

Яскевич В.В.¹, Бусел А.В.², Марочков А.В.³

АНАЛИЗ ДАННЫХ МРТ О РАСПОЛОЖЕНИИ И РАЗМЕРАХ СПИННОМОЗГОВЫХ НЕРВОВ В ВЕРХНЕГРУДНОМ ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

¹УЗ «Бобруйский межрайонный онкологический диспансер», 213825, Бобруйск, Республика Беларусь;

²УЗ «Бобруйская центральная больница», 213810, Бобруйск, Республика Беларусь;

³УЗ «Могилёвская областная больница», 212026, Могилёв, Республика Беларусь

Было произведено ретроспективное изучение Т2-взвешенных МРТ-изображений грудного отдела позвоночника на уровнях с Th1 до Th6, выполненных у 30 женщин. Было изучено 956 МРТ-изображений. Уменьшение расстояний от поверхности кожи до дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка, до нерва и плевры было в каудальном направлении. Расстояние от поверхности кожи до дорзальной поверхности поперечных отростков позвонков было: на уровне Th1 – 50,8 (43,8; 57,4) мм слева и 53,6 (45,7; 59,8) мм справа; на уровне Th6 – 30,8 (25,4; 35,2) мм слева и 29,1 (25,1; 36,7) мм справа. Наибольший диаметр нерва был на уровне Th1 – 1,96±0,17 мм. Наименьший диаметр нерва был на уровне Th3 – 1,52±0,20 мм. Уменьшение расстояния от кожи до нерва и плевры от Th1 до Th6 происходит за счет уменьшения расстояния от кожи до поперечного отростка. Расстояние от дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка до нерва, и от нерва до плевры является постоянным на уровнях с Th1 по Th6. Следует учитывать клинично-анатомические особенности и размеры спинномозговых нервов в верхнегрудном отделе позвоночника при проведении грудной ПВБ.

Ключевые слова: спинномозговые нервы, паравертебральное пространство, магнитно-резонансная томография (МРТ).

Для цитирования: Яскевич В.В., Бусел А.В., Марочков А.В. Анализ данных мрт о расположении и размерах спинномозговых нервов в верхнегрудном паравертебральном пространстве. *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2017; 11 (4): 262–269. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1993-6508-2017-11-4-262-269>

Для корреспонденции: Яскевич Валерий Викторович, врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации УЗ «Бобруйский межрайонный онкологический диспансер», 213825, Бобруйск, Республика Беларусь; e-mail: varera@tut.by

Yaskevich V. V.¹, Busel A.V.², Marochkov A. V.³

ANALYSIS OF MRI DATA ON THE LOCATION AND SIZE OF SPINAL NERVES IN THE PARAVERTEBRAL SPACE OF HIGH THORACIC LEVEL

¹Bobruisk interdistrict oncology dispensary, 213825, Bobruisk, Republic of Belarus;

²Bobruisk Central hospital, 213810, Bobruisk, Republic of Belarus;

³Mogilev regional hospital, 212026, Mogilev, Republic of Belarus

Summary. A retrospective study of T2-weighted MRI images of the thoracic spine at the levels of Th1 to Th6, which was performed in 30 women. 956 MRI images were studied. Reduction of distances from the skin surface to the dorsal surface of the transverse process of the vertebrae to the nerve and the pleura was in the caudal direction. The distance from the surface of the skin to the dorsal surface of the transverse processes of the vertebrae was, the level of Th1 – 50,8 mm (43,8; 57,4) mm on the left and 53,6 (45,7; 59,8) mm on the right; at the level of Th6 – 30,8 (25,4; 35,2) and 29,1 mm on the left (25,1; 36,7) mm on the right. The largest diameter of the nerve was at the level of Th1 – 1,96±0,17 mm. The smallest diameter of the nerve was at the level of Th3 – of 1,52±0,20 mm. Reducing of the distance from skin to nerve and pleura from Th1 to Th6 is due to the decrease in the distance from skin to transverse process. Distance from the dorsal surface of the transverse process of the vertebrae to nerve and from nerve to the pleura is constant on the levels of Th1 to Th6. Clinical and anatomical characteristics and dimensions of spinal nerves in high thoracic level spine should be considered when performing thoracic PVB.

Key words: spinal nerves; paravertebral space; magnetic resonance imaging (MRI).

For citation: Yaskevich V. V., Busel A.V., Marochkov A. V. Analysis of MRI data on the location and size of spinal nerves in the paravertebral space of high thoracic level. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli (Regional Anesthesia and Acute Pain Management, Russian journal)*. 2017; 11 (4): 262–269 (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1993-6508-2017-11-4-262-269>.

For correspondence: Yaskevich Valery Viktorovich, anesthesiologist of Department of anesthesiology and intensive care UZ «Bobruisk interdistrict oncology dispensary», 213825, Bobruisk, Republic of Belarus. E-mail: varera@tut.by.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received 15 October 2017
Accepted 11 November 2017

Введение. Для анестезиологического обеспечения операций на грудной клетке и молочной железе все чаще применяют грудную паравerteбральную блокаду (ПВБ) [1]. Известно, что применение грудной ПВБ дает непредсказуемый эффект по степени выраженности и распространенности сенсорного блока, даже при стандартизированной методике проведения ПВБ с ультразвуковым контролем [2]. Кроме того, выявлено, что при использовании одноинъекционной техники ПВБ, введение 20 мл местного анестетика (МА) сопровождается распространением МА за пределы паравerteбрального пространства в 40% случаев [2]. МА при данной технике ПВБ может распространяться в эпидуральное пространство, в межреберное пространство и на контралатеральную сторону.

Имеющиеся работы доказали, что одноинъекционная техника ПВБ болюсом МА в объеме 20–30 мл МА, вызывая непредсказуемый эффект сенсорной блокады, также повышает концентрацию МА в крови до значений, проявляющихся симптомами токсичности со стороны центральной нервной и сердечно-сосудистой систем различной степени тяжести [3]. Нежелательные системные эффекты также зависят от физико-химических и фармакокинетических свойств, применяемых МА [4,5].

В настоящее время, на наш взгляд, перспективно использование только многоинъекционной техники грудной ПВБ. Однако, и многоинъекционная техника ПВБ сопровождается использованием высоких доз и больших объемов МА, достигающих 5 мл МА на один спинномозговой нерв [6].

Однако анализ литературы по применению многоинъекционной техники грудной ПВБ показал, что при повышении предсказуемости результатов, сохраняется вероятность системных токсических эффектов МА, а также непредсказуемость распространения МА из паравerteбрального пространства в эпидуральное пространство [7]. Имеются единичные исследования, которые для ПВБ указывают использование МА с уменьшением объема до 3–4 мл для блокады одного грудного сегмента [8].

В этой связи, нам представляется рациональным изучить размеры спинномозговых нервов в верхнегрудном паравerteбральном пространстве и определить возможность уменьшения количества МА, необходимого для эффективной блокады одного спинномозгового нерва в паравerteбральном пространстве верхнегрудного отдела позвоночника.

Цель исследования. Изучить особенности расположения спинномозговых нервов в паравerteбральном пространстве на верхнегрудном уровне позвоночника путем анализа данных магнитно-резонансной томографии и обосновать возможность применения минимально эффективных и безопасных доз МА для грудной ПВБ.

Материалы и методы

Нами был проведен ретроспективный анализ базы данных МРТ-исследований кабинета МРТ. Было произведено ретроспективное изучение Т2-взвешенных изображений грудного отдела позвоночника на уровнях с Th1 до Th6 выполненных у 30 женщин.

Критерии включения: женский пол, возраст от 18 до 85 лет.

Критерии исключения: МРТ-изображения с артефактами, затрудняющими детальную визуализацию, анатомические аномалии грудного отдела позвоночника, травмы грудного отдела позвоночника, оперативные вмешательства на уровне грудного отдела позвоночника, заболевания периферической нервной системы, приводящие к изменению размеров спинномозговых нервов (воспалительные заболевания периферической нервной системы, неопластические процессы).

Характеристика пациенток представлена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика пациенток.

№ п/п	Возраст, лет	Рост, см	Масса тела, кг	ИМТ, кг/м ²
1	30	160	55	21,5
2	71	164	94	34,9
3	58	174	72	23,8
4	24	158	52	20,8
5	26	162	58	22,1
6	35	156	55	22,6
7	56	158	76	30,4
8	63	168	83	29,4
9	68	168	78	27,6
10	59	158	58	23,2
11	44	160	66	25,8
12	64	163	80	30,1
13	59	164	58	21,6
14	59	152	48	20,8
15	44	150	75	33,3
16	24	171	52	17,8
17	46	163	63	23,7
18	61	155	68	28,3
19	79	152	67	29,0
20	82	150	50	22,2
21	43	163	65	24,5
22	25	148	50	22,8
23	41	160	52	20,3
24	60	163	75	28,2
25	27	163	50	18,8
26	59	170	81	28,0
27	33	170	63	21,8
28	70	150	74	32,9
29	42	164	83	30,9
30	60	174	100	33,0
M±SD	50,4±17,0	161,0±7,3	66,7±13,9	25,7±4,8

Магнитно-резонансную томографию выполняли на высокопольном томографе «GE 1,5T Signa HDxt» (GE Medical Systems LLS, USA). Сканирование проводили в положении пациента лежа на спине, с получением T2-взвешенных изображений в аксиальной, фронтальной и сагиттальной проекциях, толщина среза – 1 мм, расстояния между срезами – 3 мм. Всего было изучено 956 МРТ-изображений. Из них, в аксиальной плоскости было изучено 776 изображений, в сагиттальной плоскости – 180 МРТ-изображений.

Обработку и измерение проводили пакетом программного обеспечения, прилагаемым к «GE 1,5T

Signa HDxt», Advantage Workstation 4.4 Software (Copyright (C) 2006–2009 General Electric Company, USA)

Были выполнены измерения расстояний от поверхности кожи (О) пациентов до дорзальной поверхности поперечных отростков позвонков (А), спинномозговых нервов (В) и плевры (С) в паравerteбральном пространстве. Измерения изучаемых расстояний производили на МРТ-изображениях на расстоянии от 22 до 28 мм с обеих сторон от условной срединной линии, проведенной через остистые отростки позвонков, в аксиальной и сагиттальной плоскостях (рис. 1).

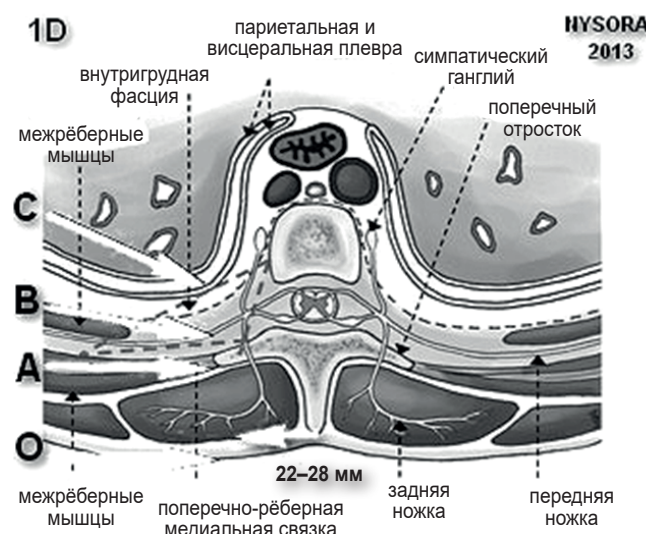
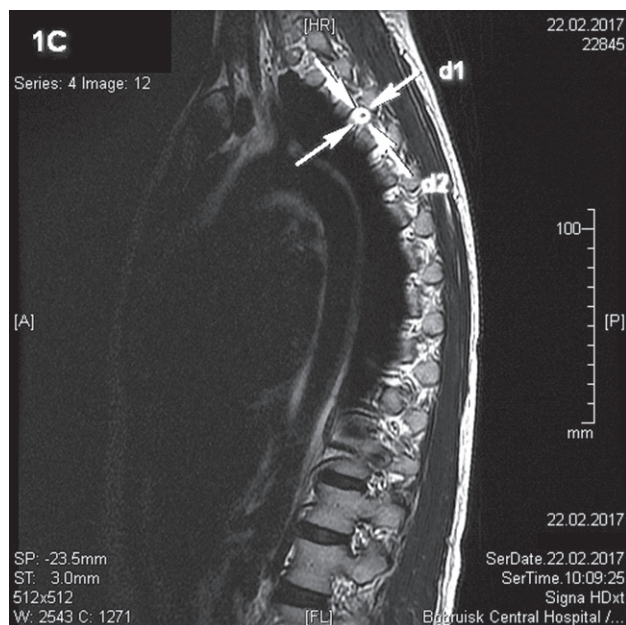
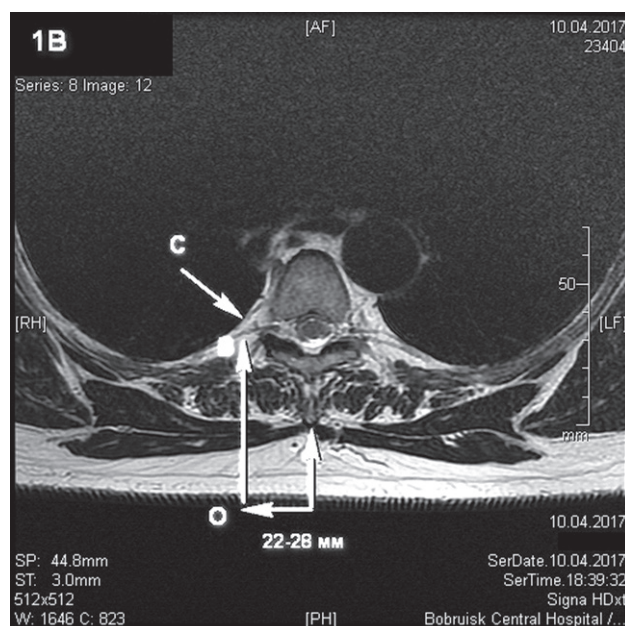
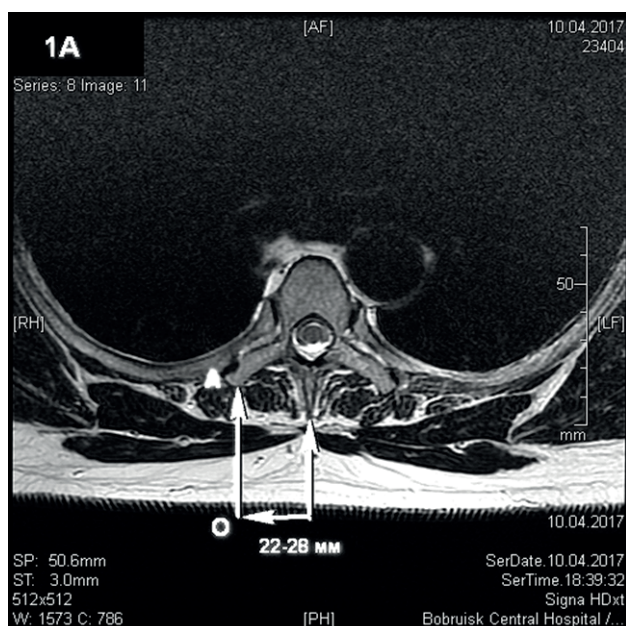


Рис. 1. T2-взвешенные МРТ-изображения грудного отдела позвоночника и схематическое изображение с указанными точками измерения (пояснение в тексте). 1А и 1В – в аксиальной плоскости, 1С – в сагиттальной плоскости, 1D – схематическое изображение в аксиальной плоскости.

Измерение размеров поперечных срезов нервов выполняли на МРТ-срезах грудного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости, с наиболее четкой визуализацией поперечного среза нерва. МРТ-изображения для измерения выбирали в интервале от 22 до 28 мм с обеих сторон от условной срединной линии, проведенной через остистые отростки позвонков. Измеряли наибольший поперечный размер среза нерва (d_1) и перпендикулярный ему размер среза (d_2) в сагиттальной плоскости.

Длину окружности нерва рассчитывали по формуле Рамануджана:

$$L = \pi [3(a + b) - \sqrt{(3a + b)(a + 3b)}] \quad [9];$$

площадь поперечного сечения нерва рассчитывали по формуле:

$$S = \pi ab \quad [9].$$

В обеих формулах: a – максимальный радиус, b – радиус, перпендикулярный максимальному. Для нахождения радиусов делили измеренные диаметры на 2, так $a = d_1/2$, $b = d_2/2$.

Полученные данные были обработаны с применением параметрических и непараметрических методов статистики. Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 10.0 (StatSoft, Inc. 2011) и LibreOffice версия: 5.0.

Для оценки нормальности распределения выборок использовали критерий Шапиро-Уилка. При нормальном распределении рассчитывали среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (SD). При распределении, отличном от нормального, рассчитывали медиану (Me), 25-й и 75-й процентиля. Для проверки гипотезы о достоверности различия между группами рассчитывали критерий Вилкоксона для зависимых выборок при сравнении двух групп и критерий Фридмана при сравнении трех групп и более. Для сравнения двух независимых групп использовали критерий Манна-Уитни,

для трех и более независимых групп применяли критерий Краскела-Уоллиса. Корреляционный анализ включал расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Различия между группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Возраст женщин составил от 24 до 82 лет ($50,4 \pm 17,0$); рост составил $161,0 \pm 7,3$ см; масса тела – $66,7 \pm 13,9$ кг; индекс массы тела (ИМТ) – $25,7 \pm 4,8$ кг/м².

В табл. 2 представлены полученные результаты измерений расстояний от поверхности кожи до дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка (О–А), от поверхности кожи до нерва (О–В), от поверхности кожи до плевры (О–С) справа и слева.

Как видно из табл. 2, имеет место уменьшение расстояний от поверхности кожи до дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка, до нерва и плевры от краниального в каудальном направлении с обеих сторон. Изменение расстояния О–А наблюдалось от 50,8 (43,8; 57,4) мм на уровне Th1 до 30,8 (25,4; 35,2) мм на уровне Th6 слева. Справа изменение этого расстояния было от 53,6 (45,7; 59,8) мм (Th1) до 29,1 (25,1; 36,7) мм (Th6).

Следует отметить, что у 7 женщин плевральная полость не достигала уровня Th1 с обеих сторон, еще у 2 женщин плевральная полость не достигала уровня Th1 только с левой стороны грудной клетки. Были выявлены статистически значимые различия между расстояниями от поверхности кожи до поперечного отростка позвонка справа и слева на уровнях Th2, Th3 и Th4. На уровне Th1, Th5 и Th6 статистически значимых различий между правой и левой стороной выявлено не было.

Нами были рассчитаны расстояния между дорзальной поверхностью поперечного отростка позвонка и нервом, расстояния между нервом и

Таблица 2. Расстояния от поверхности кожи до дорзальной поверхности поперечного отростка, нерва и плевры на уровнях с Th1 по Th6.

Уровень	Расстояние О – А ¹ , мм			Расстояние О – В ² , мм		Расстояние О – С ³ , мм	
	слева	справа	критерий Вилкоксона	слева	справа	слева	справа
Th1	50,8 (43,8; 57,4)	53,6 (45,7; 59,8)	$p=0,079$	62,0 (52,1; 67,0)	62,2 (52,3; 68,0)	71,0 (60,0; 76,2)	70,0 (60,0; 77,6)
Th2	43,8 (38,1; 50,3)	45,8 (39,6; 51,6)	$p=0,016$	55,9 (45,5; 61,0)	55,7 (45,0; 60,7)	62,6 (52,5; 69,5)	63,0 (52,5; 74,1)
Th3	38,1 (32,8; 43,8)	41,3 (32,5; 45,3)	$p=0,003$	49,3 (42,5; 53,7)	48,6 (42,0; 55,7)	56,3 (50,0; 61,3)	58,1 (47,8; 63,0)
Th4	35,6 (28,5; 38,7)	38,4 (29,6; 40,7)	$p=0,002$	43,5 (39,0; 50,0)	45,7 (38,0; 51,8)	52,0 (47,3; 58,6)	54,3 (45,3; 60,4)
Th5	32,5 (25,5; 36,4)	31,6 (26,0; 38,9)	$p=0,236$	41,1 (36,1; 47,9)	40,0 (36,8; 49,4)	47,6 (43,7; 55,1)	50,7 (43,8; 55,1)
Th6	30,8 (25,4; 35,2)	29,1 (25,1; 36,7)	$p=0,478$	39,8 (33,6; 47,0)	37,8 (33,0; 45,7)	46,3 (42,0; 52,5)	47,3 (41,5; 53,8)

¹ – от поверхности кожи до дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка; ² – от поверхности кожи до нерва; ³ – от поверхности кожи до плевры

Таблица 3. Рассчитанные расстояния между поперечным отростком позвонка, спинномозговым нервом и плеврой.

Уровень	Расстояние А – В ¹ , мм			Расстояние В – С ² , мм			Расстояние А – С ³ , мм		
	слева	справа	Критерий Вилкоксона	слева	справа	Критерий Вилкоксона	слева	справа	Критерий Вилкоксона
Th-1	7,5 (5,5; 13,5)	8,3 (4,6; 10,8)	$p=0,309$	9,0 (4,7; 12,3)	9,4 (5,6; 11,9)	$p=0,821$	16,5 (12,8; 20,6)	16,8 (14,2; 21,5)	$p=0,848$
Th-2	8,4 (5,7; 12,3)	7,6 (6,6; 12,0)	$p=0,254$	7,7 (6,0; 10,3)	7,1 (6,0; 11,0)	$p=0,658$	17,0 (14,9; 19,6)	16,8 (13,8; 18,7)	$p=0,298$
Th-3	11,4 (6,7; 13,3)	8,1 (5,7; 11,8)	$p=0,005$	8,0 (5,3; 9,5)	7,5 (6,0; 10,8)	$p=0,517$	18,2 (16,0; 20,2)	16,7 (13,8; 19,3)	$p=0,079$
Th-4	9,8 (7,1; 13,3)	9,1 (6,7; 11,4)	$p=0,018$	8,2 (6,6; 9,7)	8,7 (7,0; 10,3)	$p=0,478$	18,3 (15,6; 20,8)	17,6 (15,4; 19,0)	$p=0,339$
Th-5	10,7 (6,1; 12,9)	9,5 (6,4; 11,3)	$p=0,004$	7,0 (5,5; 8,4)	8,6 (6,8; 10,7)	$p=0,0002$	16,4 (14,7; 19,3)	17,7 (16,1; 19,1)	$p=0,271$
Th-6	9,4 (7,1; 11,6)	9,4 (5,8; 12,5)	$p=0,644$	6,2 (4,6; 7,5)	8,6 (6,3; 10,5)	$p=0,008$	16,6 (13,5; 18,6)	17,5 (15,9; 19,7)	$p=0,094$
Критерий Фридмана	Fr=6,29 df=5 $p=0,279$	Fr=3,94 df=5 $p=0,558$		Fr=6,12 df=5 $p=0,295$	Fr=1,73 df=5 $p=0,885$		Fr=8,95 df=5 $p=0,111$	Fr=2,46 df=5 $p=0,782$	

¹ – расстояние от дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка до нерва; ² – расстояние от нерва до плевры; ³ – расстояние от дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка до плевры

плеврой, расстояния между дорзальной поверхностью поперечного отростка позвонка и плеврой (табл. 3).

Нами не было выявлено статистически значимых различий этих расстояний как с левой стороны грудной клетки, так и с правой стороны грудной клетки (критерий Фридмана, $p>0,05$).

На уровне Th3, Th4 и Th5 расстояние от дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка до нерва слева было больше, чем справа ($p<0,05$). Расстояние от нерва до плевры было меньше слева, чем справа на уровне Th5 и Th6 ($p<0,05$).

На рисунке 2 представлены значения расстояний: «О–А» – от поверхности кожи (О) до дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка (А); «А–В» – от дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка до нерва (В); «В–С» – от нерва до париетальной плевры (С).

Изучение размеров спинномозговых нервов дало следующие результаты. На поперечных срезах нервы имели округлую форму ближе к овальной. Измеренные и вычисленные размеры нервов представлены в табл.4.

Как видно из табл. 4 поперечные размеры нервов были неодинаковы. Наибольший поперечный размер был отмечен на уровне Th1 и составил $1,96\pm0,17$ мм. Наименьший поперечный размер был на уровне Th3 – $1,52\pm0,20$ мм. Длина окружности составляла от $5,15\pm0,49$ мм на уровне Th5, до $5,67\pm0,48$ мм на уровне Th1. Площадь поперечного сечения была наибольшей на уровне Th1 – $2,53\pm0,48$ мм², наименьшие размеры были на уровне Th5 – $2,11\pm0,40$ мм².

Нами не было выявлено связи между длиной окружности нервов и площадью поперечного сечения нервов с возрастом, ростом, массой тела и

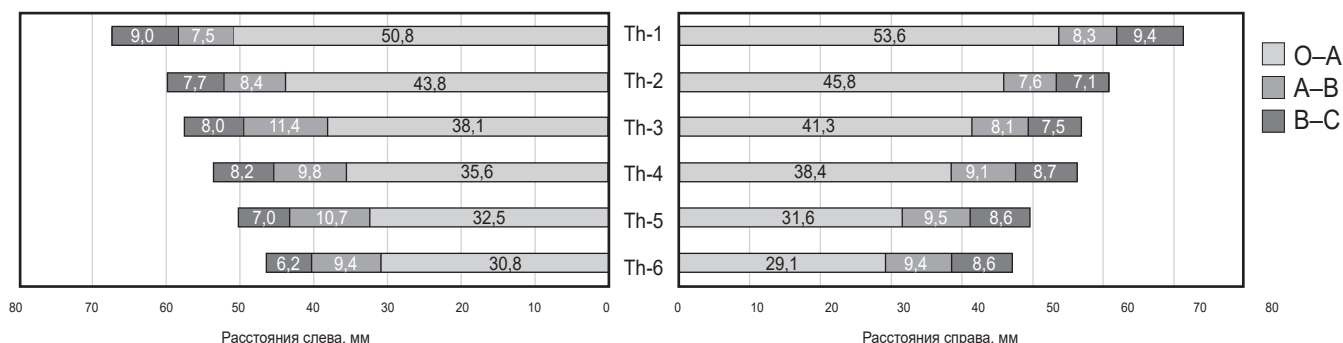


Рис. 2. Расстояния между поверхностью кожи и дорзальной поверхностью поперечного отростка позвонка (О–А), дорзальной поверхностью поперечного отростка позвонка и нервом (А–В), нервом и плеврой (В–С) на уровнях с Th-1 по Th-6.

Таблица 4. Размеры нервов в паравертебральном пространстве на уровне с Th1 по Th6.

Уровень (количество нервов)	Наибольший поперечный размер нерва – d ₁ , мм	Перпендикулярный d ₁ поперечный размер нерва – d ₂ , мм	Длина окружности нерва – L, мм	Площадь поперечного сечения нерва – S, мм ²
Th-1 (15)	1,96 ± 0,17	1,64 ± 0,21	5,67 ± 0,48	2,53 ± 0,48
Th-2 (26)	1,78 ± 0,22	1,53 ± 0,20	5,21 ± 0,57	2,15 ± 0,48
Th-3 (26)	1,82 ± 0,21	1,52 ± 0,20	5,26 ± 0,52	2,18 ± 0,43
Th-4 (28)	1,89 ± 0,22	1,56 ± 0,26	5,44 ± 0,71	2,35 ± 0,67
Th-5 (21)	1,75 ± 0,19	1,53 ± 0,15	5,15 ± 0,49	2,11 ± 0,40
Th-6 (22)	1,79 ± 0,24	1,54 ± 0,18	5,24 ± 0,58	2,18 ± 0,49

ИМТ женщин ($p>0,05$). Корреляция была выявлена между расстояниями от поверхности кожи до поперечных отростков позвонков с массой тела и ИМТ пациенток. Коэффициент корреляции Спирмена для массы тела и расстояний принимал значения от 0,60 до 0,78 при $p<0,05$ во всех случаях. Для ИМТ и измеренных расстояний значения коэффициента корреляции были от 0,58 до 0,72 при $p<0,05$ во всех сравниваемых случаях. Корреляции между ростом пациенток и расстояниями от поверхности кожи до поперечных отростков позвонков не выявлено. Так, вычисленные коэффициенты корреляции Спирмена между ростом и расстояниями от поверхности кожи до поперечных отростков позвонков составляли от 0,15 до 0,38 при $p>0,05$ во всех случаях.

Нами были дополнительно изучены влияния факторов возраста, роста, массы тела и ИМТ на расстояния от дорзальной поверхности поперечных отростков позвонков до нерва (А–В), от дорзальной поверхности поперечных отростков позвонков до плевры (А–С) и от нерва до плевры (В–С). Значимых изменений зависимости расстояний от роста и возраста не выявлено. Были выявлено статистически значимые различия расстояний А–С и В–С у женщин с большей массой тела, но только на правой стороне. Так, на уровне Th-2 справа, расстояние А–С у женщин с массой тела менее 60 кг было 14,6 (13,4; 15,6) мм, при массе тела 60–80 кг – 17,4 (15,5; 22,3) мм, а при массе тела более 80 кг – 18,7 (18,4; 24,7) мм (критерий Краскела–Уоллиса, $p=0,006$). На уровне Th-5 справа, расстояние В–С было 15,9 (14,4; 18,7) мм, 17,5 (16,9; 18,4) мм и 20,6 (19,9; 20,7) мм у женщин с массой тела менее 60 кг, от 60 до 80 кг и более 80 кг соответственно. На уровне Th6, в этих же соотношениях по массе тела, расстояние А–С было 16,4 (12,3; 18,6) мм, 17,3 (16,4; 18,1) мм и 21,4 (21,5; 23,6) мм (критерий Краскела–Уоллиса, $p<0,05$). На других уровнях различий в расстояниях, в зависимости от массы тела женщин, выявлено не было.

При анализе влияния фактора ИМТ на расположение нервов в паравертебральном пространстве

была выявлена статистическая значимость различий (критерий Манна–Уитни, $p<0,05$) в следующих расстояниях: А–В на уровне Th1 и Th6; А–С на уровнях Th2, Th5 и Th6.

У женщин с ИМТ $> 25 \text{ кг/м}^2$ расстояние А–В на уровне Th1 слева составило 13,0 (11,0; 15,4) мм, справа – 10,5 (8,2; 13,2) мм, на уровне Th6 справа оно было 11,0 (9,3; 13,4) мм. Расстояние А–С на уровне Th2 слева было 18,8 (16,6; 23,1) мм, справа – 18,5 (17,0; 22,9) мм, это же расстояние было справа на уровне Th5 – 18,8 (17,5; 19,9) мм, на уровне Th6 – 18,1 (17,1; 21,4) мм.

У женщин с ИМТ $\leq 25 \text{ кг/м}^2$ эти расстояния были меньше и составили: А–В на уровне Th1 слева – 6,3 (3,6; 7,5) мм, справа – 6,5 (3,9; 8,6) мм, на уровне Th6 справа оно было 6,7 (3,9; 9,6) мм. Расстояние А–С на уровне Th2 слева было 15,9 (14,7; 17,9) мм, справа – 14,6 (13,2; 16,6) мм, это же расстояние было справа на уровне Th5 – 16,6 (15,1; 18,3) мм, на уровне Th6 – 16,5 (12,5; 18,0) мм.

Расстояния А–С, А–В и В–С были на некоторых уровнях больше у женщин с большей массой тела и большим индексом массы тела. Но количество наблюдений не позволило нам сделать какие-либо определенные выводы в данной связи.

Обсуждение

Расстояние от поверхности кожи до дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка у обследованных женщин было меньше, чем это представлено в рекомендациях по технике грудной ПВБ [6]. Так, А.Хаджич приводит следующие расстояния: от поверхности кожи до поперечного отростка позвонка на уровне Th-1 и Th-2 в 6–8 см и на уровне Th-5 в 3–4 см [6].

В представленных нами данных отражен факт, что, касание иглой поперечного отростка позвонка происходит на меньшей глубине и составляет: на уровне Th1 слева – 50,8 (43,8; 57,4) мм, справа – 53,6 (45,7; 59,8) мм; на уровне Th2 слева – 43,8 (38,1; 50,3) мм, справа – 45,8 (39,6; 51,6) мм; Th3

слева – 38,1(32,8;43,8) мм, справа – 41,3 (32,5; 45,3) мм; Th4 слева – 35,6 (28,5; 38,7) мм, справа – 38,4 (29,6; 40,7) мм; Th5 слева – 32,5 (25,5; 36,4) мм, справа – 31,6 (26,0; 38,9) мм; Th6 слева – 30,8 (25,4; 35,2) мм, справа – 29,1 (25,1; 36,7) мм. Эти цифры имеют важное значение для практических целей врача анестезиолога-реаниматолога при выполнении грудной ПВБ. Инъекционная игла для грудной ПВБ, по нашим данным, должна быть длиной не менее 70 мм, с маркировкой на наружной поверхности иглы каждые 5 мм.

Согласно полученным данным, расстояния от поперечного отростка до нерва, и от нерва до плевры остается постоянным на уровнях с Th1 по Th6. Не было выявлено статистически значимых различий между этими расстояниями (критерий Фридмана, $p > 0.05$). Отмечено уменьшение расстояния от кожи до нерва и плевры в каудальном направлении от Th1 до Th6, за счет уменьшения расстояния от кожи до поперечного отростка.

На изученных МРТ-изображениях, на расстоянии 25 мм слева и справа от условной срединной линии, проведенной через остистые отростки позвонков, спинномозговой нерв уже разделен на свои основные ветви. Поэтому, полученные нами размеры, являются размерами по сути проксимальной части межреберного нерва.

В работах анатомов давно было отмечена небольшая протяженность основного ствола спинномозгового нерва. Так, Богуславская Т.Б. в своей работе описывает длину основного ствола грудных нервов до уровня деления их на передние и задние ветви от 0,1–0,2 до 0,5–0,6 см [10].

В литературе не обнаружено данных о поперечных размерах верхнегрудных спинномозговых нервов с Th1 по Th6. Известны размеры спинномозговых нервов в нижнегрудном отделе с Th7 по Th12.

Полученные нами размеры нервов сопоставимы с размерами нервов Th7 – Th12. В работе А.Н. Максименкова представлены максимальные и минимальные размеры поперечных срезов нервов с Th7 по Th12 (Табл. 5) [11].

Так, например, размеры поперечных срезов нервов Th7 приведены А.Н. Максименковым составляют от 961,2×498,4 микрон, до 2527,6×1370,6 микрон. Наши данные о поперечных срезах нервов на уровне Th-6 были сопоставимы по размерам и составили 1,79±0,24×1,54±0,18 мм.

В публикации Tazawa и соавт. представлены поперечные размеры шейных спинномозговых нервов на уровне межпозвоночных отверстий с C5 по C8. Данные МРТ у здоровых пациентов следующие: C5 – 3,6±0,2 мм, C6 – 4,5±0,4 мм, C7 – 4,3±0,4 мм, C8 – 5,0±0,2 мм. Сравнивая диаметры нервов C6 и C7 полученные в исследовании на трупах ранее, и

Таблица 5. Максимальные и минимальные размеры поперечных срезов нервов с Th7 по Th12 (А.Н. Максименков).

Уровень нерва	Минимальные размеры, микроны*	Максимальные размеры, микроны
Th7	961,2×498,4	2527,6×1370,6
Th8	854,4×587,4	3417,6×1886,8
Th9	1548,6×747,6	2029,2×1174,8
Th10	1263,8×676,6	2403×1665,4
Th11	1370,6×801	2260×1566,4
Th12	1447,4×445	2100,4×1335

* – 1 мм = 1000 микрон

полученные диаметры нервов на МРТ у 10 здоровых людей, авторы отмечают, что средние диаметры на 0,6–0,7 мм были больше по результатам МРТ [12]. Эти данные согласуются с полученными нами данными, представленными в табл. 3.

Рассчитанные нами данные поперечных сечений спинномозговых нервов близки к данным представленным в работе А.А. Копоплева по анатомии спинномозговых нервов. В своей работе А.А. Коноплев описывает форму поперечных срезов межреберных нервов как овальную. В этой же работе автор указывает, что площадь поперечного сечения разных по уровню межреберных нервов от 0,4 до 3,2 мм² [13].

При выполнении ПВБ, Naja и соав. в своем исследовании приводят объем 0,066 мл/кг МА на один спинномозговой нерв для ПВБ у взрослого пациента [14]. Нам не удалось обнаружить связи между весом и размерами спинномозговых нервов у обследованных нами пациенток. По этой причине, нам представляется нецелесообразным использование привязки объема МА к массе тела при ПВБ.

В исследовании, выполненном А. В. Брухновым и соавт. было продемонстрировано, что при выполнении регионарной блокады плечевого сплетения межлестничным доступом под ультразвуковым контролем для эффективной блокады было достаточно по 1 мл МА на 1 спинномозговой нерв с C5 по Th1 [15]. Учитывая сопоставимые размеры спинномозговых нервов, можно предположить, что для блокады спинномозговых нервов в верхнегрудном отделе позвоночника возможно использовать меньшие объемы МА, чем рекомендуемые и применяемые в настоящее время.

Более правильным нам представляется расчет необходимого объема МА для блокады с учетом оценки размера блокируемого нерва. Не вызывает сомнений, что требуется пересмотр применяемых объемов МА, которые рекомендуются многими руководствами по регионарной анестезии для проведения ПВБ.

Выводы

Расстояния от поверхности кожи до спинномозговых нервов в верхнегрудном отделе на уровне с Th1 по Th-6 составляют: Th1 слева – 62 (52,1; 67,0) мм, справа – 62,2 (52,3; 68,0) мм; Th2 слева – 55,9 (45,5; 61,0) мм, справа – 55,7 (45,0; 60,7) мм; Th3 слева – 49,3 (42,5; 53,7) мм, справа – 48,6 (42,0; 55,7) мм; Th4 слева – 43,5 (39,0; 50,0) мм, справа – 45,7 (38,0; 51,8) мм; Th5 слева – 41,1 (36,1; 47,9) мм, справа – 40,0 (36,8; 49,4) мм; Th6 слева – 39,8 (33,6; 47,0) мм, справа – 37,8 (33,0; 45,7) мм. У пациентов имеет место уменьшение этих расстояний от Th1 до Th-6.

Расстояние от дорзальной поверхности поперечного отростка позвонка до нерва, и от нерва до плевры является постоянным на уровнях с Th1 по Th6.

Периметр спинномозговых нервов в паравертебральном пространстве от Th1 по Th6 составляет: Th1 – 5,67±0,48 мм; Th2 – 5,21±0,57 мм; Th3 – 5,26±0,52 мм; Th4 – 5,44±0,71 мм; Th5 – 5,15±0,49 мм; Th6 – 5,24±0,58 мм. Площадь поперечного сечения этих нервов составляет: Th1 – 2,53±0,48 мм²; Th2 – 2,15±0,48 мм²; Th3 – 2,18±0,43 мм²; Th4 – 2,35±0,67 мм²; Th5 – 2,11±0,40 мм²; Th6 – 2,18±0,49 мм².

В своей практической деятельности врач анестезиолог-реаниматолог должен учитывать клинико-анатомические особенности и размеры спинномозговых нервов в верхнегрудном отделе позвоночника, что позволит повысить эффективность и безопасность грудной ПВБ.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cheng G.S., Ilfeld B.M. A review of postoperative analgesia for breast cancer surgery. *Pain Manag.* 2016; 6 (6): 603–18.
2. Marhofer D., Marhofer P., Kettner S.C., Fleischmann E., Prayer D., Scherthaner M., et al. Magnetic resonance imaging analysis of the spread of local anesthetic solution after ultrasound-guided lateral thoracic paravertebral blockade: a volunteer study. *Anesthes.* 2013; 118 (5): 1106–122.
3. Karmakar M.K., Ho A.M.-H., Law B.K., Wong A.S.Y., Shafer S.L., Gin T. Arterial and venous pharmacokinetics of ropivacaine with and without epinephrine after thoracic paravertebral block. *Anesthesiology.* 2005; 103 (4): 704–11.
4. Овечкин А. М. Клиническая фармакология местных анестетиков: классические представления и новые перспективы применения в интенсивной терапии. *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* 2013; 7 (3): 6–15.
5. Белоусова Е.И., Матинян Н.В., Салтанов А.И. Паравертебральная блокада при операциях в детской онкохирургии пособие для врачей. *Вестник интенсивной терапии.* 2015; 3: 53–61.
6. Хаджич А. Блокады периферических нервов и регионарная анестезия под ультразвуковым контролем. М.: Практическая медицина, 2014. 688 с.
7. Naja Z.M., El-Rajab M., Al-Tannir M.A., Ziade F.M., Tayara K., Younes E., et al. Thoracic Paravertebral Block: Influence of the Number of Injections. *Regional Anesthesia and Pain Medicine.* 2006; 31 (3): 196–201.
8. Schnabel A., Reichl S.U., Kranke P., Pogatzki-Zahn E.M., Zahn P.K. Efficacy and safety of paravertebral blocks in breast surgery: a meta-analysis

- of randomized controlled trials. *Br. J. Anaesth.* 2010; 105(6): 842–52.
9. Эллипс. In: Википедия [Internet]. 2017 [cited 2017 Sep 10]. Available from: <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D1%81&oldid=87396849>.
10. Богуславская Т.Б. Топография задних грудных нервов. *Матер. Юбилейной научной сессии 1 ММИ им. И. М. Сеченова.* М., 1955, стр. 4–5.
11. Максименков А. Н., ред. *Внутриствольное строение периферических нервов.* Л.: Медгиз, 1963. 376 с.
12. Tazawa K., Matsuda M., Yoshida T., Shimojima Y., Gono T., Morita H., et al. Spinal nerve root hypertrophy on MRI: clinical significance in the diagnosis of chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy. *Intern. Med.* 2008; 47(23): 2019–24.
13. Коноплев А.А. Различия во внутриствольном строении корешков грудного отдела спинного мозга. *XX научная сессия Оренбург. мед. ин-та.* Оренбург, 1963.
14. Naja M.Z., Ziade M.F., El Rajab M., El Tayara K., Lönnqvist P.A. Varying anatomical injection points within the thoracic paravertebral space: effect on spread of solution and nerve blockade. *Anaesthesia.* 2004; 59(5): 459–63.
15. Брухнов А.В., Печерский В.Г., Марочков А.В., Кохан З.В. Регионарная блокада плечевого сплетения межлестничным доступом с использованием минимальных доз местного анестетика. *Новости хирургии.* 2014; 6: 715–20.

REFERENCES

1. Cheng G.S., Ilfeld B.M. A review of postoperative analgesia for breast cancer surgery. *Pain Manag.* 2016; 6(6):603–18
2. Marhofer D., Marhofer P., Kettner S.C., Fleischmann E., Prayer D., Scherthaner M., et al. Magnetic resonance imaging analysis of the spread of local anesthetic solution after ultrasound-guided lateral thoracic paravertebral blockade: a volunteer study. *Anesthes.* 2013;118(5):1106–122
3. Karmakar M.K., Ho A.M.-H., Law B.K., Wong A.S.Y., Shafer S.L., Gin T. Arterial and venous pharmacokinetics of ropivacaine with and without epinephrine after thoracic paravertebral block. *Anesthesiology.* 2005;103(4):704–11
4. Ovechkin A.M. Clinical pharmacology of local anesthetics: classical concepts and new perspectives of applying in intensive therapy. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroy boli.* 2013; 7 (3): 6–15 (in Russian)
5. Belousova E.I., Matinian V.V., Saltanov A.I. paravertebral block in pediatric surgical oncology. Manual for the doctors.. *Vestnik intensivnoy terapii.* 2015; 4:35–42. (in Russian).
6. Hadzic A., ed. Hadzic's peripheral nerve blocks and anatomy for ultrasound-guided regional anesthesia. 2nd ed. 2012 (In Russian)
7. Naja Z.M., El-Rajab M., Al-Tannir M.A., Ziade F.M., Tayara K., Younes E., et al. Thoracic Paravertebral Block: Influence of the Number of Injections. *Regional Anesthesia and Pain Medicine.* 2006;31(3):196–201
8. Schnabel A., Reichl S.U., Kranke P., Pogatzki-Zahn E.M., Zahn P.K. Efficacy and safety of paravertebral blocks in breast surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Br. J. Anaesth.* 2010;105(6):842–52.
9. Ellipse. In: Wikipedia [Internet]. 2017 [cited 2017 Sep 10]. Available from: <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D1%81&oldid=87396849> (in Russian)
10. Boguslavskaja T.B. Topography posterior thoracic nerves. *Content of the anniversary session 1 MMI of I. M. Sechenov. [Topografija zadnih grudnyh nervov. Mater. Jubilejnoy nauchnoj sessii 1 MMI im. I. M. Sechenova.]* Moscow. 1955 (in Russian)
11. Maksimenkov A. N., ed. *The internal structure of peripheral nerves. [Vnutristvol'noe stroenie perifericheskikh nervov].* Leningrad : Medgiz; 1963. (in Russian)
12. Tazawa K., Matsuda M., Yoshida T., Shimojima Y., Gono T., Morita H., et al. Spinal nerve root hypertrophy on MRI: clinical significance in the diagnosis of chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy. *Intern. Med.* 2008; 47(23): 2019–24
13. Konoplev A.A. *Differences in nutritional the structure of the roots of the thoracic spinal cord. The 20th scientific session of the Orenburg medical Institute [Razlichija vo vnutristvol'nom stroenii koreshkov grudnogo otдела spinного mozga. XX nauchnaja sessija Orenburg. med. in-ta].* Orenbur; 1963. (in Russian)
14. Naja M.Z., Ziade M.F., El Rajab M., El Tayara K., Lönnqvist P.A. Varying anatomical injection points within the thoracic paravertebral space: effect on spread of solution and nerve blockade. *Anaesthesia.* 2004; 59(5): 459–63
15. Brukhnov A.V., Piacherski V.G., Marachkou A.V., Kokhan Z.V. Regional interscalene brachial plexus block access using minimal doses of local anesthetic. *Novosti Khirurgii.* 2014; Vol 22 (6): 715–20 (in Russian)

Поступила 15.10.17

Принята к печати 11.11.17