстенсивности форм межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба

Форма МПО		Мужчины ($n = 66$)		Женщины ($n = 62$)	
		Сторона		Сторона	
		правая	левая	правая	левая
Овальная	%	40,9	30,3	35,5	22,6
	абс	27	20	22	14
Округлая	%	34,8	50,0	41,9	45,2
	абс	23	33	26	28
3-сторонняя	%	12,1	10,6	6,5	12,9
	абс	8	7	4	8
4-сторонняя	%	12,1	9,1	16,1	19,3
	абс	8	6	10	12
Итого		100/66	100/66	100/62	100/62

Площадь МПО на КТ мужчин увеличивается от шейно-грудного перехода, где составляет справа 53,3 мм² и слева 53,0 мм² [47,2; 66,4] в направле-

нии вершины грудного кифоза, где на уровне Th_{V-VI} отверстия она равна справа 59,8 мм² и слева 59,7 мм² [54,2; 68,7] (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2
Половая изменчивость площади межпозвоночных отверстий (мм²)

МПО	Мужчины 22–35 лет (<i>n</i> = 66)					<i>P</i> ₁	Женщины 21–35 лет (<i>n</i> = 62)					<i>P</i> ₁	<i>P</i> ₂ справа
	Me _{пр}	Me _{лев}	<i>Q</i> ₁	<i>Q</i> ₃	CV%		Me _{пр}	Me _{лев}	<i>Q</i> ₁	<i>Q</i> ₃	CV%		
Th _{I-II}	53,3	53,0	47,2	66,4	24,6	0,4	54,3	54,2	43,0	65,0	27,5	0,5	0,06
Th _{II-III}	54,5	54,2	48,1	68,7	22,9	0,7	55,9	55,7	45,8	60,3	22,8	0,2	0,05
Th _{III-IV}	55,1	54,6	43,5	63,6	27,0	0,1	56,3	56,2	45,0	69,0	29,4	0,6	0,07
Th _{IV-V}	56,4	56,0	49,1	75,6	27,6	0,6	57,1	56,8	42,1	66,4	29,9	0,9	0,05
Th _{V-VI}	59,8	59,7	54,2	68,7	21,3	0,09	61,0	60,7	44,9	71,5	24,2	0,4	0,09
Th _{VI-VII}	57,9	57,5	45,3	75,2	28,4	0,2	58,8	58,6	43,5	66,4	29,9	0,2	0,06
Th _{VII-VIII}	50,9	50,6	34,1	70,1	28,1	0,7	52,1	52,2	38,8	55,1	29,0	0,7	0,05
Th _{VIII-IX}	48,2	47,9	36,9	62,3	24,5	0,3	49,5	49,3	36,9	59,3	22,2	0,4	0,06
Th _{IX-X}	45,3	45,2	38,8	66,4	24,0	0,6	46,9	46,6	39,3	62,2	27,8	0,3	0,05
Th _{X-XI}	56,1	56,2	37,4	67,3	25,9	0,8	58,1	58,0	46,7	66,4	29,5	0,8	0,03
Th _{XI-XII}	61,7	61,5	46,7	85,3	28,8	0,3	81,3	80,7	67,5	91,0	25,8	0,07	0,00

Примечание. *P*₁ – двусторонняя диссимметрия, *P*₂ – половые различия.

Затем площадь МПО уменьшается до 45,3 мм² справа и 45,2 мм² слева [38,8; 66,4] к уровню отверстия Th_{IX-X} и значительно увеличивается у отверстий Th_{X-XI} и Th_{XI-XII} до 56,1 мм² справа и 56,3 мм² слева [37,4; 67,3] (на 19,2 и 19,6 % соответственно) у Th_{X-XI} и до 61,7 мм² справа и 61,5 мм² слева у Th_{XI-XII} (на 9,1 и 8,6 % соответственно).

На КТ женщин площадь отверстий несколько больше по сравнению с КТ мужчин, но различия статистически значимы лишь у последних двух грудных отверстий: на уровне Th_{X-XI} на 3,4 % справа и на 3,1 % слева, на уровне Th_{XI-XII} – на 24,1 % справа и на 23,8% слева (*p* < 0,05) (рис. 3).

Площадь отверстий, также как и в мужской выборке, сначала увеличивается от 54,3 и 54,2 мм² у Th_{I-II} [43,0; 65,0] до 61,0 и 60,7 мм² у Th_{V-VI} [44,9; 71,5], затем уменьшается к Th_{IX-X} до 46,9 и 46,6 мм² [39,2; 62,2] и еще более выражено по сравнению с мужской выборкой увеличивается на уровне отверстий Th_{X-XI} и Th_{XI-XII} соответственно справа и слева до 58,1 и 59,5 мм² у 10 отверстия [46,7; 66,7] (на 19,3 % справа и на 21,6 % слева) и до 81,3 и 80,7 мм² – у 11 МПО (на 24,1 % справа и на 23,8 % слева).

Статистически значимой двусторонней асимметрии на выявлено (*p* > 0,05), выявлена правосторонняя направленность диссимметрии и в мужской, и в женской выборках.

Вариабельность площади МПО средняя, коэффициент вариации находится в диапазоне от 21,3 до 29,9 %.

Обсуждение

При развитии дегенеративно-дистрофических изменений в позвоночно-двигательных сегментах Th-отдела позвоночного столба меняется форма и площадь межпозвоночных отверстий, которые ограничены задней поверхностью тел смежных позвонков и межпозвоночного диска, задней продольной связкой, ножками дуг позвонков и дугоотростчатыми суставами [4]. Значи-

тельное сужение межпозвоночных отверстий может привести к сдавлению нервно-сосудистых структур, что приводит к развитию корешкового синдрома, нарушению кровоснабжения спинномозговых нервов и спинного мозга [2].

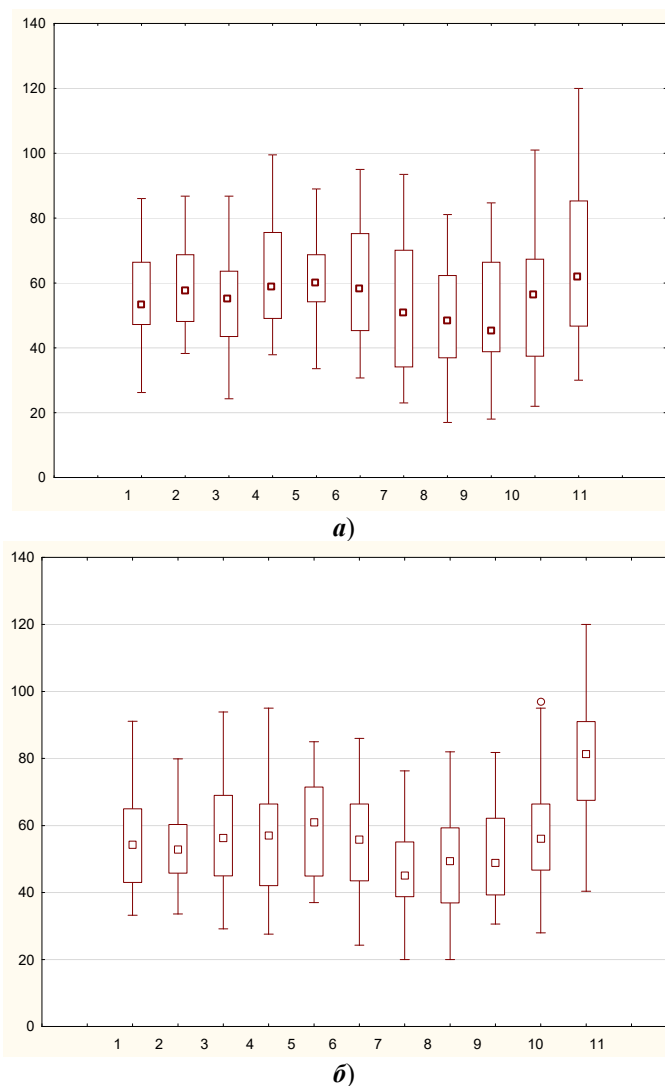


Рис. 2. Диаграмма диапазонов площади межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба у мужчин (а) и женщин (б)

В работах многих авторов имеются указания на изменение формы и размеров межпозвоночных отверстий при появлении дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника. Так, в работе О. Л. Емкужева (2017) приводятся сведения об изменчивости форм межпозвоночных отверстий на уровне поясничного отдела позвоночного столба [11]. Описаны половые различия размеров [12], вариабельность в норме и при остеохондрозе [13], топографическая изменчивость [14] межпозвоночных отверстий поясничного отдела позвоночного столба. Студенческая группа из Белорусского медуниверситета описала топографо-анатомическую изменчивость межпозвоночных

отверстий шейного отдела позвоночного столба [15]. Описание размеров и форм грудных межпозвоночных отверстий встречается довольно редко [16–19]. В основном кадаверные исследования межпозвоночных отверстий и их содержимого проводились в XX в. [1, 20].

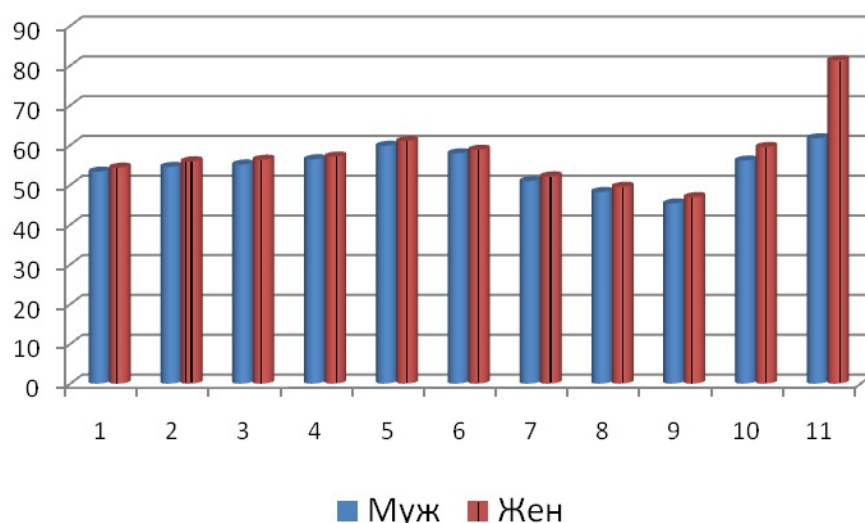


Рис. 3. Половые различия площади межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба

Заключение

В грудном отделе позвоночного столба встречаются различные формы межпозвоночных отверстий: овальная, округлая, трех- и четырехсторонняя.

Экстенсивность различных форм межпозвоночных отверстий зависит от пола, уровня и стороны расположения.

Площадь межпозвоночных отверстий увеличивается от шейно-грудного перехода в направлении вершины грудного кифоза, затем уменьшается к уровню IX отверстия и значительно увеличивается на уровне X и, особенно, XI отверстий.

Половые различия площади межпозвоночных отверстий не достигают статистической значимости, лишь на уровне последних двух отверстий размеры площади превалируют на КТ женщин.

Размеры площади контрлатеральных отверстий не отличаются, но выявлена правосторонняя направленность диссимметрии.

Изменчивость площади межпозвоночных отверстий значительная, коэффициент вариации имеет средние величины (21,3–29,9 %).

Список литературы

1. Бурдей Г. Д. Коррелятивные соотношения между корешками спинномозговых нервов и межпозвоночными отверстиями в норме и патологии // Материалы VII Всесоюзного съезда анатомов, гистологов и эмбриологов. Тбилиси, 1989. С. 163–164.
2. Бирючков М. Ю. Значение межпозвоночных отверстий в генезе компрессионного синдрома при поясничном остеохондрозе // Нейрохирургия и неврология Казахстана. 2013. № 3 (32). С. 14–15.

3. Яковлев М. В. Оптимизация неврологической помощи пациентам с поясничным остеохондрозом. Клинико-экономический анализ : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2014. 40 с.
4. 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.
5. Сумин Д. Ю., Зарецков В. В., Титова Ю. И. [и др.]. Рентгеноморфометрия как составляющая планирования вертебропластики при остеопорозе // Медицинская визуализация. 2016. № 4. С. 119–124. EDN: WTSFZP
6. Patel V. V., Burger E., Brown C. W. Spine trauma surgical techniques. Berlin ; Heidelberg : Springer-Verlag, 2010. 413 p.
7. Wang Q., Xiu P., Zhong D. [et al.]. Simultaneous posterior and anterior approaches with posterior vertebral wall preserved for rigid post-traumatic kyphosis in thoracolumbar spine // European Spine Journal. 2012. Vol. 37, № 17. P. E1085–E1091. doi: 10.1097/BRS.0b013e318255e353
8. Паськов Р. В. Хирургическое лечение грудных и поясничных позвонков с использованием минимально-инвазивных и эндоскопических методов : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Курган, 2014. 44 с.
9. Калмин О. В., Калмина О. А. Опорно-двигательный аппарат : метод. рекоменд. к практическим занятиям по анатомии человека. Пенза : Инф.-изд. центр ПГУ, 2007. 142 с.
10. Корниенко В. Н., Пронин И. Н. Диагностическая нейрорадиология. М., 2006. 885 с.
11. Емкужев О. Л., Журкин К. И., Зоткин В. В. [и др.]. Половая и межуровневая изменчивость экстенсивности форм межпозвоночных отверстий поясничного отдела позвоночного столба взрослых людей : сб. науч. тр. НИИТОН СГМУ. Саратов, 2017. С. 90–93.
12. Zotkin V., Anisimov D., Yakovlev N. [et al.]. Variability in size and shape of thoracic intervertebral foramen in adult men // Archiv EuroMedica. 2022. Vol. 12, № 3. P. 1–4. doi: 10.35630/2199-885X/2022/12/3.20
13. Анисимова Е. А., Анисимов Д. И., Загоровская Т. М., Сырова О. В. Морфотопометрические характеристики и связи межпозвоночных отверстий поясничного отдела позвоночного столба в норме и при дегенеративно-дистрофических изменениях // Современная морфология: проблемы и перспективы развития : сб. тр. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Минск, 2019. С. 11–14.
14. Анисимова Е. А., Емкужев О. Л., Челнокова Н. О. [и др.]. Топографическая изменчивость размеров и форм межпозвоночных отверстий поясничного отдела позвоночного столба // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2015. № 4. С. 20–30. EDN: VTODRP
15. Крицкий Д. В., Петрашевский А. И., Брагинец А. С. [и др.]. Топографо-анатомическая изменчивость размеров межпозвоночных отверстий шейного отдела позвоночного столба // Молодой ученый. 2018. № 14 (2000). С. 125–126.
16. Садовсков Н. М., Анисимова Е. А. Частота встречаемости различных форм межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба // Week of Russian science (WeRuS–2023) : сб. материалов XII Всерос. недели науки с междунар. участием, посвящ. году педагога и наставника. Саратов, 2023. С. 201–202.
17. Садовсков Н. М., Зоткин В. В., Анисимов Д. И. [и др.]. Изменчивость размеров межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях : материалы XI Межрегиональной науч.-практ. интернет-конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с междунар. участием : в 2 т. Саратов, 2021. С. 75–77.
18. Зоткин В. В., Анисимов Д. И., Анисимова Е. А. [и др.]. Изменчивость межпозвоночных отверстий грудного отдела позвоночного столба у лиц зрелого возраста //

Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2023. № 3. С. 124–136.

19. Zotkin V. V., Anisimova Ye. A., Chelnokova N. O. [et al.]. Sexual variation in the size and shape of the intervertebral foramen of the lumbar spine // *Morphology*. 2020. Vol. 157, № 2–3. С. 84.
20. Борисевич А. И., Фортушнов А. И. О соотношении размеров межпозвонковых отверстий поясничного отдела позвоночника и диаметров поперечного сечения соответствующих им спинномозговых нервов // *Вопросы изменчивости костной и сосудистой систем человека*. Саратов, 1955. С. 127–138.

References

1. Burdey G.D. Correlative relationships between spinal nerve roots and intervertebral foramina in normal and pathological conditions. *Materialy VII Vsesoyuznogo s"ezda anatomov, gistologov i embriologov = Proceedings of the 7th All-Union Congress of Anatomists, Histologists and Embryologists*. Tbilisi, 1989:163–164. (In Russ.)
2. Biryuchkov M.Yu. The importance of intervertebral openings in the genesis of compression syndrome in lumbar osteochondrosis. *Neyrokhirurgiya i nevrologiya Kazakhstana = Neurosurgery and neurology of Kazakhstan*. 2013;(3):14–15. (In Russ.)
3. Yakovlev M.V. *Optimization of neurological care for patients with lumbar osteochondrosis. Clinical and economic analysis*. DSc abstract. Moscow, 2014:40. (In Russ.)
4. Chebykin A.V. Optimization of treatment tactics for patients with spinal osteochondrosis complicated by intervertebral disc herniation. *Vestnik meditsinskogo instituta «REAVIZ»: reabilitatsiya, vrach i zdorov'e = Bulletin of medical institute "REAVIZ": rehabilitation, doctor and health*. 2011;(3):27–31. (In Russ.)
5. Sumin D.Yu., Zaretskov V.V., Titova Yu.I. et al. Roentgenomorphometry as a component of planning vertebroplasty for osteoporosis. *Meditsinskaya vizualizatsiya = Medical imaging*. 2016;(4):119–124. (In Russ.). EDN: WTSFZP
6. Patel V.V., Burger E., Brown C.W. *Spine trauma surgical techniques*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2010:413.
7. Wang Q., Xiu P., Zhong D. et al. Simultaneous posterior and anterior approaches with posterior vertebral wall preserved for rigid post-traumatic kyphosis in thoracolumbar spine. *European Spine Journal*. 2012;37(17):E1085–E1091. doi: 10.1097/BRS.0b013e318255e353
8. Pas'kov R.V. *Surgical treatment of thoracic and lumbar vertebrae using minimally invasive and endoscopic methods*. DSc abstract. Kurgan, 2014:44. (In Russ.)
9. Kalmin O.V., Kalmina O.A. *Oporno-dvigatel'nyy apparat: metod. rekomend. k prakticheskim zanyatiyam po anatomii cheloveka = Musculoskeletal system: methodological recommendations for practical classes on human anatomy*. Penza: Inf.-izd. tsentr PGU, 2007:142. (In Russ.)
10. Kornienko V.N., Pronin I.N. *Diagnostichestskaya neyroradiologiya = Diagnostic neuro-radiology*. Moscow, 2006:885. (In Russ.)
11. Emkuzhev O.L., Zhurkin K.I., Zotkin V.V. et al. *Polovaya i mezhurovnevaya izmenchivost' ekstensivnosti form mezhpozvonochnykh otverstiy poyasnichnogo otdela pozvonochnogo stolba vzroslykh lyudey: sb. nauch. tr. NIITON SGMU = Sexual and interlevel variability of the extensiveness of the forms of intervertebral openings of the lumbar spine of adults: proceedings of Research Institute of Traumatology and Orthopedics of Saratov State Medical University*. Saratov, 2017:90–93. (In Russ.)
12. Zotkin V., Anisimov D., Yakovlev N. et al. Variability in size and shape of thoracic intervertebral foramen in adult men. *Archiv EuroMedica*. 2022;12(3):1–4. doi: 10.35630/2199-885X/2022/12/3.20
13. Anisimova E.A., Anisimov D.I., Zagorovskaya T.M., Syrova O.V. Morpho-topometric characteristics and connections of the intervertebral openings of the lumbar region of the vertebral column in norm and with degenerative-dystrophic changes. *Sovremennaya*

- morfologiya: problemy i perspektivy razvitiya: sb. tr. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem = Modern morphology: problems and development prospects: proceedings of scientific and practical conference with international participation. Minsk, 2019:11–14. (In Russ.)*
14. Anisimova E.A., Emkuzhev O.L., Chelnokova N.O. et al. Topographic variability of the sizes and shapes of the intervertebral openings of the lumbar spine. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Me-ditsinskie nauki = University proceedings. Volga region. Medical sciences.* 2015;(4):20–30. (In Russ.). EDN: VTODRP
 15. Kritskiy D.V., Petrashevskiy A.I., Braginets A.S. et al. Topographic and anatomical variability of the sizes of the intervertebral openings of the cervical spine. *Molodoy uchenyy = Young scientist.* 2018;(14):125–126. (In Russ.)
 16. Sadovskov N.M., Anisimova E.A. Frequency of occurrence of various forms of intervertebral openings of the thoracic spine. *Week of Russian science (WeRuS–2023): sb. materialov XII Vseros. nedeli nauki s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. godu pedagoga i nastavnika = Week of Russian science (WeRuS–2023): proceedings of the 12th All-Russian week of science with international participation, dedicated to the Year of teacher and mentor.* Saratov, 2023:201–202. (In Russ.)
 17. Sadovskov N.M., Zotkin V.V., Anisimov D.I. et al. Variability in the size of the intervertebral openings of the thoracic spine. *Gigiena, ekologiya i riski zdorov'yu v sovremennykh usloviyakh: materialy XI Mezhhregional'noy nauch.-prakt. internet-konf. molodykh uchenykh i spetsialistov Rospotrebnadzora s mezhdunar. uchastiem: v 2 t. = Hygiene, ecology and health risks in modern conditions: proceedings of the 11th Interregional scientific and practical internet-conference with international participation of young scientists and specialists of Rospotrebnadzor.* Saratov, 2021:75–77. (In Russ.)
 18. Zotkin V.V., Anisimov D.I., Anisimova E.A. et al. Variability of the intervertebral openings of the thoracic spine in adults. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki = University proceedings. Volga region. Medical sciences.* 2023;(3):124–136. (In Russ.)
 19. Zotkin V.V., Anisimova Ye.A., Chelnokova N.O. et al. Sexual variation in the size and shape of the intervertebral foramen of the lumbar spine. *Morphology.* 2020; 157(2–3):84.
 20. Borisevich A.I., Fortushnov A.I. On the relationship between the dimensions of the intervertebral openings of the lumbar spine and the diameters of the vertebral sections corresponding to the spinal nerves. *Voprosy izmenchivosti kostnoy i sosudistoy sistem cheloveka = Issues of variability of the human bone and vascular systems.* Saratov, 1955:127–138. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Владимир Владимирович Зоткин

врач травматолог-ортопед, Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского (Россия, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112)

E-mail: vladimir-zotkin@mail.ru

Vladimir V. Zotkin

Traumatologist-orthopedist, Scientific And Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (112 Bolshaya Kazachya street, Saratov, Russia)

Елена Анатольевна Анисимова

доктор медицинских наук, профессор,
профессор кафедры анатомии человека,
Саратовский государственный
медицинский университет имени
В. И. Разумовского (Россия, г. Саратов,
ул. Большая Казачья, 112)

E-mail: eaan@mail.ru

Elena A. Anisimova

Doctor of medical sciences, professor,
professor of the sub-department of human
anatomy, Saratov State Medical
University named after V.I. Razumovsky
(112 Bolshaya Kazachya street,
Saratov, Russia)

Дмитрий Игоревич Анисимов

кандидат медицинских наук, врач
травматолог-ортопед, Научно-
исследовательский институт
травматологии, ортопедии
и нейрохирургии, Саратовский
государственный медицинский
университет имени В. И. Разумовского
(Россия, г. Саратов, ул. Большая
Казачья, 112)

E-mail: anisimovd85@mail.ru

Dmitriy I. Anisimov

Candidate of medical sciences,
traumatologist-orthopedist, Scientific
And Research Institute of Traumatology,
Orthopedics and Neurosurgery, Saratov
State Medical University named after
V.I. Razumovsky (112 Bolshaya
Kazachya street, Saratov, Russia)

Дмитрий Викторович Попрыга

кандидат медицинских наук, ассистент
кафедры оперативной хирургии
и топографической анатомии,
Саратовский государственный
медицинский университет имени
В. И. Разумовского (Россия, г. Саратов,
ул. Большая Казачья, 112)

E-mail: poprugadv@yandex.ru

Dmitriy V. Popryga

Candidate of medical sciences, assistant
of the sub-department of operational
surgery and topographical anatomy,
Saratov State Medical University named
after V.I. Razumovsky (112 Bolshaya
Kazachya street, Saratov, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию / Received 28.02.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 30.03.2024

Принята к публикации / Accepted 19.04.2024