

Научная статья

УДК 611.834.2: 617–089.844  
doi:10.18499/2225-7357-2026-15-1-30-37  
3.3.1 – анатомия человека



## Анатомическое обоснование сохранения чувствительности при реконструкции груди отдельным торакодорзальным лоскутом

Н. С. Горбунов<sup>1</sup>✉, К. В. Кобер<sup>2</sup>, Э. В. Каспаров<sup>3</sup>, С. И. Ростовцев<sup>1</sup>, Д. Н. Горбунов<sup>1</sup>, Д. Н. Лебедева<sup>4</sup>, О. П. Галеева<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, Россия

<sup>2</sup>Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А.И. Крыжановского, Красноярск, Россия

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера Красноярского научного центра РАН, Красноярск, Россия

<sup>4</sup>Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия

**Аннотация.** Аутотрансплантация торакодорзального лоскута с полным сохранением его чувствительности является актуальной проблемой реконструктивной маммопластики. **Цель исследования** – изучить особенности строения и пространственного взаимоотношения латеральных кожных грудных ветвей (ЛКГВ) межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> и грудоспинного нерва (ГСН) у женщин с позиции иннервации торакодорзального лоскута. **Материал и методы.** У 39 трупов женщин (57–97 лет) выполнили анатомическое препарирование ЛКГВ межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> и ГСН на всем протяжении. Определяли координаты начальных точек отхождения нервов относительно ключицы и топографических линий, измеряли диаметр, длину, направления и углы наклона в анатомических плоскостях. С помощью внутривидеоскопического препарирования у ГСН выявили количество пучков, их диаметр, локализацию и функциональную принадлежность. **Результаты.** ЛКГВ межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> у женщин длиной 2,6 [1,5; 3,2] см отходят от основных стволов между среднеключичной и передней подмышечной линиями наружу и делятся на переднюю и заднюю ветви. Первые ориентируются медиально, в косо-нисходящем направлении под углом 50° [42°; 55°] и иннервируют кожу до окологрудной линии, а вторые – разворачиваются, ориентируются кзади в косо-восходящем направлении под углом 44° [36°; 49°] (p<0,001) и иннервируют кожу до задней подмышечной линии. Общая длина ЛКГВ и их передних ветвей равняется 7,7 [6,4; 8,5] см, ЛКГВ и задних – 7,5 [6,6; 8,6] см (p=0,825), передних и задних – 10,3 [10,0; 10,6] см (p<0,001). ГСН является смешанным, отходит от заднего пучка плечевого сплетения между среднеключичной и передней подмышечной линиями, ниже ключицы на 3,0 [2,2; 3,5] см и на глубине 4,3 [3,8; 5,0] см. Во фронтальной плоскости нерв отклоняется от вертикальной линии латерально под углом 40° [30°; 45°] и в сагиттальной – кзади под углом 30° [20°; 35°]. Он состоит из одного двигательного пучка диаметром 0,3 [0,30; 0,35] мм, который располагается в задне-латеральной части и одного-трех чувствительных – диаметром 0,25 [0,25; 0,30] мм (p=0,005), имеющих передне-медиальное расположение. **Заключение.** Разные размеры, пространственное расположение и функция ЛКГВ межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> и ГСН являются анатомической основой сохранения чувствительности при использовании отдельного торакодорзального лоскута в реконструктивной маммопластике.

**Ключевые слова:** межреберные нервы; латеральная кожная грудная ветвь; грудоспинной нерв; отдельный торакодорзальный лоскут; маммопластика

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Горбунов Н.С., Кобер К.В., Каспаров Э.В., Ростовцев С.И., Горбунов Д.Н., Лебедева Д.Н., Галеева О.П. Анатомическое обоснование сохранения чувствительности при реконструкции груди отдельным торакодорзальным лоскутом // Журнал анатомии и гистопатологии. 2026. Т. 15, №1. С. 30–37. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2026-15-1-30-37>

© Горбунов Н.С., Кобер К.В., Каспаров Э.В., Ростовцев С.И., Горбунов Д.Н., Лебедева Д.Н., Галеева О.П., 2026

Original article

## Anatomical Rationale for Sensory Preservation in Breast Reconstruction Using a Split Thoracodorsal Flap

N. S. Gorbunov<sup>1</sup>✉, K. V. Kober<sup>2</sup>, E. V. Kasparov<sup>3</sup>, S. I. Rostovtsev<sup>1</sup>, D. N. Gorbunov<sup>1</sup>, D. N. Lebedeva<sup>4</sup>, O. P. Galeeva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>2</sup>A.I. Kryzhanovskiy Krasnoyarsk Regional Clinical Oncological Dispensar, Krasnoyarsk, Russia

<sup>3</sup>Research Institute of Medical Problems of the North, Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russia

<sup>4</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia

**Abstract.** Autotransplantation of the thoracodorsal flap with complete preservation of its sensitivity is a pressing issue in reconstructive mammoplasty. **The aim** was to study the structural features and spatial relationships of the lateral cutaneous branches (LCBs) of the intercostal nerves Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> and the thoracodorsal nerve (TDN) in women from the perspective of innervation of the thoracodorsal flap. **Material and methods.** Anatomical dissection of the LCBs of the intercostal nerves Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> and the TDN along their entire course was carried out in 39 female cadavers (57–97 years of age). The coordinates of the nerve origin points were determined in relation to the clavicle and topographic landmarks. The diameter, length, direction, and angles of inclination in the anatomical planes were measured. Intrafascicular dissection was performed to identify the number of fascicles in the thoracodorsal nerve, along with their diameter, location, and functional type. **Results.** In women, the LCBs of the intercostal nerves Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> measure 2.6 [1.5; 3.2] cm in length. They arise from the main nerve trunks between the midclavicular and anterior axillary lines, run laterally, and divide into anterior and posterior branches. The anterior branches are directed medially in an oblique downward course at an angle of 50° [42°; 55°], supplying the skin up to the parasternal line. The posterior branches turn posteriorly, follow an oblique upward course at an angle of 44° [36°; 49°] (p<0.001), and supply the skin up to the posterior axillary line. The combined length of the LCBs and their anterior branches is 7.7 [6.4; 8.5] cm; the combined length of the LCBs and their posterior branches is 7.5 [6.6; 8.6] cm (p=0.825); and the combined length of the anterior and posterior branches is 10.3 [10.0; 10.6] cm (p<0.001). The TDN is a mixed nerve. It arises from the posterior cord of the brachial plexus between the midclavicular and anterior axillary lines, located 3.0 [2.2; 3.5] cm below the clavicle and at a depth of 4.3 [3.8; 5.0] cm. In the frontal plane, the nerve deviates laterally from the vertical line at an angle of 40° [30°; 45°]; in the sagittal plane, it deviates posteriorly at an angle of 30° [20°; 35°]. The nerve consists of one motor fascicle with a diameter of 0.3 [0.30; 0.35] mm, located in the posterolateral portion, and one to three sensory fascicles with a diameter of 0.25 [0.25; 0.30] mm (p=0.005), which are situated anteromedially. **Conclusion.** The differences in size, spatial distribution, and function between the LCBs of the intercostal nerves Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> and the thoracodorsal nerve provide the anatomical basis for preserving sensation when the split thoracodorsal flap is used in reconstructive breast surgery.

**Keywords:** intercostal nerves; lateral cutaneous thoracic branch; thoracodorsal nerve; thoracodorsal flap; mammoplasty

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interests.

**For citation:** Gorbunov N.S, Kober K.V., Kasparov E.V., Rostovtsev S.I., Gorbunov D.N., Lebedeva D.N., Galeeva O.P. Anatomical rationale for sensory preservation in breast reconstruction using a split thoracodorsal flap. *Journal of Anatomy and Histopathology. 2026. V. 15, №1. P. 30–37. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2026-15-1-30-37>*

### Введение

В настоящее время выполнение реконструктивных операций после мастэктомии по поводу рака молочной железы с использованием аутологических лоскутов является стандартом маммопластики [23]. Целью таких операций является восстановление дефекта кожи, формы, объема, симметрии и консистенции молочной железы [16]. С помощью аутотрансплантации кожно-мышечных лоскутов достигаются превосходные эстетические результаты [3, 20]. Однако подобные операции зачастую не восстанавливают чувствительность реконструированной груди, поскольку хирурги недооценивают важность этой темы [7, 14]. По мнению женщин, нарушение чувствительности негативно отражается на качестве их жизни [6, 25]. В связи с этим актуальным является изучение особенностей

иннервации лоскута для обоснования операций по восстановлению чувствительности груди [13, 22].

Метод реконструкции груди лоскутом широчайшей мышцы спины (LD-флап) считается универсальным и наиболее безопасным [15, 19]. LD-флап на сосудисто-нервной ножке может состоять только из кожи и подкожно-жировой клетчатки (TDAP), широчайшей мышцы спины (MS-LD), всех слоев (MS-LD-TDAP) [9]. Кожа и подкожная жировая клетчатка в проекции широчайшей мышцы спины иннервируются латеральными и задними ветвями межреберных и поясничных нервов [21]. Источником иннервации широчайшей мышцы спины является грудоспинальный нерв (ГСН) [1].

Торакодорзальный лоскут на сосудисто-нервной ножке обеспечивает хорошее перемещение и приживание лоскута [4]. Вместе с

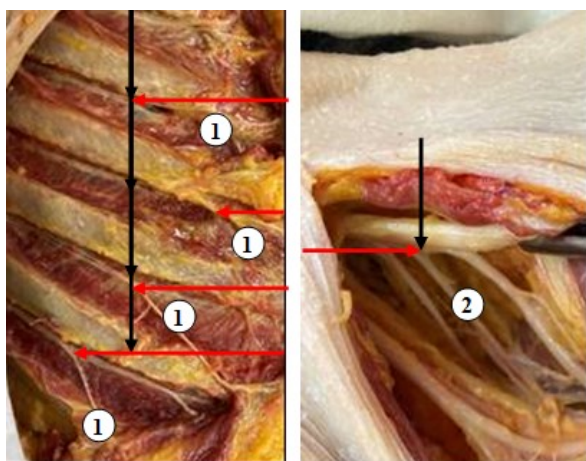


Рис. 1. Определение координат начала отхождения латеральных кожных грудных ветвей (1) и грудоспинального нерва (2) относительно ключицы (черные стрелки) и передней срединной линии (красные стрелки) во фронтальной плоскости.

Fig. 1. Determination of the coordinates of the origin of the lateral cutaneous thoracic branches (1) and the thoracodorsal nerve (2) relative to the clavicle (black arrows) and the anterior midline (red arrows) in the frontal plane.

тем большинство хирургов, поднимая TDAP, пересекают поверхностные нервы [5], а у MS-LD-TDAP – еще и ГСН, для выключения его двигательной функции и предупреждения сокращений [10].

В настоящее время при реконструкции груди тактика микрохирургов заключается либо в пассивном ожидании медленного восстановления чувствительности денервированного лоскута за счет врастания в него уцелевших нервов или реже, за счет активного сенсорного восстановления путем сшивания нервов-доноров с нервами-реципиентами [8, 17]. Третьему направлению, основанному на полном сохранении всех чувствительных нервов, уделяется мало внимания.

Трудности сохранения чувствительности торакодорзального лоскута связаны с недостаточными знаниями строения латеральных кожных грудных ветвей (ЛКГВ) межреберных нервов и микро топографии сенсорных пучков в составе ГСН. Поэтому востребованы дальнейшие анатомические исследования, которые позволят при реконструкции груди объективно идентифицировать и сохранять чувствительные нервы и пучки [24]. Межреберные нервы изучены подробно с позиции чувствительной иннервации молочной железы и недостаточно сведений с точки зрения сохранения иннервации TDAP [11]. Строение ГСН изучено также более подробно с позиции использования его в качестве нерва-донора при транспозиции к поврежденным нервам разных локализаций [1, 2].

Учитывая актуальность и недостаточную изученность проблемы, целью настоящего исследования является изучение особенности строения и пространственного взаимоотношения ЛКГВ межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>,

Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> и ГСН у женщин с позиции иннервации торакодорзального лоскута.

## Материал и методы исследования

**Место и время проведения исследования.** Исследование проводили на базе отделения экспертизы трупов Красноярского КБ СМЭ и на кафедре оперативной хирургии и топографической анатомии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого с 2017 по 2025 гг.

**Характеристика объекта исследования.** Исследование выполнили на 39 трупах лиц женского пола 57–97 лет. Критерием включения была смерть от тяжелой и сочетанной общесоматической патологии, без травм головы, шеи, верхних конечностей и грудной клетки. В течение первых суток с момента наступления смерти проведено анатомическое препарирование с выделением 110 межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub> и Th<sub>9</sub> у 11 женщин с двух сторон и 45 ГСН у 39 женщин с правой стороны, а у 6 – с обеих сторон. Выбор межреберных и грудоспинальных нервов соответствовал области иннервации торакодорзального лоскута.

**Способ формирования выборки** – произвольный.

**Дизайн исследования** – одноцентровое, одномоментное, одновыборочное исследование.

**Методы.** С помощью анатомического препарирования и инструментального измерения устанавливали координаты начальных точек отхождения ЛКГВ межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub> и Th<sub>9</sub> и ГСН относительно ключицы и топографических линий (рис. 1). Определяли их направление во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях, электронным штангенциркулем измеряли диаметр и длину, транспортиром – угол наклона относительно горизонтальной и вертикальной линий. У ГСН нерва определяли количество, длину и диаметр вне- и внутримышечных ветвей 1–2 порядков. Внутривидовое препарирование грудоспинального нерва в дистальном направлении позволило с помощью налобной лупы MG81001-A (Китай) выявить количество пучков и их локализацию, а с помощью окулярной линейки стереоскопического микроскопа NTB-4B (Китай) – диаметр. Внутривидовое препарирование в проксимальном направлении через все плечевое сплетение позволило выявить функциональную принадлежность пучков. Пучок волокон, проходивший через передний корешок спинного мозга является двигательным, через задний – чувствительным.

**Статистический анализ.** Из полученных показателей сформировали базу данных (MS Excel 12.0, Microsoft Corporation, США), которую проанализировали с исполь-

Таблица 1/ Table 1

**Особенности строения латеральных кожных грудных ветвей межреберных нервов  
Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> (n=110)  
Structural features of the lateral cutaneous thoracic branches of intercostal nerves  
Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> (n=110)**

Показатели	Межреберные нервы					p
	Th <sub>5</sub>	Th <sub>6</sub>	Th <sub>7</sub>	Th <sub>8</sub>	Th <sub>9</sub>	
Диаметр межреберных нервов, в мм	1,3 [1,2; 1,5]	1,3 [1,1; 1,5]	1,4 [1,2; 1,5]	1,5 [1,3; 1,5]	1,5 [1,4; 1,6]	Th <sub>5-9</sub> p=0,005
Интервалы между межреберными нервами, в см		2,3 [2,1; 2,7]	2,5 [2,1; 3,0]	2,8 [2,5; 2,8]	3,0 [2,5; 3,3]	Th <sub>6-8</sub> , Th <sub>6-9</sub> p<0,001
Расстояние от ключицы по среднеключичной линии до отхождения от межреберных нервов ЛКГВ, в см	13,8 [12,2; 14,3]	16,1 [15,4; 17,3]	18,5 [17,6; 19,6]	21,4 [20,2; 22,5]	24,4 [22,5; 24,8]	Th <sub>5-6</sub> , Th <sub>5-7</sub> , Th <sub>5-8</sub> , Th <sub>5-9</sub> p<0,001
Расстояние от передней срединной линии до отхождения от межреберных нервов ЛКГВ, в см	12,0 [11,0; 12,5]	12,5 [11,5; 13,5]	13,2 [12; 14]	14,0 [12,5; 15,2]	14,0 [12,5; 14,9]	Th <sub>5-7</sub> , Th <sub>5-8</sub> , Th <sub>5-9</sub> p<0,001
Диаметр ЛКГВ, в мм	1,1 [0,7; 1,2]	1,0 [0,8; 1,1]	1,0 [0,9; 1,2]	1,0 [0,9; 1,2]	1,1 [1,0; 1,3]	
Длина ЛКГВ, в см	2,4 [1,0; 3,5]	2,9 [1,5; 3,2]	2,5 [1,7; 3,0]	2,6 [1,5; 3,4]	3,0 [1,4; 3,3]	
Диаметр передней ветви ЛКГВ, в мм	0,7 [0,4; 0,7]	0,6 [0,5; 0,7]	0,7 [0,6; 0,9]	0,7 [0,5; 0,8]	0,8 [0,6; 0,9]	
Длина передней ветви ЛКГВ, в см	5,2 [5,0; 5,3]	5,2 [4,9; 5,3]	5,1 [4,9; 5,5]	5,2 [5,0; 5,5]	5,2 [5,1; 5,3]	
Диаметр задней ветви ЛКГВ, в мм	0,7 [0,5; 0,8]	0,5 [0,5; 0,7]	0,6 [0,5; 0,8]	0,7 [0,5; 0,8]	0,8 [0,6; 0,9]	
Длина задней ветви ЛКГВ, в см	5,2 [4,7; 5,6]	5,2 [5,1; 5,5]	5,1 [5,0; 5,5]	5,1 [5,0; 5,2]	5,2 [5,0; 5,3]	
Угол наклона ЛКГВ и ее ветвей, в °	43,5 [35; 50]	45,0 [40; 55]	51,0 [40; 60]	50,0 [45; 60]	52,5 [45; 60]	Th <sub>5-7</sub> , Th <sub>5-8</sub> , Th <sub>5-9</sub> p<0,001
Общая длина ЛКГВ и их передних ветвей, в см	7,6 [6,0; 8,5]	7,9 [6,6; 8,3]	7,8 [6,5; 8,4]	7,5 [7,0; 8,8]	7,2 [6,5; 8,4]	
Общая длина ЛКГВ и их задних ветвей, в см	7,5 [6,0; 8,7]	7,6 [6,6; 8,4]	7,6 [6,8; 8,3]	7,6 [6,9; 8,6]	7,2 [6,8; 8,4]	
Общая длина передних и задних ветвей ЛКГВ, в см	10,9 [9,8; 10,7]	10,4 [10,0; 10,6]	10,3 [9,8; 10,8]	10,2 [10; 11]	10,4 [10,3; 10,6]	

зованием программы Statistica 12 (StatSoft, США). Нормальность распределения значений устанавливали по критерию Шапиро–Уилка, а количественные показатели представили медианой (Me), верхним и нижним квартилями [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]. Значимость различий между показателями находили по U-критерию Манна–Уитни. Различия считали статистически значимыми при уровне p<0,05.

**Этическая экспертиза.** Исследование провели в соответствии с пунктом 3 Постановления Правительства РФ (№ 750 от 21.07.2012 г.) и одобрения локального этического комитета КрасГМУ (протокол № 127/24 от 25.09.2024 г.).

**Результаты и их обсуждение**

Проведенное исследование выявило у ЛКГВ межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> и ГСН неодинаковое строение, пространственное расположение и взаимоотношение на всем протяжении пути. Межреберные нервы Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub> и Th<sub>9</sub> формируются из передних ветвей спинномозговых нервов, имеют диаметр 1,4 [1,2; 1,5] мм и располагаются между наружной и внутренней межреберными мышцами в межреберных промежутках параллельно друг другу с интервалом 2,6 [2,3; 3,0] см (табл. 1).

На расстоянии 13 [12; 14] см от передней

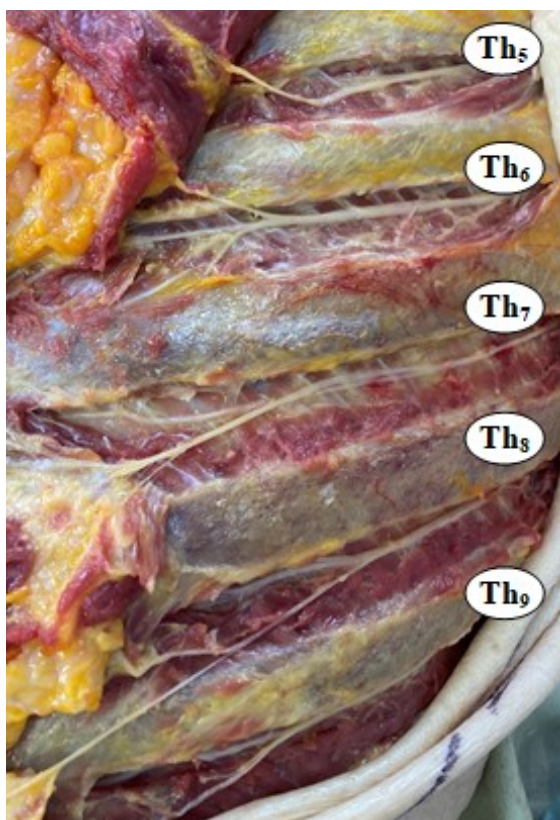


Рис. 2. Левые межреберные нервы Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub> и Th<sub>9</sub>.

Fig. 2. Left intercostal nerves Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub> & Th<sub>9</sub>.

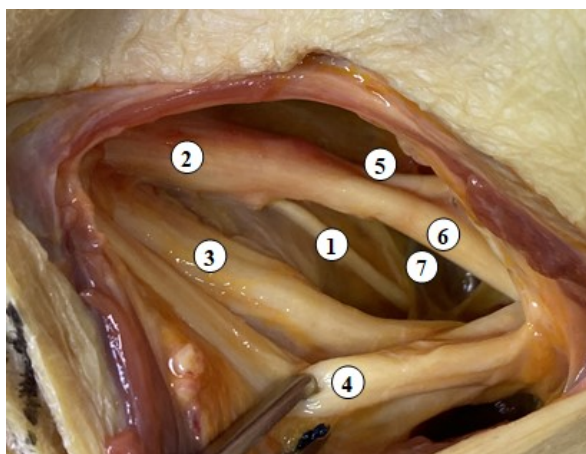


Рис. 3. Пространственное расположение левого грудоспинального нерва (1). 2 – задний, 3 – медиальный и 4 – латеральный пучки плечевого сплетения, 5 – подмышечный, 6 – лучевой и 7 – нижний подлопаточный нервы.

Fig. 3. Spatial arrangement of the left thoracodorsal nerve (1). 2 – posterior, 3 – medial and 4 – lateral bundles of the brachial plexus, 5 – axillary, 6 – radial and 7 – inferior subscapular nerves.

срединной линии (между среднеключичной и передней подмышечными линиями) от каждого межреберного нерва отходит ЛКГВ (рис. 2). Последние диаметром 1 [0,9; 1,2] мм и длиной 2,6 [1,5; 3,2] см проникают наружу через мышцы в подкожную жировую клетчатку, где делятся на передние и задние ветви диаметром 0,8 [0,7; 1,0] мм и 0,6 [0,5; 0,8] мм ( $p < 0,001$ ), длиной 5 [4,0; 5,3] см и 5 [4,4; 5,3] см соответственно ( $p = 0,834$ ). Пер-

вые ориентируются медиально, в косо-нисходящем направлении под углом  $50^\circ$  [ $42^\circ$ ;  $55^\circ$ ] и иннервируют кожу до окологрудной линии, а вторые – разворачиваются, ориентируются кзади, в косо-восходящем направлении под углом  $44^\circ$  [ $36^\circ$ ;  $49^\circ$ ] ( $p < 0,001$ ) и иннервируют кожу до задней подмышечной линии. Общая длина ЛКГВ и их передних ветвей равняется 7,7 [6,4; 8,5] см, ЛКГВ и задних – 7,5 [6,6; 8,6] см ( $p = 0,825$ ), передних и задних – 10,3 [10,0; 10,6] см ( $p < 0,001$ ).

ГСН у женщин отходит от заднего пучка плечевого сплетения ниже ключицы на 3,0 [2,2; 3,5] см, на расстоянии 10,6 [9,2; 11,7] см от передней срединной линии (между среднеключичной и передней подмышечной линиями) и на глубине 4,3 [3,8; 5,0] см (рис. 3). Во фронтальной плоскости ГСН отклоняется от вертикальной линии латерально под углом  $40^\circ$  [ $30^\circ$ ;  $45^\circ$ ] и в сагиттальной – кзади под углом  $30^\circ$  [ $20^\circ$ ;  $35^\circ$ ]. Следовательно, топографически нерв имеет косо-нисходящее латерально-заднее направление к широчайшей мышце спины (рис. 4).

Общая длина ГСН от заднего пучка плечевого сплетения до наружного листка собственной фасции широчайшей мышцы спины у женщин равна 17,9 [16,0; 19,5] см. Эта длина нерва складывается из вне- – 12,5 [10,9; 14,0] см ( $p < 0,001$ ) и внутримышечной – 5,3 [3,5; 6,5] см ( $p < 0,001$ ) частей. Диаметр ГСН в начальном отделе составляет 1,7 [1,5; 2,0] мм, перед разделением на внемышечные ветви – 3,0 [2,5; 3,3] мм ( $p < 0,001$ ), а суммарный диаметр всех внемышечных ветвей 1-го порядка – 4,0 [3,5; 4,5] мм ( $p < 0,001$ ).

В 77,8% (35 из 45) ГСН делится на 2–3 внемышечные ветви 1-го и 2–5 – 2-го порядков, которые проникают в широчайшую мышцу спины, где разветвляются на 2–7 внутримышечных ветвей 1-го и 2–9 – 2-го порядков. В 22,2% (10 из 45) нерв продолжается одним стволом и в мышце также делится на внутримышечные ветви двух порядков.

Внутриствольное препарирование выявило, что в 82,2% (37 из 45) ГСН состоит из двух пучков, в 15,6% (7 из 45) – из трех и в 2,2% (1 из 45) – из четырех пучков. Двигательный пучок в нерве всегда один, он большего диаметра 0,3 [0,30; 0,35] мм и располагается в задне-латеральной части, а чувствительные – более тонкие 0,25 [0,25; 0,30] мм ( $p = 0,005$ ), их количество колеблется от одного до трех, и они имеют передне-медиальное расположение. В начальном отделе ГСН его чувствительные и двигательный пучки располагаются отдельно, и данное место является информативным для их идентификации (рис. 5).

Полученные данные свидетельствуют о том, что при реконструкции груди, имеющиеся отличительные особенности строения и пространственного взаимоотношения ЛКГВ и

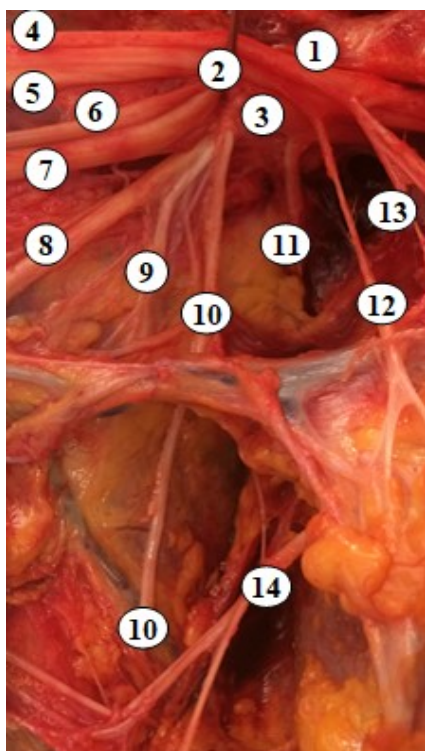


Рис. 4. Нервы правого плечевого сплетения. 1 – латеральный пучок, 2 – медиальный пучок, 3 – задний пучок, 4 – мышечно-кожный нерв, 5 – срединный нерв, 6 – локтевой нерв, 7 – лучевой нерв, 8 – подмышечный нерв, 9 – нижний подлопаточный нерв, 10 – грудоспинной нерв, 11 – верхний подлопаточный нерв, 12 – медиальный грудной нерв, 13 – латеральный грудной нерв, 14 – медиальный кожный нерв плеча.

Fig. 4. Nerves of the right brachial plexus. 1 – lateral cord, 2 – medial cord, 3 – posterior cord, 4 – musculocutaneous nerve, 5 – median nerve, 6 – ulnar nerve, 7 – radial nerve, 8 – axillary nerve, 9 – inferior subscapular nerve, 10 – thoracodorsal nerve, 11 – superior subscapular nerve, 12 – medial pectoral nerve, 13 – lateral pectoral nerve, 14 – medial brachial cutaneous nerve.



Рис. 5. Макропрепарат двухпучкового варианта строения правого грудоспинного нерва (1). 2 – чувствительный и 3 – двигательный пучки.

Fig. 5. Macrospecimen of the two-fascicle variant of the right thoracodorsal nerve (1). 2 – sensory and 3 – motor fascicles.

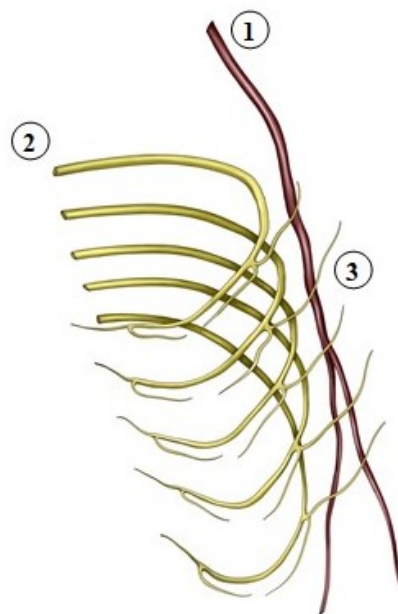


Рис. 6. Схема пространственного взаимоотношения задних ветвей латеральных кожных грудных ветвей (3) межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> (2) и грудоспинного нерва (1).

Fig. 6. Diagram of the spatial relationship between the posterior branches of the lateral cutaneous thoracic branches (3) of the intercostal nerves Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> (2) and the thoracodorsal nerve (1).

ГСН позволяют сохранить все чувствительные нервы, но только при раздельном использовании кожно-фасциально-подкожного и мышечного торакодорзальных лоскутов. Во-первых, важно не только найти и сохранить чувствительные нервы при выделении, но и не повредить их при переносе в позицию молочной железы. Такой перенос сопровождается поворотом и вращением лоскута в начальных точках отхождения нервов. Максимально удобными являются такие условия, когда эти точки у разных нервов совпадают или находятся близко друг к другу. В связи с тем, что расстояние между начальными точками ЛКГВ и ГСН во фронтальной плоскости составляет 10,7–21,3 см, а в сагиттальной – 10,8–21,8 см, сохранить все чувствительные нервы при повороте и вращении возможно только при использовании раздельного торакодорзального лоскута.

Во-вторых, нервы имеют разное по глубине и направлению взаиморасположение: ЛКГВ – поверхностное косо-поперечное и ГСН – глубокое косо-продольное (рис. 6). Во фронтальной и сагиттальной проекциях внешнемышечной части ГСН располагаются задние ветви ЛКГВ только двух межреберных нервов (Th<sub>5</sub> и Th<sub>6</sub>), а внутримышечной – остальных трех (Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub>). Следовательно, верхняя – часть единого торакодорзального лоскута будет без мышцы, а нижняя с мышечным лоскутом.

В-третьих, нервы имеют разную длину, необходимую для переноса в позицию молочной железы. Общая длина передних и задних ветвей ЛКГВ межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub> и Th<sub>9</sub> равна 10,3 [10,0; 10,6] см, а расстояние от Th<sub>5</sub> до Th<sub>9</sub> удлиняет оперативный путь переноса единого торакодорзального лоскута на 10,6 [9,4; 11,3] см. Длина ГСН равна 17,9 [16,0; 19,5] см и позволяет свободно переносить мышечный лоскут в позицию молочной железы.

В-четвертых, нервы отличаются по функции: ЛКГВ – чувствительные, ГСН – смешанный. Полученные нами данные о функции ГСН противоречат результатам S.M. Potter et al. [18] и подтверждают мнение B. Gesslbauer et al. [12]. В связи с этим, при выделении мышечного лоскута, необходимо в начальном отделе ГСН, возле заднего пучка плечевого сплетения, идентифицировать его двигательный и чувствительные пучки, которые располагаются в данном месте отдельно. С помощью фасцикулярной диссекции двигательный пучок выделяется на всем протяжении ГСН и пересекаются только те его волокна, которые иннервируют мышечный лоскут. При этом сохраняется сенсорная иннервация лоскута и смешанная – мышцы-донора.

### Заключение

Разные размеры, пространственное расположение и функция латеральных кожных грудных ветвей межреберных нервов Th<sub>5</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>7</sub>, Th<sub>8</sub>, Th<sub>9</sub> и грудоспинного нерва являются анатомической основой сохранения чувствительности при использовании раздельного торакодорзального лоскута в реконструктивной маммопластике.

### Список источников / References

1. Горбунов Н.С., Кобер К.В., Каспаров Э.В., Рос- товцев С.И., Горбунов Д.Н., Лебедева Д.Н. Анатомическое обоснование грудоспинного нерва как нерва-донора и мышечно-кожного нерва как нерва-реципиента. Бюллетень сибирской медицины. 2025;24(4):14–20. Gorbunov NS, Kober KV, Kasparov EV Anatomicheskie osobennosti vyyavleniya dliny grudospinnogo nerva v kachestve nerva-donora [Anatomical features of identifying the length of the thoracospinal nerve as a donor nerve]. Bulletin of Siberian Medicine. 2025;24(4):14–20. (In Russ.). doi: 10.20538/1682-0363-2025-4-14-20.
2. Anthony DJ, Basnayake BMOD, Ganga NMG, Mathangasinghe Y, Malalasekera AP. An improved technical trick for identification of the thoracodorsal nerve during axillary clearance surgery: a cadaveric dissection study. Patient Saf Surg. 2018 Jun 26;12:18. doi: 10.1186/s13037-018-0164-2.
3. Atamian EK, Smith ML. Optimizing aesthetic results in autologous breast reconstruction. Gland Surg. 2023 Aug 30;12(8):1110-1121. doi: 10.21037/gS-22-647.

4. Banys-Paluchowski M, Brus L, Krawczyk N, Koperschmidt SV, Gasparri ML, Bündgen N. Latissimus dorsi flap for breast reconstruction: a large single-institution evaluation of surgical outcome and complications. Arch Gynecol Obstet. 2024 Jan;309(1):269-280. doi: 10.1007/s00404-023-07186-3.
5. Beugels J, Cornelissen AJM, Spiegel AJ, Heuts EM, Piatkowski A, van der Hulst RRWJ, Tuinder SMH. Sensory recovery of the breast after innervated and non-innervated autologous breast reconstructions: A systematic review. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2017 Sep;70(9):1229-1241. doi: 10.1016/j.bjps.2017.05.001.
6. Bubberman JM, Brandts L, van Kuijk SMJ, van der Hulst RRWJ, Tuinder SMH. The efficacy of sensory nerve coaptation in DIEP flap breast reconstruction - Preliminary results of a double-blind randomized controlled trial. Breast. 2024 Apr;74:103691. doi: 10.1016/j.breast.2024.103691.
7. Chang EI. Advances in Microsurgical Treatment Options to Optimize Autologous Free Flap Breast Reconstruction. J Clin Med. 2024 Sep 24;13(19):5672. doi: 10.3390/jcm13195672.
8. Chang TN, Lu JC, Sung CW, Illias AM, Cheong DC, Kao SW. Elongation of intercostal nerve cutaneous branches for breast and nipple neurotization during breast reconstruction after mastectomy for breast cancer: case-control study. Br J Surg. 2024 Jan 31;111(2):znae005. doi: 10.1093/bjs/znae005.
9. Escandón JM, Manrique OJ, Christiano JG, Mroueh V, Prieto PA, Gooch JC, Weiss A, Langstein HN. Breast reconstruction with latissimus dorsi flap: a comprehensive review and case series. Ann Transl Med. 2023 Aug 30;11(10):355. doi: 10.21037/atm-23-469.
10. Fujita Y, Matsunaga N, De Kerckhove M, Tomita S, Fujii M, Terao Y. Animation of latissimus dorsi flap in breast reconstruction: a retrospective analysis based on 203 cases. J Plast Surg Hand Surg. 2024 Oct 15;59:128-131. doi: 10.2340/jphs.v59.39952.
11. Gardetto A, Hörmann R, Pfitscher K, Konschake M, Stofferin H. Anatomical mapping of the 4th intercostal nerve's lateral cutaneous branch in both sexes: implications for advanced breast Reconstruction. Surg Radiol Anat. 2024 Dec;46(12):2019-2026. doi: 10.1007/s00276-024-03507-6.
12. Gesslbauer B, Hrubby LA, Roche AD, Farina D, Blumer R, Aszmann OC. Axonal components of nerves innervating the human arm. Ann Neurol. 2017 Sep;82(3):396-408. doi: 10.1002/ana.25018.
13. Ghumman A, Kim PJ, McAlpine K, Meng F, Snell L, Lipa J. Sensory restoration following breast reconstruction with operative reinnervation: A systematic review and meta-analysis. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2025 Mar;102:412-425. doi: 10.1016/j.bjps.2024.10.021.
14. Heine N, Eigenberger A, Brebant V, Hoels V, Brix E, Prantl L, Kempa S. Comparison of skin sensitivity following breast reconstruction with three different techniques: Autologous fat grafting, DIEP flap and expander/implant1. Clin Hemorheol Microcirc. 2022;80(4):389-397. doi: 10.3233/CH-219203.
15. Laurent R, Trifan A, Danino AD, Paek LS, Schoucair R, Pauchot J, Bernier C, Briand E, Danino MA. Autogenous breast reconstruction for total mastectomies: a narrative review. Ann Transl

- Med. 2024 Feb 1;12(1):9. doi: 10.21037/atm-23-1471.
16. Araújo Pereira Lisboa FC, Paulinelli RR, Campos Veras LP, Jubé Ribeiro LF, Pádua Oliveira LF, Sousa Rahal RM, Sousa AG, Freitas-Júnior R, Batista de Sousa J. Aesthetic results were more satisfactory after oncoplastic surgery than after total breast reconstruction according to patients and surgeons. *Breast*. 2023 Oct;71:47-53. doi: 10.1016/j.breast.2023.07.006.
  17. Ma Y, Khan MAA, Javed AA, Mohan A, Bhatti D, Khalil N, Rayatt S. Somato-somatic theory of referred pain elucidates observations of referred sensations during micropigmentation of nipple-areolar complex in a cohort study on patients undergoing pedicled latissimus dorsi flap breast reconstruction. *Ann Chir Plast Esthet*. 2022 Jun;67(3):140-147. doi: 10.1016/j.anplas.2022.03.004.
  18. Potter SM, Ferris SI. Vascularized Thoracodorsal to Suprascapular Nerve Transfer, a Novel Technique to Restore Shoulder Function in Partial Brachial Plexopathy. *Front Surg*. 2016 Mar 14;3:17. doi: 10.3389/fsurg.2016.00017.
  19. Romansky R. Latissimus dorsi (thoracodorsal) flap - the universal reconstructive tool. Sofia: [publisher not specified]; 2022. 72 p.
  20. Sapino G, Tay SK, Maruccia M, Nanhekhan L, Watfa W, Mantovani GP, Guillier D, Tedeschi P, Bramhall R, Di Summa PG. Abdominal-Based Microsurgical Breast Reconstruction: How to Inset the Flap to Maximize the Aesthetic Result-A Systematic Review. *J Clin Med*. 2023 Sep 22;12(19):6135. doi: 10.3390/jcm12196135.
  21. Sepolvere G, Blanco R. Anterior and posterior chest wall blocks. In: Sepolvere G, Silveti S, editors. *Fast-track in cardiac anesthesia*. Cham: Springer; 2024. p. [chapter page range]. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-70899-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-70899-2_8).
  22. Silverstein ML, Momeni A. Restoring Sensation through Abdominal Flap Neurotization in Breast Reconstruction. *J Clin Med*. 2024 Jun 29;13(13):3826. doi: 10.3390/jcm13133826.
  23. Steele TN, Teotia SS, Haddock NT. Multi-Flap Microsurgical Autologous Breast Reconstruction. *J Clin Med*. 2024 Sep 9;13(17):5324. doi: 10.3390/jcm13175324.
  24. Tokgöz S, Karaca Umay E, Yilmaz KB, Akkoca M, Akinci M, Azili C. Role of Intraoperative Nerve Monitoring in Postoperative Muscle and Nerve Function of Patients Undergoing Modified Radical Mastectomy. *J Invest Surg*. 2021 Jul;34(7):703-710. doi: 10.1080/08941939.2019.1684603.
  25. Voineskos SH, Olaiya OR, Tsangaris E, Kaur M, Klassen AF, Pusic AL. Comparing Breast Sensation between Alloplastic and Autologous Breast Reconstruction Patients Using the BREAST-Q Sensation Module. *Plast Reconstr Surg*. 2022 Dec 1;150(6):1202e-1213e. doi: 10.1097/PRS.00000000000009723

#### Информация об авторах

✉Горбунов Николай Станиславович – д-р мед. наук, профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии; Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого; ул. Партизана Железняка, 1, Красноярск, 660022, Россия; gorbunov\_ns@mail.ru  
<http://orcid.org/0009-0003-2542-0247>

Кобер Кристина Владимировна – канд. мед. наук, онколог-хирург; Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А.И. Крыжановского; k-kober@mail.ru  
<http://orcid.org/0000-0001-5209-182X>

Каспаров Эдуард Вильямович – д-р мед. наук, профессор, директор; Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера Красноярского научного центра РАН; rsimpn@scn.ru  
<http://orcid.org/0000-0002-5988-1688>

Ростовцев Сергей Иванович, д-р мед. наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии; Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого; rostovcev.1960@mail.ru  
<http://orcid.org/0000-0002-1462-7379>

Горбунов Дмитрий Николаевич – канд. мед. наук, доцент кафедры сердечно-сосудистой хирургии; Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого; Dr\_gorbunov@mail.ru  
<http://orcid.org/0000-0002-5570-5425>

Лебедева Дарья Николаевна – ассистент кафедры анатомии человека, оперативной хирургии и судебной медицины; Иркутский государственный медицинский университет; bolonevadasha@mail.ru  
<http://orcid.org/0009-0004-6580-0591>

Галеева Ольга Павловна – канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии человека, оперативной хирургии и судебной медицины; Иркутский государственный медицинский университет; olenkagalееva1951@mail.ru  
<http://orcid.org/0000-0001-5153-2566>

#### Information about the authors

✉Nikolai S. Gorbunov – Dr. Sci (Med.), Professor of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy; V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; ul. Partizana Zheleznyaka, 1, Krasnoyarsk, 660022, Russia; gorbunov\_ns@mail.ru;  
<http://orcid.org/0009-0003-2542-0247>

Kristina V. Kober – Cand. Sci (Med.), oncologist-surgeon; A.I. Kryzhanovsky Krasnoyarsk Regional Clinical Oncological Dispensary; k-kober@mail.ru;  
<http://orcid.org/0000-0001-5209-182X>

Eduard V. Kasparov – Dr. Sci (Med.), Professor, Director; Research Institute of Medical Problems of the North, Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences; rsimpn@scn.ru;  
<http://orcid.org/0000000259881688>

Sergei I. Rostovtsev – Dr. Sci (Med.), Assoc. Prof., of the Department of Anesthesiology and Intensive Care; V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; rostovcev.1960@mail.ru;  
<http://orcid.org/0000-0002-1462-7379>

Dmitrii N. Gorbunov – Cand. Sci (Med.), Assoc. Prof. of the Department of Cardiovascular Surgery; V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Dr\_gorbunov@mail.ru;  
<http://orcid.org/0000-0002-5570-5425>

Dar'ya N. Lebedeva – Assist. of the Department of Human Anatomy, Operative Surgery and Forensic Medicine; Irkutsk State Medical University; bolonevadasha@mail.ru  
<http://orcid.org/0009-0004-6580-0591>

Ol'ga P. Galeeva – Cand. Sci (Med.), Assoc. Prof. of the Department of Human Anatomy, Operative Surgery and Forensic Medicine; Irkutsk State Medical University; olenkagalееva1951@mail.ru;  
<http://orcid.org/0000-0001-5153-2566>

Статья поступила в редакцию 30.09.2025; одобрена после рецензирования 16.01.2026; принята к публикации 30.03.2026.  
Submitted 30.09.2025; Revised 16.01.2026; Accepted 30.03.2026.