

Анатомическое обоснование транспозиции грудоспинного нерва при невротизации поврежденных нервов плечевого сплетения

Горбунов Н.С.^{1,2}, Кобер К.В.¹, Протасюк Е.Н.¹, Ростовцев С.И.¹, Самотесов П.А.¹

Красноярский государственный медицинский университет (КрасГМУ) им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Россия, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1

² Научно-исследовательский институт (НИИ) медицинских проблем Севера Россия, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3и

РЕЗЮМЕ

Цель. Выявление топографо-анатомических и конституциональных особенностей грудоспинного и мышечно-кожного нервов плечевого сплетения.

Материалы и методы. Проведена антропометрия 45 трупов с определением роста, длины туловища и верхней конечности, окружности шеи, грудной клетки, плеча и предплечья, поперечных размеров плеч, грудной клетки и таза, переднезаднего размера грудной клетки, обхвата шеи. После анатомического препарирования плечевого сплетения проведена морфометрия всех его компонентов (длины, толщины нервов и углов их отхождения).

Результаты. Цефалический тип плечевого сплетения с участием спинального нерва С4 установлен в 7%, каудальный тип с включением спинального нерва Th2 – в 4% случаев. В 4% случаев отсутствует мышечно-кожный нерв, двуглавую мышцу плеча при этом иннервирует срединный нерв. В 93% случаев грудоспинный нерв отходит от заднего вторичного пучка по задненижней поверхности, в 7% это ветвь подмышечного нерва. Обхват шеи имеет прямые значимые корреляции с длиной грудоспинного нерва – чем больше обхват шеи, тем больше длина нерва. У женщин выведены уравнения линейной регрессии, на основании которых можно вычислить предположительную длину грудоспинного нерва при известном значении ширины грудной клетки.

Заключение. Длина грудоспинного нерва является определяющей детерминантой возможности его пересадки в позицию мышечно-кожного. В качестве внешнего биомаркера размеров нерва-донора и нерва-реципиента целесообразно использовать размеры обхвата шеи и для достоверности у женщин – ширину грудной клетки.

Ключевые слова: плечевое сплетение, морфометрия, грудоспинный нерв, мышечно-кожный нерв, транспозиция.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальной этической комиссией КрасГМУ (протокол № 91 от 11.09.2018).

Для цитирования: Горбунов Н.С., Кобер К.В., Протасюк Е.Н., Ростовцев С.И., Самотесов П.А. Анатомическое обоснование транспозиции грудоспинного нерва при невротизации поврежденных нервов плечевого сплетения. *Бюллетень сибирской медицины*. 2021; 20 (1): 31–38. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2021-1-31-38>.

✉ Кобер Кристина Владимировна, e-mail: k-kober@mail.ru.

Anatomic grounds for the transposition of the thoracodorsal nerve in case of neurotization of brachial plexus nerve damage

Gorbunov N.S.^{1,2}, Kober K.V.¹, Protasyuk E.N.¹, Rostovtsev S.I.¹, Samotesov P.A.¹

¹ Professor V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University (KrasSMU)
1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

² Scientific Research Institute of Medical Issues of the North
3i, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

ABSTRACT

The goal is to identify topographic, anatomic, and constitutional features of thoracodorsal and musculocutaneous nerves of brachial plexus.

Materials and methods. Anthropometry of 45 corpses was carried out to determine growth; length of the trunk and upper extremities; circumference of neck, thoracic cage, shoulder and forearm; lateral dimensions of shoulders, thoracic cage and pelvis; anteroposterior size of thoracic cage; neck circumference. Morphometry of all brachial plexus components (length, thickness of nerves and angles of their origin) was performed after its anatomic preparation.

Results. The cephalic type of brachial plexus with participation of C4 spinal nerve was found in 7% of cases. The caudal type with inclusion of Th2 spinal nerve was found in 4% of cases. In 4% of cases, there was no musculocutaneous nerve, at the same time shoulder biceps innervates median nerve. In 93% of cases, the thoracodorsal nerve originates from posterior secondary bundle along lower posterior surface, in 7% it is an axillary nerve branch. Neck circumference is directly correlated with thoracodorsal nerve length: the larger the neck circumference is, the greater is the nerve length. In females, linear regression equations were derived, which allow estimating thoracodorsal nerve length knowing the thoracic cage width.

Conclusion. The length of the thoracodorsal nerve determines the possibility of its transplantation into the musculocutaneous position. The size of neck circumference and, in females, the width of the thoracic cage, for reliability, should be used as external size biomarkers for donor and recipient nerves.

Key words: brachial plexus, morphometry, thoracodorsal nerve, musculocutaneous nerve, transposition.

Conflict of interest. The authors declare no actual or potential conflict of interest related to the publication of this manuscript.

Source of financing. The authors state that there is no funding for the study.

Conformity with the principles of ethics. The study protocol was approved by ethics committee of the FSBEI HE KrasSMU (Protocol No. 91 of 11.09.2018).

For citation: Gorbunov N.S., Kober K.V., Protasyuk E.N., Rostovtsev S.I., Samotesov P.A. Anatomic grounds for the transposition of the thoracodorsal nerve in case of neurotization of brachial plexus nerve damage. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2021; 20 (1): 31–38. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2021-1-31-38>.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при микрохирургическом лечении травм плечевого сплетения руководствуются современной концепцией From distal to proximal, подразумевающей восстановление нервной регуляции как можно ближе к парализованной мышце [1–3]. В связи с этим активно ведется разработка и внедрение операций по невротизации поврежденных нервов по технологии Nerve transfer, что требует

детального изучения анатомических особенностей нервов-доноров и нервов-реципиентов [4–6].

Самым распространенным типом травмы плечевого сплетения является отрыв верхнего ствола. Известно, что верхний ствол образуется путем слияния спинномозговых нервов C5 и C6, далее в дистальном направлении от него отходят надлопаточный и подключичный нервы, затем, принимая часть нервных волокон от C7, формируется латеральный вторичный пучок (C5, C6, C7), конечными ветвями которого яв-

ляются мышечно-кожный нерв и латеральный корешок срединного нерва [7]. Значительное нарушение функции верхней конечности при отрыве верхнего ствола наступает при выпадении иннервации надлопаточным и мышечно-кожным нервами, в результате чего нарушается отведение и наружная ротация плеча, приведение и сгибание плеча, сгибание предплечья соответственно. Однозначно нецелесообразным является восстановление целостности на уровне верхнего ствола, поскольку дегенеративные процессы в дистальных участках нервов опережают регенерацию в проксимальном отрезке верхнего ствола, что приведет к необратимой мышечной атрофии.

Очевидно, что эффективное лечение повреждений плечевого сплетения невозможно без применения дистальных нервных переводов. В связи с этим отмечается повышенный практический интерес к грудоспинальному нерву, который все чаще используется не только в реконструктивной хирургии, но и в качестве нерва-донора при повреждении периферических нервов плечевого сплетения. Этим обусловлено проведение множества исследований, раскрывающих различные анатомические особенности данного нерва.

Успешно проводятся операции по пересадке грудоспинального, межреберных нервов к поврежденному мышечно-кожному нерву [8, 9]. Однако интраоперационный доступ и тоннель при транспозиции грудоспинального нерва являются травматичными и бесполезными при несовпадении параметров нерва-донора и нерва-реципиента [10, 11]. В связи с этим совершенно очевидна необходимость предоперационной диагностики размеров грудоспинального (донора) и мышечно-кожного (реципиента) нервов [12]. Однако в опубликованных исследованиях отсутствуют сведения о возможности определения на предоперационном этапе истинных размеров мышечно-кожного и грудоспинального нерва, а также других нервов у конкретного больного для выбора оптимального способа пересадки [13, 14]. При этом доказано, что конституциональные особенности строения организма человека обуславливают особенности его варианты анатомии, которые отображаются на функционировании органов и систем, что важно учитывать в клинической практике [15].

Таким образом, целью настоящего исследования является выявление топографо-анатомических и конституциональных особенностей грудоспинального и мышечно-кожного нервов плечевого сплетения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на 45 трупах мужчин и женщин второго периода зрелого возраста (36–60 лет). Большинство исследуемых составили трупы

мужского пола 31 (69%) и меньше – женского 14 (31%). Причиной смерти во всех случаях были общесоматические заболевания без повреждений верхних конечностей, грудной клетки, шеи и головы.

Первым этапом проводилось антропометрическое обследование трупов, включающее определение роста, длины туловища и верхней конечности, окружности шеи, грудной клетки, плеча и предплечья, поперечных размеров плеч, грудной клетки и таза, переднезаднего размера грудной клетки.

Следующий этап – анатомическое препарирование плечевого сплетения с последующими инструментальными измерениями. Проводилось последовательное измерение длины, толщины и углов всех элементов плечевого сплетения на всем протяжении, а также измерение относительно координатной точки – центра ключицы. Измерение длины грудоспинального нерва проводилось от места отхождения (заднего вторичного пучка) до вхождения в широчайшую мышцу спины. При наличии деления нерва на ветви до мышцы, учитывалась длина нерва в совокупности до и после ветвления. Измерение длины мышечно-кожного нерва проводилось от места формирования (латерального вторичного пучка) до прободения ключовидно-плечевой мышцы. После выделения и фиксации в 10%-м растворе нейтрального формалина элементы плечевого сплетения измерялись под стереоскопической лупой МБС-10.

На основании полученных показателей сформирована база данных в программе MS Excel 9.0 и проведена статистическая обработка результатов с использованием программы Statistica for Windows 6.0. В статье приводятся только те показатели, которые подчиняются нормальному распределению по критерию Шапиро – Уилка. Это позволило применить параметрические методы статистики, включающие описательную статистику, корреляционный (r – коэффициент корреляции, p – достигнутый уровень значимости) и регрессионный анализы, вариантный анализ методом сигмальных отклонений. При описании изучаемых показателей использовались величины: среднее значение (M) и среднеквадратическое отклонение (σ), которые представлены в виде $M \pm \sigma$. На основании сигмальных отклонений обхвата шеи, длины грудоспинального и мышечно-кожного нервов, а также уровня формирования последнего все трупы разделены на три типа. При проверке статических гипотез различия считали значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

После анатомического препарирования установлено, что в формировании плечевого сплетения в 89% (40/45) случаев участвуют корешки C5, C6, C7,

С8, Th1 сегментов спинного мозга. Цефалический тип плечевого сплетения с участием спинального нерва С4 установлен в 7% (3/45), каудальный тип с включением спинального нерва Th2 – в 4% (2/45) случаев. Отмечен один случай, когда спинальные нервы С4 и С5 объединяются в первичный верхний ствол, а С6 и С7 – в первичный средний ствол. Установлена вариабельность формирования длинных ветвей плечевого сплетения – в 4% (2/45) случаев отсутствует мышечно-кожный нерв, а двуглавую мышцу плеча иннервирует срединный нерв. В 93% (42/45) случаев грудоспинный нерв отходит от заднего вторичного пучка по задненижней поверхности, в 7% (3/45) – является ветвью подмышечного нерва, располагаясь на передней поверхности.

Для того чтобы оценить возможность транспозиции здоровых нервов к поврежденным, необходимо знать их размеры. Длина грудоспинного нерва до входа в широчайшую мышцу спины колеблется в пределах 7,0–18,9 см, а среднее значение составляет 13,0 см, $n = 45$. На основании сигмальных отклонений ($13,0 \pm 2,6$) длины грудоспинного нерва, до входа в широчайшую мышцу спины нерв делится на три типа: короткий нерв менее 10,4 см – 11% (5/45), средний нерв 10,4–15,6 см – 74% (33/45), длинный нерв более 15,6 см – 15% (7/45). Длина мышечно-кожного нерва до прободения клювовидно-плечевой мышцы колеблется в пределах 2,0–17 см, а среднее значение составляет 6,8 см, $n = 45$.

Учитывая риски инвазивных вмешательств, неэффективность транспозиции из-за недостатка длины и, как следствие, натяжение нервов с вытекающими осложнениями в виде подергивания мышц, каузалгии, необходимо разработать неинвазивные и достоверные способы диагностики размеров грудоспинного нерва. В связи с этим проведенный корреляционный анализ выявил прямую значимую связь ($r = 0,317, p = 0,033$) между длиной грудоспинного нерва и обхватом шеи. С увеличением обхвата шеи значимо увеличивается длина грудоспинного нерва.

При антропометрическом исследовании выявлена вариабельность значений обхвата шеи от 26 до 39 см, а среднее значение составляет 32,8 см, $n = 45$. На основании сигмальных отклонений ($32,8 \pm 3,2$) обхвата шеи все трупы разделены на три группы: 1-я группа – 15,5% (7/45), обхват шеи менее 29,6 см; 2-я группа – 69% (31/45), обхват шеи в пределах 29,6–36,1 см; 3-я группа – 15,5% (7/45), обхват шеи более 36,1 см. Установлено, что у лиц с обхватом шеи более 36,1 см в 71% (5/7) случаев встречается длинный, а в 29% (2/7) – средней длины грудоспинный нерв. При обхвате шеи в пределах 29,6–36,1 см средняя длина грудоспинного нерва встречается в 78% (24/31) случаев, короткий нерв – в 16% (5/31) и длинный нерв – в 6% (2/31) случаев. У лиц с обхватом шеи менее 29,6 см из семи случаев одинаково встречается короткий (50%) и средней длины (50%) грудоспинный нерв (рис. 1).

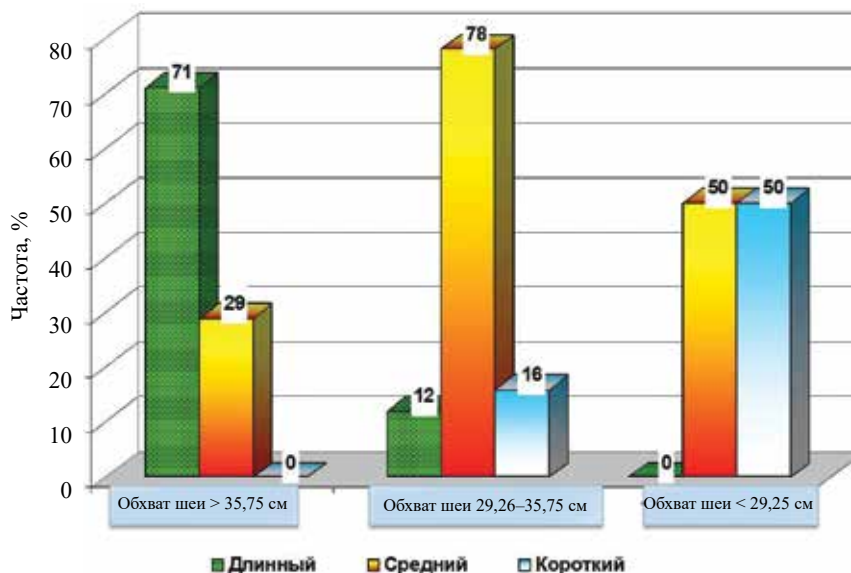


Рис. 1. Конституциональные особенности грудоспинного нерва

Существуют значимые различия длины грудоспинного нерва у лиц ($n = 45$) с разным обхватом шеи. Длина грудоспинного нерва у лиц с обхватом шеи более 36,1 см составляет 14,2 см; 29,6–36,1 см – 13,4 см;

менее 29,6 см – 12,3 см ($p < 0,05$). Чем больше обхват шеи, тем длиннее грудоспинный нерв, и наоборот.

На основании сигмальных отклонений ($6,8 \pm 3,2$) длины мышечно-кожного нерва до прободения

ния клювовидно-плечевой мышцы выделены также три типа: короткий нерв менее 3,6 см – 13% (6/45), средний нерв 3,6–10,0 см – 65% (29/45), длинный нерв более 10,0 см – 22% (10/45). По расстоянию от центра ключицы до формирования мышечно-кожного нерва с учетом сигмальных отклонений ($7,4 \pm 2,1$) выделено три уровня: высокий уровень, менее 5,3 см, – 7% (3/45), средний – 5,3–12,7 см – 80% (36/45), низкий уровень, более 12,7 см, – 13% (6/45). Выявлена прямая корреляционная связь ($r = 0,30$, $p = 0,049$) между длиной грудоспинного и мышечно-кожного нервов.

Кроме этого, у лиц с коротким мышечно-кожным нервом в пяти случаях встречается средней длины грудоспинной нерв, а в одном – короткий. У лиц с длинным мышечно-кожным нервом в семи случаях встречается средней длины грудоспинной нерв, а в трех – длинный.

При попарном сравнении длины грудоспинного и мышечно-кожного нервов установлено, что в 80% (36/45) случаев у исследуемых трупов длина нервов позволяет произвести успешную пересадку грудоспинного нерва в позицию мышечно-кожного. В 20% (9/45) случаев транспозиция грудоспинного нерва для невротизации поврежденного мышечно-кожного нерва не является возможной из-за нехватки длины первого и низкого уровня формирования второго.

При сравнении трупов по половому признаку, у мужчин не выявлены значимые корреляционные связи между длиной грудоспинного нерва и антро-

пометрическими данными. У женщин выявлена значимая обратная корреляционная связь между длиной грудоспинного нерва и шириной грудной клетки ($r = -0,6$, $p = 0,03$). При увеличении ширины грудной клетки длина грудоспинного нерва значительно уменьшается. Регрессионный анализ позволил выявить линейный характер (рис. 2) и уравнение взаимосвязи между длиной грудоспинного и шириной грудной клетки (длина грудоспинного нерва, см = $20,1536 - 0,2846 \times$ ширина грудной клетки, см).

Кроме этого, у женщин выявлена прямая корреляционная связь между длиной мышечно-кожного нерва и длиной грудоспинного нерва ($r = 0,52$, $p = 0,05$). Регрессионный анализ позволил выявить линейный характер и уравнение взаимосвязи между длиной мышечно-кожного и длиной грудоспинного нервов (длина мышечно-кожного нерва, см = $-1,6129 + 0,6496 \times$ длина грудоспинного нерва, см) (рис. 3). Данные уравнения позволяют определить у женщин длину нерва-донора и нерва-реципиента без инвазивных вмешательств.

Для оценки точности уравнения определения длины грудоспинного нерва при известном значении ширины грудной клетки проведен сравнительный анализ (таблица). Выявлено, что длина грудоспинного нерва, измеренная после анатомического препарирования, значительно не отличается от показателей, полученных с помощью уравнения регрессии ($p = 0,07$). Кроме этого, разброс значений по уравнению регрессии к фактической длине грудоспинного нерва составляет 1,5 см.

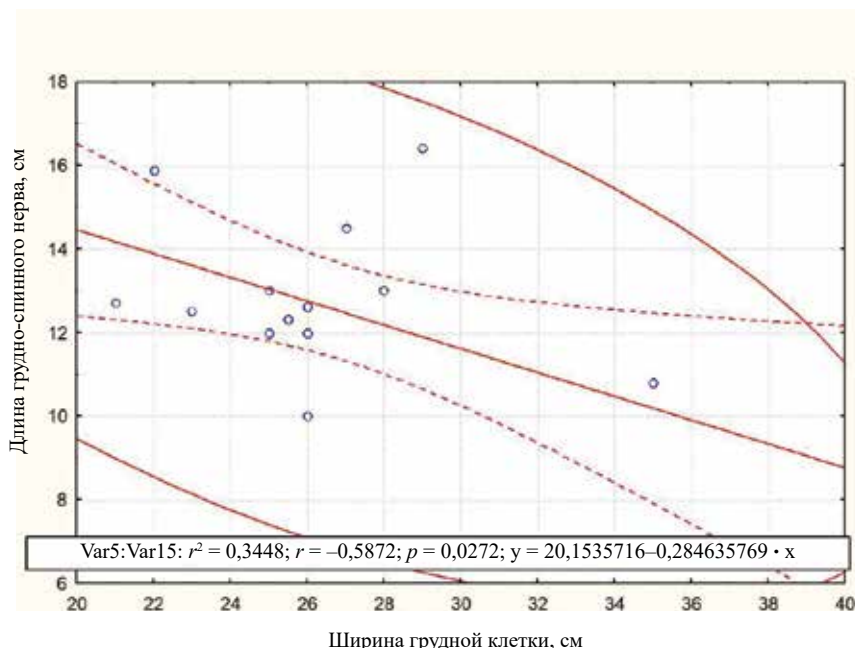


Рис. 2. Характер и уравнение взаимосвязи у женщин ширины грудной клетки и длины грудоспинного нерва

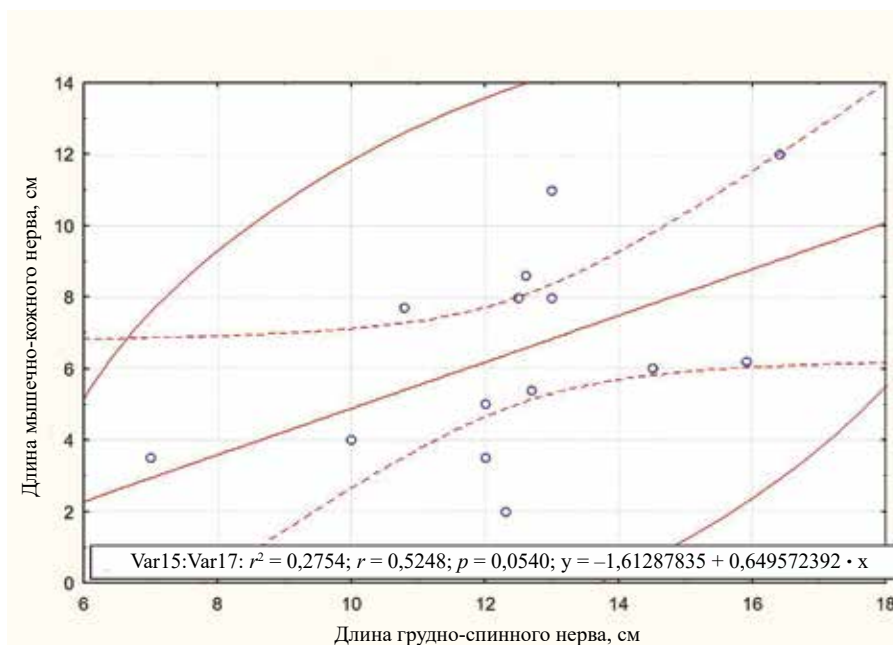


Рис. 3. Характер и уравнение взаимосвязи длины грудоспинального и мышечно-кожного нервов у женщин

Т а б л и ц а

Сравнение результатов экспериментального исследования длины грудоспинального нерва у женщин, см		
Показатель	После препарирования	По уравнению
Среднее значение	13,6	12,6
Стандартное отклонение	2,57	1,20
<i>p</i>	0,07	

ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что при повреждении ствола или пучка плечевого сплетения восстановить нервную регуляцию в месте его разрыва невозможно. Нарушается проведение нервного импульса от данных структур плечевого сплетения к формирующимся нервам. В связи с этим стали широко применяться операции по пересадке нервов-доноров к поврежденным нервам-реципиентам с целью восстановления функций конечности в полном объеме.

Данное исследование показало, что в 20% случаев не представляется возможным выполнить перенос грудоспинального нерва в позицию мышечно-кожного нерва из-за большого диастаза, поэтому в таких случаях необходимы другие источники невротизации. По данным ряда других авторов, подобные случаи встречаются нечасто и, несмотря на возможности современной диагностики, несоответствие длины нервов при транспозиции определяется в ходе операции, что сопровождается натяжением нервов с по-

следующими осложнениями, увеличением времени операции, а иногда бесполезным и травматичным вмешательством [12]. Стоит отметить, что в хирургической практике при сшивании нервов предельно допустимым считается натяжение, при котором отрезки нервов можно сопоставить при одновременном завязывании двух нитей 8/0, что соответствует диастазу до 2,0–2,5 см [16].

В ранее проведенных исследованиях были рассмотрены анатомические особенности грудоспинального нерва с позиции использования его в качестве дистального нервного перевода [17]. В большинстве случаев грудоспинальный нерв формируется из заднего вторичного пучка (C7, C8), что совпадает с нашими результатами – в 93% случаев отходит от заднего вторичного пучка, а в 7% случаев является ветвью подмышечного нерва. Поэтому его перемещение эффективно при повреждении нервов, формирующихся из спинальных нервов C5 и C6, которые, по статистике, чаще подвержены разрыву при травмах плечевого сплетения [11]. Располагается грудоспинальный нерв под латеральным краем широчайшей мышцы спины, поверхностно от сосудистой ножки. Это дает возможность выделить нерв на всем протяжении до входа в мышцу.

Собственные данные показали, что средняя длина грудоспинального нерва до входа в широчайшую мышцу спины составляет 13,0 см. По данным других исследований, это значение не превышает 12,3 см [7]. Следует отметить, что после пересечения дис-

тального конца грудоспинного нерва, широчайшая мышца спины не теряет своей функции, поскольку имеет дополнительный источник иннервации в виде подлопаточного нерва.

Согласно результатам исследования, выполнение транспозиции нерва-донора к нерву-реципиенту зависит от соответствия длины нервов. По данным М. Samardzić и соавт. [8], для выполнения транспозиции большое значение имеют протяженность нервов и соответствие их площади поперечного сечения, но решающее значение имеет соответствие длины нервов. В данном исследовании выявлено, что для определения истинных размеров грудоспинного и мышечно-кожного нервов необходимы размеры обхвата шеи и для достоверности у женщин – ширины грудной клетки.

Таким образом, анатомо-топографические особенности грудоспинного нерва делают его наиболее подходящим для транспозиции при повреждении периферических нервов верхней конечности, а возможность определения истинных размеров грудоспинного и мышечно-кожного нервов до операции позволит выбрать оптимальный способ пересадки для конкретного больного и значительно улучшить результаты лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного исследования сделаны следующие выводы.

1. Между длиной грудоспинного нерва и обхватом шеи у людей существует значимая прямая корреляционная связь ($r = 0,317$, $p = 0,033$).

2. В 20% случаев у людей размеры нервов не позволяют производить пересадку грудоспинного нерва в позицию мышечно-кожного.

3. У женщин между длиной грудоспинного нерва и шириной грудной клетки существует значимая обратная корреляционная связь ($r = -0,6$, $p = 0,03$). Выявлено уравнение взаимосвязи между шириной грудной клетки и длиной грудоспинного нерва (длина грудоспинного нерва, см = $20,1536 - 0,2846 \times$ ширина грудной клетки, см).

Длина грудоспинного нерва является определяющей детерминантой возможности его пересадки в позицию мышечно-кожного. В качестве внешнего биомаркера размеров нерва-донора и нерва-реципиента целесообразно использовать размеры обхвата шеи и для достоверности у женщин – ширину грудной клетки.

ЛИТЕРАТУРА

- Bergmeister K.D., Schönle P., Böcker A.H., Kronlage M., Godel T., Daeschler S. Improved diagnostics and therapeutic decision making in traumatic peripheral nerve lesions using MR-neurography. *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 2018; 50 (4): 232–240. DOI: 10.1055/s-0044-101833.
- Chuang D.C. Distal nerve transfer: perspective of reconstructive microsurgery. *J. Reconst. Microsurg.* 2018; 34 (9): 675–677. DOI: 10.1055/s-0038-1639369.
- Emamhadi M., Andalib S. The first experience of triple nerve transfer in proximal radial nerve palsy. *World. Neurosurg.* 2018; 109: 351–355. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.10.033.
- Faroni L., Siqueira M.G., Martins R.S., Oliveira G.P. The intercostobrachial nerve as a sensory donor for hand re-innervation in brachial plexus reconstruction is a feasible technique and may be useful for restoring sensation. *Arq. Neuropsiquiatr.* 2017; 75 (7): 439–445. DOI: 10.1590/0004-282X20170073.
- Kaiser R., Waldauf P., Haninec P. Types and severity of operated supraclavicular brachial plexus injuries caused by traffic accidents. *Acta Neurochirurgica (Wien)*. 2012; 154 (7): 1293–1297. DOI: 10.1007/s00701-012-1291-7.
- Malalasekera A., Beneragama T., Kanesu S., Sahathevan V., Jayasekara R. Extra and intramuscular distribution of the thoracodorsal nerve with regard to nerve reconstruction surgeries. *J. Reconst. Microsurg.* 2016; 32 (5): 358–360. DOI: 10.1055/s-0036-1579541.
- Potter S.M., Ferris S.I. Vascularized thoracodorsal to supracapular nerve transfer, a novel technique to restore shoulder function in partial brachial plexopathy. *Front. Surg.* 2016; 3 (17): 1–6. DOI: 10.3389/fsurg.2016.00017.
- Samardzić M., Rasulić L., Lakićević N., Bascarević V. Collateral branches of the brachial plexus as donors in nerve transfers. *Vojnosanit. Pregl.* 2012; 69 (7): 594–603.
- Schreiber J.J., Byun D.J., Khair M.M., Rosenblatt L., Lee S.K., Wolfe S.W. Optimal axon counts for brachial plexus nerve transfers to restore elbow flexion. *Plast. Reconstr. Surg.* 2015; 135 (1): 135–141. DOI: 10.1097/PRS.0000000000000795.
- Schusterman M.A., Jindal R., Unadkat J.V., Spiess A.M. Lateral branch of the thoracodorsal nerve (LaT Branch) transfer for biceps reinnervation. *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 2018; 6 (3): e1698. DOI: 10.1097/GOX.0000000000001698.
- Soldado F., Ghizoni M.F., Bertelli J. Thoracodorsal nerve transfer for triceps reinnervation in partial brachial plexus injuries. *Microsurgery.* 2016; 36 (3): 191–197. DOI: 10.1002/micr.22386.
- Soldado F., Ghizoni M.F., Bertelli J. Thoracodorsal nerve transfer for elbow flexion reconstruction in infraclavicular brachial. *J. Hand. Surg. Am.* 2014; 39 (9): 1766–1770. DOI: 10.1016/j.jhssa.2014.04.043.
- Stolz L.A., Acuna J.G., Gaskin K., Murphy A.M., Friedman L., Stears-Ellis S., Javedani P., Stolz U., Adhikari S. Echogenicity and ultrasound visibility of peripheral nerves of the upper extremity. *Med. Ultrason.* 2018; 20 (2): 199–204. DOI: 10.11152/mu-1240.
- Sulaiman O.A., Kim D.D., Burkett C., Kline D.G. Nerve transfer surgery for adult brachial plexus injury: a 10-year experience at Louisiana State University. *Neurosurgery.* 2009; 65 (4): 55–62. DOI: 10.1227/01.NEU.0000341165.83218.AC.

15. Русских А.Н., Шабоха А.Д., Горбунов Н.С., Шнякин П.Г., Медведев Ф.В. Вариантная анатомия порто-кавальной системы кардиального отдела желудка и брюшного отдела пищевода человека. *Сибирское медицинское обозрение*. 2018; 2: 85–90.
16. Millesi H. The nerve gap: theory and clinical practice. *Hand. Clin.* 1986; 2 (4): 651–664.
17. Lee K.S. Variation of the spinal nerve compositions of thoracodorsal nerve. *Clin. Anat.* 2007; 20 (6): 660–662. DOI: 10.1002/ca.20484.

Вклад авторов

Кобер К.В., Ростовцев С.И., Протасюк Е.Н. – разработка концепции и дизайна, анализ и интерпретация данных. Самотесов П.А. – проверка критически важного интеллектуального содержания. Горбунов Н.С. – окончательное утверждение для публикации рукописи.

Сведения об авторах

Горбунов Николай Станиславович, д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии, КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого; НИИ медицинских проблем Севера, г. Красноярск. ORCID 0000-0003-4809-4491.

Кобер Кристина Владимировна, ординатор, КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск. ORCID 0000-0001-5209-182X.

Протасюк Екатерина Николаевна, студентка, КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск. ORCID 0000-0002-1204-7821.

Ростовцев Сергей Иванович, д-р мед. наук, доцент, кафедра анестезиологии и реаниматологии, КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск. ORCID 0000-0002-1462-7379.

Самотесов Павел Афанасьевич, д-р мед. наук, профессор, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии, КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск. ORCID 0000-0002-1022-4070.

(✉) **Кобер Кристина Владимировна**, e-mail: k-kober@mail.ru

Поступила в редакцию 01.02.2020

Подписана в печать 29.09.2020