

© ГОРБУНОВ Н. С., КОБЕР К. В., КАСПАРОВ Э. В.

УДК 611.833.46

DOI: 10.20333/25000136-2024-1-58-63

## Анатомические особенности выявления длины грудоспинного нерва в качестве нерва-донора

Н. С. Горбунов<sup>1,2</sup>, К. В. Кобер<sup>3</sup>, Э. В. Каспаров<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск 660022, Российская Федерация

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера, Красноярск 660022, Российская Федерация

<sup>3</sup> Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А. И. Крыжановского, Красноярск 660133, Российская Федерация

**Цель исследования.** Разработать и апробировать методику определения длины грудоспинного нерва.

**Материал и методы.** Проведено антропометрическое обследование 105 групп мужчин и женщин в возрасте 36-100 лет с определением роста, длины верхней конечности, обхвата шеи и ширины грудной клетки. После анатомического препарирования плечевого сплетения проведено измерение длины грудоспинного нерва. Корреляционный и регрессионный анализ позволил выявить степень, значимость и уравнения сопряженности антропометрических показателей с длиной грудоспинного нерва.

**Результаты.** Медиана длины грудоспинного нерва до вхождения в широчайшую мышцу спины составляет 12,5 см с колебаниями от 11,5 до 14,3 см в пределах межквартильного интервала Q1, Q3, а без внемышечных ветвей – 9,5 [8,3; 11,0] см. Установлены значимые корреляционные связи между обхватом шеи и длиной грудоспинного нерва. Выявленные уравнения линейной регрессии в 83% случаев позволяют точно определить длину грудоспинного нерва и принять правильное решение по возможности его переноса в позицию поврежденного нерва. Квартильное распределение людей на 3 группы по росту, определение 5 показателей (возраст, рост, длина верхней конечности, обхват шеи, ширина грудной клетки) и использование уравнений линейной регрессии повышает точность определения длины грудоспинного нерва до 94%.

**Заключение.** Длина грудоспинного нерва является важным фактором возможности его переноса в позицию поврежденного нерва. В качестве внешнего биомаркера длины грудоспинного нерва целесообразно использовать возраст, рост, обхват шеи, длину верхней конечности и ширину грудной клетки.

**Ключевые слова:** плечевое сплетение, грудоспинной нерв, широчайшая мышца спины, внемышечные ветви, антропометрические показатели, транспозиция нерва.

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

**Для цитирования:** Горбунов НС, Кобер КВ, Каспаров ЭВ. Анатомические особенности выявления длины грудоспинного нерва в качестве нерва-донора. *Сибирское медицинское обозрение*. 2024;(1):58-63. DOI: 10.20333/25000136-2024-1-58-63

## Anatomical features of identifying the length of the thoracodorsal nerve as a donor nerve

N. S. Gorbunov<sup>1,2</sup>, K. V. Kober<sup>3</sup>, E. W. Kasparov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

<sup>2</sup> Scientific Research Institute of Medical Issues of the North, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

<sup>3</sup> A. I. Kryzhanovsky Krasnoyarsk Regional Clinical Oncological Dispensary, Krasnoyarsk 660133, Russian Federation.

**The aim of the research.** To develop and test a technique for determining the length of the thoracodorsal nerve.

**Material and methods.** An anthropometric examination of 105 male and female corpses aged 36,100 years was carried out with the determination of height, length of the upper limb, neck circumference and chest width. After anatomical dissection of the brachial plexus, the length of the thoracodorsal nerve was measured. Correlation and regression analysis revealed the degree, significance and equations of conjugacy of the anthropometric indicators with the length of the thoracodorsal nerve.

**Results.** The median length of the thoracodorsal nerve before entering the broadest muscle of the back is 12.5 cm with fluctuations from 11.5 to 14.3 cm within the interquartile interval Q1, Q3, and 9.5 [8.3; 11.0] cm without the extramuscular branches. Significant correlations were established between the neck circumference and the length of the thoracodorsal nerve. The revealed linear regression equations make it possible to accurately determine the length of the thoracodorsal nerve in 83% of cases and make the right decision regarding the possibility of its transfer to the position of the damaged nerve. The quartile distribution of people into 3 groups by height, the determination of five parameters (age, height, upper limb length, neck girth, chest width) and the use of linear regression equations increases the accuracy of determining the length of the thoracodorsal nerve up to 94%.

**Conclusion.** The length of the thoracodorsal nerve is an important factor in the possibility of its transfer to the position of the damaged nerve. As an external biomarker of the length of the thoracodorsal nerve, it is advisable to use age, height, neck circumference, upper limb length and chest width.

**Key words:** brachial plexus, thoracodorsal nerve, latissimus dorsi, extramuscular branches, anthropometric indicators, nerve transposition.

**Conflict of interest.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

**Citation:** Gorbunov NS, Kober KV, Kasparov EW. Anatomical features of identifying the length of the thoracodorsal nerve as a donor nerve. *Siberian Medical Review*. 2024;(1):58-63. DOI: 10.20333/25000136-2024-1-58-63

## Введение

В связи с активной разработкой и внедрением операций невротизации актуальными являются исследования анатомических особенностей длины периферических нервов [1, 2, 3]. Это связано с необходимостью восстановления нервной регуляции с помощью нерва-донора как можно ближе к денервированной мышце [4, 5, 6]. Результаты операции могут быть отрицательными, если значительно отличается длина нерва-донора и нерва-реципиента [7, 8].

Грудоспинный нерв активно используется в качестве нерва-донора при восстановлении поврежденных нервов [9, 10, 11, 12]. В связи с этим очевидна необходимость выявления длины грудоспинного нерва до операции на этапе выбора тактики использования его в невротизации [13]. Однако существующие современные методы визуализации (спектроскопия, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография) не позволяют получить сведения о длине нервов [14, 15, 16]. В связи с вышеуказанным нами поставлена цель исследования – разработать и апробировать метод выявления длины грудоспинного нерва.

## Материал и методы

Для решения поставленной цели исследование проведено на 105 трупах людей в возрасте 36–100 лет, среди которых мужчины составляли 63 % (66 человек), женщины – 37 % (39). Все трупы были без повреждений верхних конечностей, грудной клетки, шеи и головы.

Вначале проведено антропометрическое обследование трупов с определением размеров тела, шеи, туловища и грудной клетки. Длина тела определялась антропометром Мартина от верхушечной точки на голове до конечной на подошвах, а туловища – от яремной вырезки грудины до верхнего края лонного сочленения. Диаметр плеч определялся толстотным циркулем между правой и левой точками акромиально-ключичного сочленения, а грудной клетки – на уровне 4-х ребер между средне-подмышечными линиями. Обхват шеи определялся с помощью измерительной ленты на уровне верхнего края щитовидного хряща, а грудной клетки – на уровне 4 ребер. Индекс Риз-Айзенка определяли по формуле: длина тела в см  $\times 100 / 6 \times$  поперечный диаметр грудной клетки в см.

В дальнейшем у трупов проводилось препарирование и выделение плечевого сплетения. С помощью штангенциркуля измерялась длина грудоспинного нерва. Препарирование осуществлялось в положении трупа, лежа на спине с отведенной правой рукой. Разрез кожи выполнялся от яремной вырезки грудины, проводился по нижнему краю ключицы до дельтовидной мышцы с последующим переходом в подмышечную ямку вниз на широчайшую мышцу спины. После разреза кожи рассекается подкожная жировая клетчатка с последующим пересечением большой и малой грудных мышц. Заканчивается препарирование выделением всех элементов плечевого сплетения и грудоспинного нерва.

Длину грудоспинного нерва измеряли дважды: от заднего пучка до его внемышечных ветвей и от заднего пучка до проникновения в мышцу.

Статистическая обработка проводилась в базе данных MS Office Excel 2012 (МС, США) куда занесены все полученные показатели: возраст, длина тела и туловища, диаметр плеч и грудной клетки, обхват шеи и грудной клетки, индекс Риз-Айзенка, длина грудоспинного нерва с ветвями и без ветвей. Также использовалась программа Statistica 12,0 (StatSoft, США). Предварительно все полученные показатели проверили на нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова-Смирнова, а дальнейшая обработка проводилась по непараметрическим методикам с определением медианы (Me) квартильных интервалов Q1, Q3, а значимость различий между группами вычисляли по U-тесту Манна-Уитни. В качестве нижней границы значимости принят уровень, равный 0,05. Парная сопряженность между количественными параметрами оценивалась по значению рангового коэффициента корреляции Спирмена (rs). Связь между показателями расценивалась функциональной при значении коэффициента корреляции  $rs \geq 0,9$ , сильная –  $rs \geq 0,7$ , средняя –  $0,5 \leq rs < 0,7$  и слабая –  $0,3 \leq rs < 0,5$ . Характер и уравнение сопряженности исследовались при помощи регрессионного анализа.

Построения регрессионной модели осуществлялось в два этапа и учитывало практические аспекты переноса грудоспинного нерва. Вначале осуществлялся поиск сопряженного с длиной грудоспинного нерва показателя и распределения по этому показателю всех трупов мужчин на 5 групп по 20-ти, а у женщин на 4 группы по 25-ти процентильным интервалам. В дальнейшем повторно выявляли сопряженные показатели (возраст, длина тела и туловища, диаметр плеч и грудной клетки, обхват шеи и грудной клетки, индекс Риз-Айзенка) в каждой из групп людей.

Апробация и оценка эффективности определения длины грудоспинного нерва по предложенным уравнениям проводилась с учетом требований по транспозиции нервов. Первоначально сравнивались результаты длины грудоспинного нерва, измеренные штангенциркулем после препарирования трупов людей с аналогичными показателями, полученными с помощью уравнений линейной регрессии. В дальнейшем подсчитывалось количество совпадающих и несовпадающих результатов. Используется показатель эффективности, который позволяет хирургу по предложенным уравнениям оценить точность результатов – полученное по уравнениям значение длины грудоспинного нерва не должно превышать истинное более чем на 2 см. Пограничное значение 2 см является допустимым показателем длины грудоспинного нерва при переносе его в позицию поврежденного нерва с незначительным натяжением и без микроповреждений.

## Результаты и обсуждение

Сформулирована рабочая гипотеза о возможной сопряженности длины грудоспинного нерва с размерами тела человека, а уравнения, описывающие эти корреляционные взаимоотношения, позволят с высокой точностью выявлять и принимать решение о переносе изучаемого нерва в позицию поврежденных

нервов. Анатомическое препарирование плечевого сплетения у 105 трупов людей позволило выявить медиану длины грудоспинного нерва, значения квартилей Q1, Q3. Для поиска биомаркеров выбраны части тела человека, в которых располагается плечевое сплетение: шея, верхняя конечность и грудная клетка.

Длина грудоспинного нерва от заднего пучка плечевого сплетения до внемышечных ветвей колеблется от 5,5 до 17,0 см, медиана составляет 9,5 см, значение Q1 – 8,3, Q3 – 11,0 см, а его длина с ветвями – 12,5 [11,5; 14,3] см.

Полученные данные соответствуют опубликованным в литературе аналогичным результатам, но имеют и незначительные отличительные особенности. Так, по данным А. Abeer et al. (2018), длина грудоспинного нерва 12,5 см, а Р.Р. Сидорович с соавт. (2011) указывают, что протяженность нерва в 35 % находится в пределах 8,0-10,5 см и в 65 % – 10,6-13,0 см [1, 9]. По данным А. Malalasekera et al. (2016), длина

внемышечной части грудоспинного нерва равна 8,14 см, а внутримышечной – 3,36 см [2]. S.M. Potter, S.I. Ferris (2016) выявили, что длина грудоспинного нерва 12,3 см [7]. Выявленные незначительные отличия, очевидно, связаны с отсутствием точного указания методики измерения длины грудоспинного нерва, а также с разным количеством наблюдений.

В соответствии с поставленной целью изучена степень сопряженности размеров тела человека с длиной грудоспинного нерва. Установлено, что у трупов людей встречаются только слабые, значимые корреляционные связи между длиной грудоспинного нерва и длиной тела, диаметром плеч и обхватом шеи. Учитывая слабую корреляционную связь и низкий коэффициент аппроксимации, поиск длины грудоспинного нерва по уравнениям регрессии в предоперационном периоде для хирурга будет затруднителен в связи с возможной большой ошибкой. Поэтому необходимы новые, более точные, основанные на сильных корреляционных связях методы определения длины грудоспинного нерва.

С этой целью предварительно все обследуемые трупы людей (n=105) разделены на 5 групп на основании 20-ти процентильного интервала по длине тела. У трупов людей с длиной тела до 153,0 см выявлена обратная сильная и значимая корреляционная связь между длиной грудоспинного нерва без ветвей и возрастом ( $r_s = -0,75$ ;  $p = 0,0008$ ;  $r^2 = 0,57$ ). Следовательно, по уравнению линейной регрессии можно определить длину грудоспинного нерва в см =  $18,96 - 0,12 \times$  возраст, лет (рис. 2).

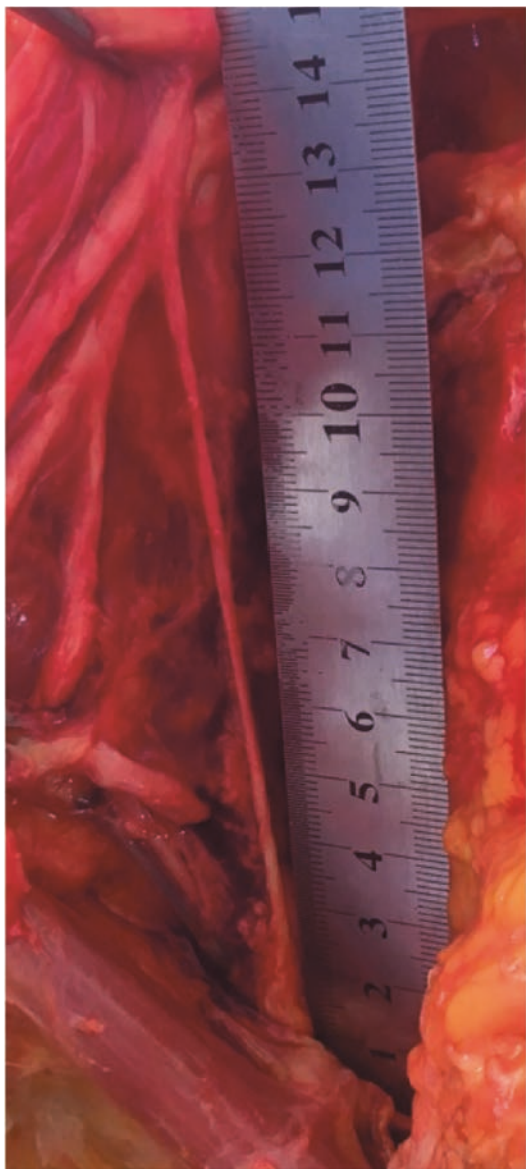


Рисунок 1. Грудоспинный нерв трупа мужчины 80 лет.  
Figure 1. Thoracodorsal nerve of a male corpse, 80 years.

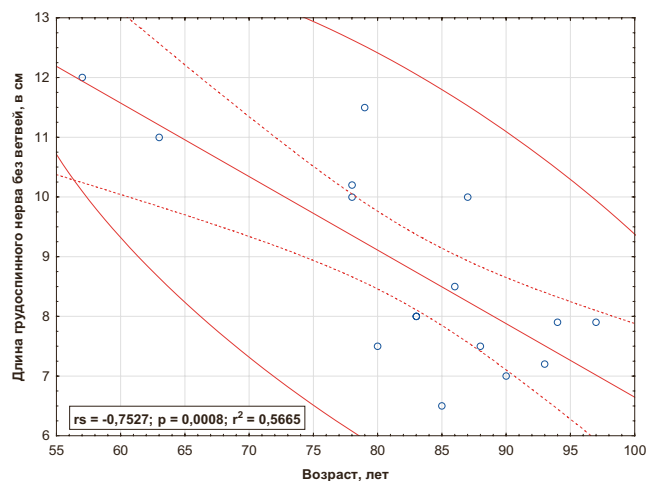


Рисунок 2. График взаимосвязи между длиной грудоспинного нерва и возрастом (n=16).

Figure 2. Graph of the relationship between the age and the length of the thoracodorsal nerve (n=16).

Для проверки результатов проведено сравнительное исследование с определением разницы значений длины грудоспинного нерва, полученных после измерения на трупах людей и с помощью предлагаемого уравнения. Установлено, что в 100% случаев полученные результаты позволяют хирургу определить длину



грудоспинного нерва в пределах до 2 см и принять правильное решение о возможности его транспозиции.

Для поиска более сильных корреляционных связей все трупы разделили по половому признаку на мужчин (66 человек) и женщин (39). Далее всех мужчин разделили на 5 групп по 20-перцентильным интервалам обхвата грудной клетки. У мужчин с обхватом грудной клетки в пределах 82,1-86 см выявлена обратная, сильная и значимая степень сопряженности длины грудоспинного нерва без ветвей с разницей между обхватами грудной клетки и шеи ( $r_s = -0,81$ ;  $p = 0,0013$ ;  $r^2 = 0,66$ ). Следовательно, по уравнению линейной регрессии можно определить длину грудоспинного нерва в см =  $48,08 - 0,75 \times$  разность обхватов грудной клетки и шеи см, (рис. 3).

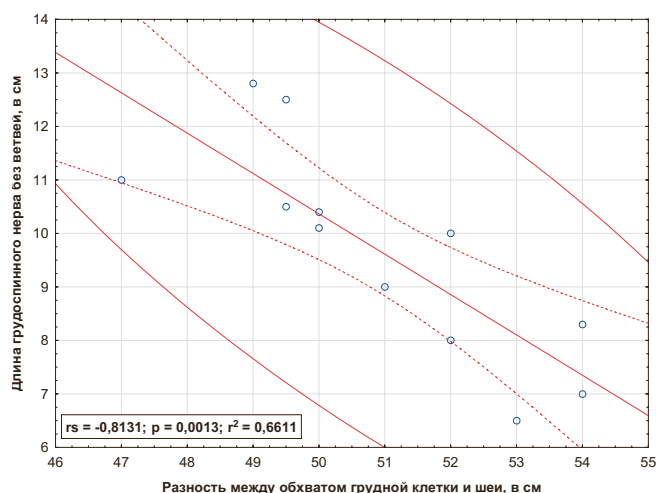


Рисунок 3. График взаимосвязи между длиной грудоспинного нерва и разностью обхватов грудной клетки и шеи ( $n=12$ ).

Figure 3. Graph of the relationship between the length of the thoracodorsal nerve and the difference between the circumferences of the chest and the neck ( $n=12$ ).

При проверке результатов установлено, что в 100% случаев предлагаемое уравнение позволяет хирургу определить длину грудоспинного нерва в пределах до 2 см и принять правильное решение о возможности его транспозиции.

У мужчин с диаметром плеч до 33 см выявлена обратная функциональная и значимая степень сопряженности между длиной грудоспинного нерва с ветвями и диаметром плеч ( $r_s = -0,91$ ;  $p = 0,0016$ ;  $r^2 = 0,83$ ). Следовательно, по уравнению линейной регрессии можно определить длину грудоспинного нерва в см =  $79,90 - 2,19 \times$  диаметр плеч, см (рис. 4).

При проверке результатов установлено, что в 100% случаев предлагаемое уравнение позволяет хирургу определить длину грудоспинного нерва в пределах до 2 см и принять правильное решение о возможности его транспозиции.

Всех женщин разделили на 4 группы по 25-перцентильным интервалам обхвата шеи. У женщин с обхватом шеи больше 37 см выявлена прямая, сильная

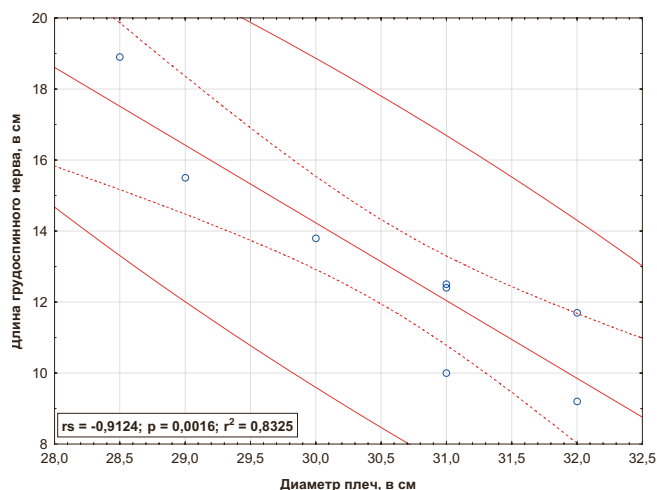


Рисунок 4. График взаимосвязи между длиной грудоспинного нерва и диаметром плеч ( $n=10$ ).

Figure 4. Graph of the relationship between the length of the thoracodorsal nerve and the diameter of the shoulders ( $n=10$ ).

и значимая степень сопряженности между длиной грудоспинного нерва без ветвей и индексом Риз-Айзенка ( $r_s = 0,84$ ;  $p = 0,0041$ ;  $r^2 = 0,71$ ). Следовательно, по уравнению линейной регрессии можно определить длину грудоспинного нерва в см =  $-2,02 + 0,11 \times$  индекс Риз-Айзенка (рис. 5).

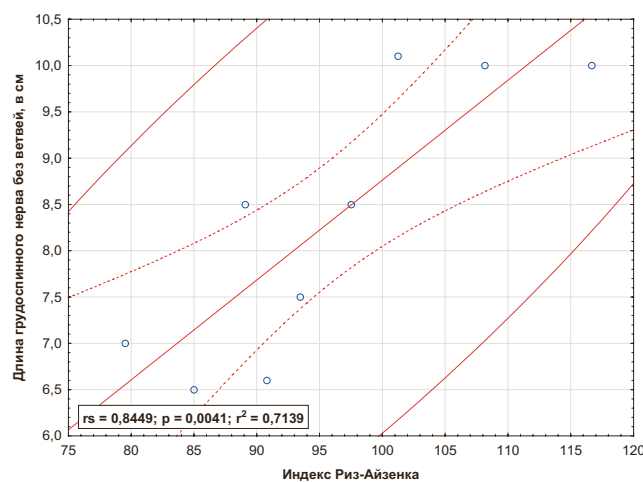


Рисунок 5. График взаимосвязи между длиной грудоспинного нерва и индексом Риз-Айзенка ( $n=10$ ).

Figure 5. Graph of the relationship between the length of the thoracodorsal nerve and the Reese-Eysenck index ( $n=10$ ).

При проверке результатов установлено, что в 100% случаев предлагаемое уравнение позволяет хирургу определить длину грудоспинного нерва в пределах до 2 см и принять правильное решение о возможности его транспозиции.

У женщин с разностью диаметра плеч и грудной клетки в пределах 6-7 см выявлена обратная, сильная и значимая степень сопряженности между длиной грудоспинного нерва без ветвей и разностью длины туловища

и диаметра плеч ( $r_s = -0,85$ ;  $p = 0,0071$ ;  $r_2 = 0,73$ ). Следовательно, по уравнению линейной регрессии можно определить длину грудоспинного нерва в см =  $21,32 - 0,71 \times$  разность длины туловища и диаметра плеч, см (рис. 6).

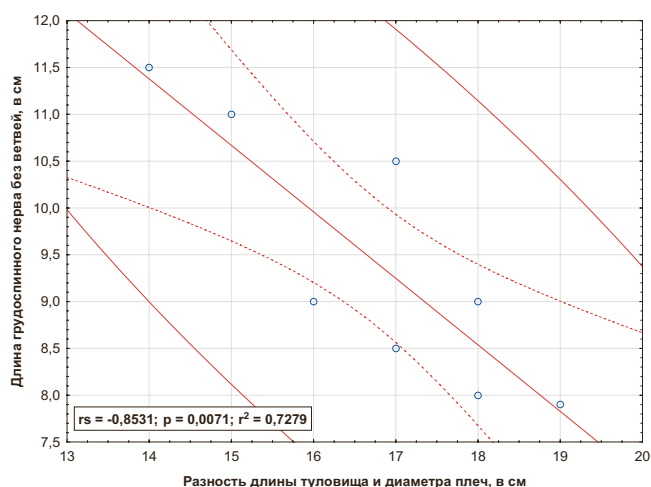


Рисунок 6. График взаимосвязи между длиной грудоспинного нерва и разностью длины туловища и диаметра плеч ( $n=9$ ).

Figure 6. Graph of the relationship between the length of the thoracodorsal nerve and the difference between the length of the trunk and the diameter of the shoulders ( $n=9$ ).

При проверке результатов установлено, что в 100% случаев предлагаемое уравнение позволяет хирургу определить длину грудоспинного нерва и принять правильное решение о возможности его транспозиции.

Следовательно, половое и процентильное распределение людей на группы, использование 6 параметров тела (длина тела и туловища, диаметр плеч и грудной клетки, обхват шеи и грудной клетки) и выявленных уравнений линейной регрессии позволяют хирургу в предоперационном периоде с высокой точностью в 100% случаев выявлять длину грудоспинного нерва и принять оптимальное решение о возможности его транспозиции к поврежденному нерву.

Корреляционный анализ позволил выявить сопряженность длины грудоспинного нерва с такими антропометрическими показателями, как возраст, длина тела и туловища, диаметр плеч и грудной клетки, обхват шеи и грудной клетки. Подобные сведения в литературе отсутствуют. Полученные уравнения линейной регрессии имеют практическую значимость. Для сокращения пути и времени регенерации поврежденного нерва с целью восстановления функции верхней конечности в полном объеме перенос нерва-донора стремятся произвести как можно ниже, т.е. ближе к денервированным мышцам. В связи с этим возникают случаи, когда во время операции у больных из-за несоответствия длины нервы приходится сшивать с натяжением, что приводит к возникновению осложнений (микрорко-

воизлияния, разрывы, рубцы), увеличению продолжительности операции, а иногда и к невозможности ее выполнения [13].

Предельно допустимым диастазом между отрезками нервов, которые можно сшить с незначительным натяжением, является расстояние от 2,0 до 2,5 см или натяжение, при котором отрезки нервов можно сопоставить при одновременном завязывании двух нитей размером 8/0 [7, 17, 18]. Поэтому нами в качестве критерия точности определения длины грудоспинного нерва по уравнениям линейной регрессии и возможности его переноса без натяжения выбрано значение – 2,0 см. Результаты длины грудоспинного нерва, полученные по формулам, не должны превышать истинные более чем на 2 см. Проведенный сравнительный анализ показывает высокую (100%) эффективность выявления длины грудоспинного нерва по предлагаемым уравнениям линейной регрессии, что поможет хирургу в предоперационном периоде принять решение о его переносе в позицию поврежденного нерва. В данном исследовании установлено, что для определения длины грудоспинного нерва необходимыми показателями являются: возраст, длина тела и туловища, диаметр плеч и грудной клетки, диаметр плеч и грудной клетки, обхват шеи и грудной клетки.

Таким образом, проведенное исследование подтвердило выдвинутую гипотезу о сопряженности внешних размеров тела и длины грудоспинного нерва, что позволит в реконструктивной и пластической хирургии выбрать подходящий нерв-донор, перенести его в позицию поврежденного нерва как можно ближе к мышце, улучшить функцию верхней конечности.

### Заключение

Полученные результаты позволили сформулировать следующие выводы.

1. У людей существует сильная ( $r_s > 0,7$ ) и значимая ( $p < 0,05$ ) сопряженность длины грудоспинного нерва с внешними параметрами тела.

2. Половое и процентильное распределение людей на группы, использование 6 показателей тела и линейных уравнений регрессии позволяет в 100% выявлять длину грудоспинного нерва с точностью до 2,0 см.

3. Длина грудоспинного нерва является ключевым показателем возможности его переноса в позицию поврежденного нерва. Для определения в предоперационном периоде длины грудоспинного нерва, как нерва-донора, целесообразно использовать в качестве внешних биомаркеров возраст, длину тела и туловища, диаметр плеч и грудной клетки, обхват шеи и грудной клетки.

Источник финансирования. Научное исследование выполнено при поддержке Красноярского краевого фонда науки.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого (протокол № 91 от 11.09.2018 г.).

## Литература / References

1. Aberer A, Yasser El S. An Anatomical Study of the Length of the Neural Pedicle after the Bifurcation of the Thoracodorsal Nerve. *The Egyptian Journal of Anatomy*. 2018;41(1):49-61. DOI: 10.21608/ejana.2018.43502
2. Malalasekera A, Beneragama T, Kanesu S, Sahathevan V, Jayasekara R. Extra and Intramuscular Distribution of the Thoracodorsal Nerve with Regard to Nerve Reconstruction Surgeries. *Journal Reconstr. Microsurg*. 2016;32(5):358-360. DOI: 10.1055/s-0036-1579541
3. Foroni L, Siqueira MG, Martins RS, Oliveira GP. The intercostobrachial nerve as a sensory donor for hand reinnervation in brachial plexus reconstruction is a feasible technique and may be useful for restoring sensation. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 2017;75(7):439-445. DOI: 10.1590/0004-282X20170073
4. Alolabi N, Lovy AJ, Kircher MF, Spinner RJ, Bishop AT, Shin AY. Distal Nerve Transfers to the Triceps Brachii Muscle: Surgical Technique and Clinical Outcomes. *The Journal of Hand Surgery*. 2019. 45(2):155. DOI: 10.1016/j.jhssa.2019.05.005
5. Doi K. Distal Nerve Transfer: Perspective of Reconstructive Microsurgery. *Journal of Reconstructive Microsurgery*. 2018;34(9):675-677. DOI: 10.1055/s-0038-1639369
6. Emamhadi M, Andalib S. The First Experience of Triple Nerve Transfer in Proximal Radial Nerve Palsy. *World Neurosurgery*. 2018;(109):351-355. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.10.033
7. Potter SM, Ferris SI. Vascularized thoracodorsal to suprascapular Nerve transfer, a Novel technique to Restore shoulder Function in partial Brachial plexopathy. *Frontiers in Surgery*. 2016;3(17):1-6. DOI: 10.3389 / fsurg.2016.00017
8. Chu B, Bordoni B. Anatomy, Thorax, Thoracodorsal Nerves. *Last Update July 26, 2021*. PMID: 30969583 Bookshelf ID: NBK539761.
9. Сидорович РР, Смянович АФ, Юдина ОА, Гузов СА. Особенности хирургической анатомии, иннервации и кровоснабжения мышц, используемых для транспозиции при последствиях травматического повреждения плечевого сплетения. *Неврология и нейрохирургия в Беларуси*. 2011;(3):5-16. [Sidorovich RR, Smeyanovich AF, Yudina OA, Guzov SA. Features of surgical anatomy, innervation and blood supply of muscles used for transposition in the aftermath of traumatic injury of the brachial plexus. *Neurology and neurosurgery in Belarus*. 2011;(3):5-16. (In Russian)]
10. Soldado F, Ghizoni MF, Bertelli J. Thoracodorsal nerve transfer for triceps reinnervation in partial brachial plexus injuries. *Microsurgery*. 2016;36(3):191-197. DOI: 10.1002 / micr.22386
11. Schusterman MA, Jindal R, Unadkat JV, Spiess AM. Lateral Branch of the Thoracodorsal Nerve (LaT Branch) Transfer for Biceps Reinnervation. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*. 2018;6(3):e1698. DOI: 10.1097 / GOX.0000000000001698
12. Горбунов НС, Кобер КВ, Каспаров ЭВ, Протасюк ЕН. Особенности внутривидового строения грудоспинального нерва в аспекте восстановления афферентной иннервации при реконструкции груди. *Казанский медицинский журнал*. 2020;4(101):519523. [Gorbunov NS, Kober KV, Kasparov EV, Protasyuk EN. Features of the intra-trunk structure of the thoracospinal nerve in the aspect of restoring afferent innervation during breast reconstruction. *Kazan Medical Journal*. 2020;4(101):519-523. (In Russian)] DOI:10.17816/KMJ2020-519
13. Soldado F, Ghizoni MF, Bertelli J. Thoracodorsal nerve transfer for elbow flexion reconstruction in infraclavicular brachial. *The Journal of Hand Surgery*. 2014;39(9):1766-1770. DOI: 10.1016 / j.jhssa.2014.04.043
14. Heckel A, Weiler M, Xia A, Ruetters M, Pham M, Bendszus M, Heiland S, Baeume P. Peripheral Nerve Diffusion Tensor Imaging: Assessment of Axon and Myelin Sheath Integrity. *PLOS One*. 2015. 10(6):e0130833 DOI: 10.1371/journal.pone.0130833
15. Bergmeister KD, Schönle P, Böcker AH, Kronlage M, Godel T, Daeschler S. Improved diagnostics and therapeutic decision making in traumatic peripheral nerve lesions using MR-neurography. *Handchirurgie · Mikrochirurgie · Plastische Chirurgie*. 2018;50(4):232-240. DOI: 10.1055/s-0044-101833
16. Stolz LA, Acuna JG, Gaskin K, Murphy AM, Friedman L, Stears-Ellis S, Javedani P, Stolz U, Adhikari S. Echogenicity and ultrasound visibility of peripheral nerves of the upper extremity. *Medical Ultrasonography*. 2018;20(2):199-204. DOI: 10.11152/mu-1240
17. Tuturov AO. The role of peripheral nerve surgery in a tissue reinnervation. *Chinese Neurosurgical Journal*. 2019;5(5). DOI: 10.1186/s41016-019-0151-1
18. Battiston B, Titolo P, Ciclamini D, Panero B. Peripheral Nerve Defects. *Hand Clinics*. 2017;33(3):545-550. DOI:10.1016/j.hcl.2017.04.005

## Сведения об авторах

Горбунов Николай Станиславович, д. м. н., проф., Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; тел.: +7(906)9118788; e-mail: gorbunov\_ns@mail.ru, http:// orcid.org/0000-0003-4809-4491; ведущий научный сотрудник, научноисследовательский институт медицинских проблем Севера; адрес: Российская Федерация, 660022, Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3и.

Кобер Кристина Владимировна, хирург-онколог, Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А. И. Крыжановского; адрес: Российская Федерация, 660133, Красноярск, ул. 1-я Смоленская, 16; тел.: +7(923)3747709; e-mail: k-kober@mail.ru, http:// orcid.org/0000-0001-5209-182X

Каспаров Эдуард Вильямович, д. м. н., проф., научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера; адрес: Российская Федерация, 660022, Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3и; тел.: +7(391)2280662; e-mail: rsimpn@scn.ru, http:// orcid.org/0000000259881688

## Author information

Nikolay St. Gorbunov, Dr. Med. Sci., prof., Prof. V. F. Voyno-Yasenytsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(906)9118788; e-mail: gorbunov\_ns@mail.ru, http:// orcid.org/0000-0003-4809-4491; leading researcher Research Institute of Medical Problems of the North; Address: 3i, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022, Kristina V. Kober, oncologist surgeon A.I. Kryzhanovsky Regional Clinical Oncological Dispensary; Address: Russian Federation 660133, 16, Krasnoyarsk, 1st Smolenskaya Str.; Phone: +7(923)3747709; e-mail: k-kober@mail.ru, http:// orcid.org/0000-0001-5209-182X

Eduard W. Kasparov, Dr. Med. Sci., prof., Research Institute of Medical Problems of the North; Address: 3i, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(391)2280662; e-mail: rsimpn@scn.ru, http:// orcid.org/0000000259881688

Дата поступления: 21.12.2021

Дата рецензирования: 28.09.2023

Принято к публикации: 16.01.2024

Received 21 December 2021

Revision Received 28 September 2023

Accepted 16 January 2024