

На правах рукописи

КОБЕР КРИСТИНА ВЛАДИМИРОВНА

**ВАРИАНТНАЯ АНАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ И
ГРУДОСПИННОГО НЕРВА ЧЕЛОВЕКА**

3.3.1. Анатомия человека (медицинские науки)

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Красноярск – 2021

Работа выполнена на кафедре оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России

Научный руководитель: Горбунов Николай Станиславович, доктор медицинских наук, профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России

Официальные оппоненты:

Баландина Ирина Анатольевна - доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой нормальной, топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Затолокина Мария Алексеевна – доктор медицинских наук, профессор кафедры гистологии, эмбриологии и цитологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Защита диссертации состоится «28» сентября 2021 в ____ часов на заседании диссертационного совета 21.2.013.02 при ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, 660022, Российская Федерация, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1 (главный корпус).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Автореферат разослан « ____ » _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат медицинских наук, доцент

Кочетова Людмила Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Исследование вариантов ветвления и расположения нервных образований является крайне важным и актуальным направлением анатомии человека [Затолокина М. А., Кузнецов С.Л., 2016]. Анатомия плечевого сплетения и периферических нервов верхней конечности представляет в настоящее время большой научно-теоретический и практический интерес [Наумова Е. С. с соавт., 2017; Thatte M. R. et al., 2011; Ladak A. et al., 2013; Kirik A. et al., 2017; Guday E. et al., 2017, Golarz S. R., White J. M., 2020]. Теоретическая значимость связана с тем, что плечевое сплетение и его нервы обеспечивают иннервацию верхней конечности, которая играет важную роль в жизнедеятельности людей - их повседневной, профессиональной, творческой, спортивной и иной деятельности. В связи с этим, повреждения плечевого сплетения и его нервов относятся к тяжелым и приводят к длительной нетрудоспособности в самом активном возрасте [Калмин О. В., 1999, 2001; Богов А. А., Ханнанова И. Г., 2008; Schnick U. et al., 2018]. В тоже время, несмотря на современные методы диагностики [нейровизуализация, нейрофизиология], ввиду сложности анатомического строения плечевого сплетения не всегда можно определить клинически точную локализацию поражения [Новиков М. Л., 2012; Третьякова А. И. с соавт., 2020; Orebaugh S. L., Williams B. A., 2009]. Поэтому дальнейшее изучение этого отдела нервной системы имеет не только большое научное, клиническое, но и важное социальное и экономическое значения из-за распространенности, тяжести медицинских и социальных последствий [Золотова Ю. А., 2009; Uysal I. I. et al., 2003; Yang H. J. et al., 2009; Ding Y. et al., 2017].

Несмотря на то, что макро-микроскопические особенности плечевого сплетения и его периферических нервов изучены довольно подробно, полученные результаты неоднозначны и противоречивы. Поэтому развитие травматологии, нейрохирургии и микрохирургии требует новых детальных знаний их строения [Бехтерев А. В. с соавт., 2017; Судаков Д. В. с соавт., 2018;

Вирунен С. В. с соавт., 2018]. Особенно это важно для решения вопросов, касающихся выбора кожно-мышечного лоскута в пластической хирургии и при восстановлении анатомической целостности нервов в микрохирургии [Кариев Г. М. с соавт., 2016; Bertelli J. A., et al., 1995, 2003; Potter S. M., Ferris S. I., 2016; Yan L. et al., 2017; Schusterman M. A. et al., 2018].

Хирургам перед операцией необходимы точные сведения о вариантах строения, размерах и пространственном расположении элементов плечевого сплетения, так как без этих знаний трудно обеспечить выделение и эффективную пересадку лоскутов или транспозицию нервов-доноров [Щудло Н. А. с соавт., 2001, 2004; Шевелев И. Н., 2005; Бертелли Д. А., Жицони М. Ф., 2011; Байтингер В. Ф., Силкина К. А., 2014; Кчеусо А. В. и др., 2017].

Грудоспинной нерв широко используется в микрохирургических операциях, что связано с его анатомическими и функциональными особенностями [Исмагилов А. Х. с соавт., 2014; Журавлев С. А., Голубев И. О., 2015; Ельшина М. И., 2017; Perignon D. et al., 2011; Potter S. M., Ferris S. I., 2016]. Прежде всего, его локализация и относительно оптимальные размеры позволяют произвести его перенос в позицию других нервов плечевого и шейного сплетений, черепно-мозговых нервов [Kwon S. T. et al., 2011; Malalasekera A. et al., 2016]. Все это повышает актуальность поиска новых способов эффективного хирургического восстановления утраченной иннервации [Ништ А. Ю. с соавт., 2018].

Степень разработанности темы исследования. Несмотря на имеющиеся работы, недостаточно сведений по вариантной анатомии плечевого сплетения, грудоспинного нерва и особенно, внутривольному строению его нервных пучков на всем протяжении плечевого сплетения до спинного мозга. Мало изучены трехмерные особенности строения грудоспинного нерва [Takahashi N. et al., 2013], отсутствуют сведения о взаимосвязях его размеров с показателями тела человека. Следовательно, не разработаны методики прижизненного определения размеров грудоспинного нерва, как нерва-донора, что затрудняет выбор оптимальной тактики переноса его в позицию

поврежденного нерва.

В связи с вышеизложенным сформулирована цель и задачи настоящего исследования.

Цель исследования. Выявить варианты строения плечевого сплетения и его грудоспинного нерва у людей, разработать методику диагностики длины нервов.

Задачи исследования:

1. Изучить варианты строения плечевого сплетения, особенности формирования его спинномозговых нервов, стволов, разделений и пучков у трупов мужчин и женщин старших возрастов (36-100 лет).

2. Выявить варианты строения грудоспинного нерва и определить корреляционные взаимоотношения с размерами тела человека.

3. Изучить особенности внутривольного строения грудоспинного нерва и определить локализацию его пучков нервных волокон на всем протяжении плечевого сплетения до переднего и заднего корешков спинного мозга.

4. Определить анатомические возможности переноса грудоспинного нерва в позицию мышечно-кожного нерва.

5. Выявить значимые взаимосвязи показателей элементов плечевого сплетения с размерами тела человека и на основании уравнений линейной и квадратичной регрессии разработать методику диагностики разницы в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов.

Научная новизна исследования. Уточнены и выявлены новые варианты строения всех элементов плечевого сплетения: спинномозговых нервов, стволов, разделений и пучков. Дана точная локализация стволов относительно ключицы и грудины.

Определены варианты строения, размеры и источники формирования грудоспинного нерва на всем протяжении плечевого сплетения до спинного мозга. Дана точная относительно ключицы и соседних нервов локализация начала отхождения грудоспинного нерва от заднего пучка плечевого сплетения.

Впервые выявлено, что грудоспинной нерв является смешанным и состоит из чувствительных и двигательного пучков нервных волокон. Дана отличительная характеристика всех пучков по количеству, размерам, взаимоотношению и локализации на всем протяжении плечевого сплетения до переднего и заднего корешков спинного мозга.

Обоснован на основании анатомических особенностей перенос грудоспинного нерва в позицию мышечно-кожного. Для этого изучена относительно ключицы локализация места отхождения мышечно-кожного нерва, определены его размеры до вхождения в клювовидно-плечевую мышцу. Обоснована необходимая длина грудоспинного нерва без ветвей и с ветвями для оптимального переноса в позицию мышечно-кожного нерва. Впервые представлена количественная оценка с положительной и отрицательной разницей в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов.

Определены показатели эффективности и разработана точная методика выявления разницы в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов по размерам тела через уравнения линейной и квадратичной регрессии. Разработаны рекомендации по использованию грудоспинного нерва вместе с внемышечными и внутримышечными ветвями 1-го и 2-го порядков при недостатке длины в позицию мышечно-кожного нерва.

Теоретическая и практическая значимость работы. Работа является научно-прикладной, так как получены новые теоретические сведения о вариантной анатомии плечевого сплетения у людей. Это позволяет лучше понимать адаптацию людей к окружающей среде, профессиональной и спортивной деятельности.

Работа имеет и практическую значимость, так как сведения о вариантах строения могут улучшить топическую диагностику локализации повреждения любого элемента плечевого сплетения, выполнить безопасную регионарную блокаду, принять оптимальное решение по реконструктивному вмешательству.

Сведения о локализации стволов плечевого сплетения относительно ключицы и грудины позволяют точнее выполнять местные и проводниковые

блокады, оперативные вмешательства. Сведения о смешанном функциональном строении грудоспинного нерва могут использоваться в микрохирургии при раздельном сшивании чувствительных и двигательных пучков. Разработанная методика (по количеству, размерам, взаимоотношению и локализации) позволяет микрохирургам легко идентифицировать чувствительные и двигательный пучки в составе грудоспинного нерва и выполнить необходимый оперативный прием.

Разработанная методика определения разницы в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов может быть использована при выборе нерва-донора. Предложенные рекомендации по переносу грудоспинного нерва с вне- и внутримышечными ветвями в позицию мышечно-кожного расширяют арсенал микрохирургических операций.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Спинномозговые нервы, стволы, разделения и пучки плечевого сплетения, грудоспинной нерв отличаются разнообразием вариантов строения.
2. Грудоспинной нерв является смешанным нервом, состоящим из чувствительных и двигательных пучков нервных волокон.
3. Внутривольная топография чувствительных и двигательных пучков грудоспинного нерва изменяется на всем протяжении плечевого сплетения.
4. Применение методики, предусматривающей разделение людей на 5 групп по 20-перцентильному интервалу диаметра плеч, позволяет определить разницу в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность исследования основана на анализе данных анатомического послойного и внутривольного макро-микроскопического препарирования 121 препарата плечевого сплетения и грудоспинного нерва от 105 трупов людей, о чем свидетельствуют представленные на проверку протоколы первичной документации.

Основные материалы диссертации доложены на ежегодных Всероссийских студенческих научно-практических конференциях с

международным участием (Красноярск, 2017, 2018, 2019), на LXXII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых "Актуальные проблемы современной медицины и фармации" (г. Минск, 2018), на Сибирском форуме по хирургии (Красноярск, 2019).

Уровень внедрения. Результаты исследования внедрены в клиническую практику хирургического отделения № 3 частного учреждения здравоохранения «Клиническая больница «РЖД-Медицина» г. Красноярск», отделения стоматологии и челюстно-лицевой хирургии НИИ медицинских проблем Севера СО РАН, а также в работу группы морфологии НИИ медицинских проблем Севера СО РАН г. Красноярск.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 научных статей, из них 3 – в журнале базы данных Scopus и Web of Science, 4 – в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы результаты на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, утвержденный ВАК РФ. По материалам исследования издана 1 монография.

Личный вклад автора. Диссертация является самостоятельным научным трудом соискателя кафедры анатомии человека, топографической анатомии и оперативной хирургии ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России. Автор самостоятельно разработал план исследования, выполнил патентно-информационный поиск и анализ отечественных и зарубежных источников литературы по утвержденной теме. Набор материала, включающий антропометрическое обследование, анатомическое и макро-микроскопическое внутривольное препарирование 121 препарата плечевого сплетения у 105 трупов людей, а также формирование базы данных, статистическая обработка, анализ и интерпретация результатов, написание диссертации, автореферата и статей выполнены автором лично.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, главы об объектах и методах исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка

литературы. Работа изложена на 139 страницах (основного текста 81 страниц) и включает 37 рисунков и 12 таблиц. Список литературы состоит из 253 источников (из них 105 отечественных и 148 зарубежных авторов).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. Изучение анатомических особенностей плечевого сплетения и грудоспинного нерва проведено на 105 трупах мужчин и женщин старших возрастов (36-100 лет). Все обследованные проживали на территории Красноярского края, по национальной принадлежности в большинстве случаев (96,2%) имели русскую национальность. Обследование трупов людей проводилось в соответствии с требованиями локального этического комитета КрасГМУ и на основании положительного решения его экспертной группы № 91 от 11.09.2019 г. В выборку обследуемых людей не включались трупы с тяжелой полиорганной патологией, травмами и деформациями опорно-двигательной системы.

Программа антропометрического исследования включала измерение следующих параметров (в см): длина тела, туловища, ключицы и верхней конечности, диаметр шеи, плеч и таза, поперечный и переднезадний диаметр грудной клетки, обхват шеи, грудной клетки, плеча и предплечья, расстояние от середины ключицы до мочки уха. Дополнительно вычислялись параметры: индекс В.Н. Шевкуненко, индекс верхней конечности, разность обхвата шеи и поперечного диаметра грудной клетки, разность длины туловища и ключицы, разность длины верхней конечности и диаметра шеи, разность длины верхней конечности и диаметра грудной клетки.

Послойное анатомическое препарирование позволило выделить все элементы плечевого сплетения вместе со спинным мозгом. Особое внимание уделяется грудоспинному нерву на всем протяжении от широчайшей мышцы спины до корешков спинного мозга. Также выделяется мышечно-кожный нерв на всем протяжении от латерального пучка до места проникновения в клювовидно-плечевую мышцу. После препарирования определяются их размеры и особенности локализации относительно ключицы, источники

формирования. В широчайшей мышце спины препарируются внутримышечные ветви грудоспинного нерва 1-го и 2-го порядков и определяются их размеры. На основании длины двух нервов определяются показатели: разница в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов (в см) и разница в длине грудоспинного нерва с внемышечными ветвями и мышечно-кожного нерва (в см). Всего исследование проведено на 121 препарате плечевого сплетения у 105 трупов людей (у 16 трупов препарирование плечевых сплетений проводилось с двух сторон).

В дальнейшем производится внутривольное препарирование грудоспинного нерва. С помощью стереоскопической лупы МБС-10 и бинокулярной лупы Zeiss определяется количество и локализация в нерве пучков. Пучки грудоспинного нерва препарируются на всем протяжении плечевого сплетения до корешков спинного мозга и определяется их функциональная принадлежность: проходят в передние корешки – двигательные, в задние – чувствительные. После идентификации пучков производится определение их локализации на всем протяжении - нерв→задний пучок→заднее разделение→ствол→спинномозговой нерв→корешок спинного мозга. Всего внутривольное препарирование проведено на 121 препарате плечевого сплетения у 105 трупов людей.

На основании протоколов исследования сформирована база данных в MS Office Excel 2010. Дальнейшая обработка проведена в программе Statistica 12,0 и начиналась с проверки показателей на нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. В связи с тем, что большинство показателей базы данных не подчиняется нормальному распределению дальнейшая обработка проведена с использованием непараметрических методик.

У каждого показателя выборки определена медиана (Me) и межквартильные интервалы [Q1; Q3], а значимость межгрупповых различий - по U-тесту Манна-Уитни. Нижней границей значимости принят уровень 0,05. Связь между показателями, характер и уравнение сопряженности

исследованы при помощи корреляционного и регрессионного анализов. Оценивалась парная корреляционная связь между параметрами по значению коэффициента корреляции Спирмена (r_s). При значении коэффициента корреляции $r_s \geq 0,9$ связь между показателями расценивалась, как функциональная, $r_s \geq 0,7$ - сильная, $0,5 \leq r_s < 0,7$ - средней силы, $0,3 \leq r_s < 0,5$ - слабая и $r_s < 0,3$ - связь отсутствует.

Результаты исследования. Проведенное исследование выявило, что плечевое сплетение у людей состоит из передних ветвей шейных и грудных спинномозговых нервов, стволов, разделений, пучков, коротких и длинных периферических нервов, которые имеют разные варианты строения на всем протяжении (рисунок 1). В 89,2% случаев плечевое сплетение формируется из четырех нижних шейных и одного верхнего грудного спинномозговых нервов (C5, 6, 7, 8, Th1), в 8,3% принимает участие четвертый шейный (C4, 5, 6, 7, 8, Th1) и в 2,5% - второй грудной (C5, 6, 7, 8, Th1, 2) нервы.

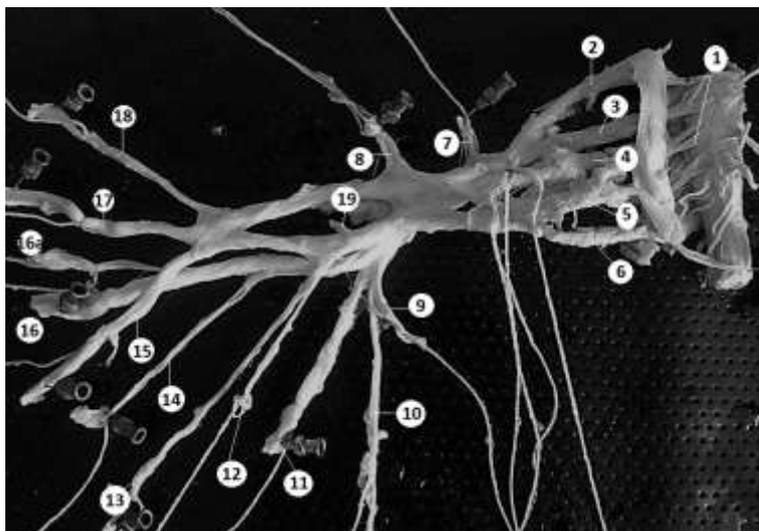


Рисунок 1 - Макропрепарат правого плечевого сплетения: 1 – спинной мозг; 2 – спинномозговой нерв C5; 3 – C6; 4 – C7; 5 – C8; 6 – Th1; 7 – надлопаточный нерв; 8 – латеральный грудной нерв; 9 – верхний подлопаточный нерв; 10 – грудоспинной нерв; 11 – подмышечный нерв; 12 – медиальный кожный нерв плеча; 13 – медиальный кожный нерв предплечья; 14 – нижний подлопаточный нерв; 15 – локтевой нерв; 16 – лучевой нерв; 17 – срединный нерв; 18 – мышечно-кожный нерв; 19 – медиальный грудной нерв

В формировании стволов сплетения выявляется 7 вариантов. В 84,3% случаев верхний ствол формируется спинномозговыми нервами C5, 6, средний - C7, нижний - C8, Th1; в 7,4% верхний - C4, 5, 6, средний - C7, нижний - C8, Th1; в 2,5%: верхний - C5, 6, средний - C7, нижний - C8, Th1, 2; в 2,5% верхний - C5, 6, 7, нижний - C8, Th1; в 1,7% верхний - C5, 6, нижний - C7, 8, Th1; в 0,8% верхний - C4, 5, средний - C6, 7 и нижний - C8, Th1; в 0,8% верхний - C5, средний - C6, 7 и нижний - C8, Th1.

В дистальном направлении стволы раздваиваются, и формирование разделений в 57,0% случаев начинается за ключицей (на протяжении 1,8 [1,6; 2,0] см), а заканчивается ниже (4,3 [3,5; 5,0] см). В 24,8% случаев формирование разделений начинается выше ключицы (0,8 [0,5; 1,0] см), продолжается за ключицей (1,8 [1,5; 2,1] см) и заканчивается ниже (3,1 [2,4; 4,2] см), в 18,2% случаев формирование начинается и заканчивается ниже ключицы на протяжении 4,0 [3,0; 5,0] см. Латеральный пучок сплетения в 86,0% случаев формируется тремя спинномозговыми нервами C5, 6, 7, в 7,4% - C4, 5, 6, 7, в 5,8% - C5, 6, 7, 8 и в 0,8% - C4, 5, 6. Медиальный пучок в 91,7% случаев формируется двумя спинномозговыми нервами C8, Th1, в 5,8% - C7, 8, Th1, в 2,5% - C8, Th1, Th2. Задний пучок в 83,4% случаев формируется тремя спинномозговыми нервами C6, 7, 8, в 9,9% - C6, 7, в 3,3% - C5, 6, 7, в 1,7% - C5, 6, 7, 8 и в 1,7% - C7, 8. Если рассматривать формирование не отдельных пучков, а всех вместе, то выявляется 16 разных вариантов.

На всем протяжении от плечевого сплетения отходят периферические нервы и от заднего пучка - грудоспинной нерв, в формировании которого выявлено 5 вариантов: в 43,0% случаев спинномозговым нервом C7, в 38,8% - C7, C8, в 7,4% - C8, в 5,8% - C6, C7 и в 5,0% - C6, C7, C8. Грудоспинной нерв в 94,2% отходит от заднего пучка плечевого сплетения, на расстоянии 5,0 [4,5; 6,0] см от ключицы, под углом 130 [120; 135] градусов вниз на передне-латеральную поверхность широчайшей мышцы спины. В 5,8% грудоспинной нерв отходит от подмышечного нерва, на расстоянии 6,0 [5,5; 6,3] см от ключицы и под углом 115 [110; 133] градусов. В 82,6% случаев грудоспинной

нерв отходит между верхним и нижним подлопаточным нервами, в 9,1% - между нижним подлопаточным и подмышечным (рисунок 2), в 5,0% - после подмышечного, в 1,7% - между верхним подлопаточным и подмышечным, в 0,8% - до верхнего подлопаточного и в 0,8% - после единственного подлопаточного.

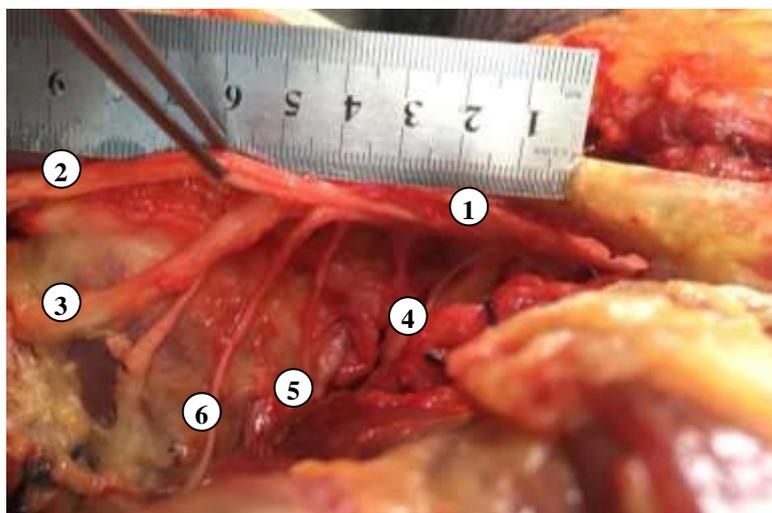


Рисунок 2 - Формирование периферических нервов из заднего пучка плечевого сплетения: 1 – задний пучок; 2 – лучевой нерв; 3 – подмышечный нерв; 4 – верхний подлопаточный нерв; 5 - нижний подлопаточный нерв; 6 - грудоспинной нерв

Общая длина грудоспинного нерва (18,7 [16,3; 21] см) состоит из внутримышечной (75,4%) и внутримышечной (24,6%) частей. Длина внутримышечной части грудоспинного нерва составляет 14,1 [11,5; 15,5] см и складывается из длины ствола грудоспинного нерва (9,5 [8,0; 11,0] см) и наиболее длинной его ветви (4,6 [3,5; 5,2] см), а толщина в проксимальном отделе - 1,7 [1,7; 2,0] мм и в дистальном - 2,2 [1,8; 2,5] мм.

В 62,0% случаев грудоспинной нерв разделяется на 2 ветви (центральная и латеральная), в 27,3% - не разделяется на ветви, в 8,2% - распадается на 3 ветви (латеральная, центральная и медиальная), в 2,5% - на 4 ветви (латеральная, латеральная промежуточная, медиальная промежуточная и медиальная). Внутримышечная часть грудоспинного нерва представлена 2-7 ветвями 1-го и 2-9 ветвями 2-го порядков, которые имеют общую толщину 4,0 [3,5; 4,7] мм, длину - 4,6 [3,2; 6,5] см и отходят под углом 40 [30; 50] градусов

(рисунок 3).

Макро-микроскопическое внутривольное препарирование выявило, что грудоспинной нерв является смешанным нервом и в 76,0% случаев состоит из толстого (до 0,8 мм) двигательного и тонкого (до 0,5 мм) чувствительного пучков нервных волокон, в 21,5% - толстого двигательного и двух тонких чувствительных, в 1,7% - одного смешанного и в 0,8% - толстого двигательного и трех тонких чувствительных. Следовательно, внутривольное препарирование в 98,3% случаев позволяет идентифицировать чувствительные и двигательные пучки по их количеству и толщине.

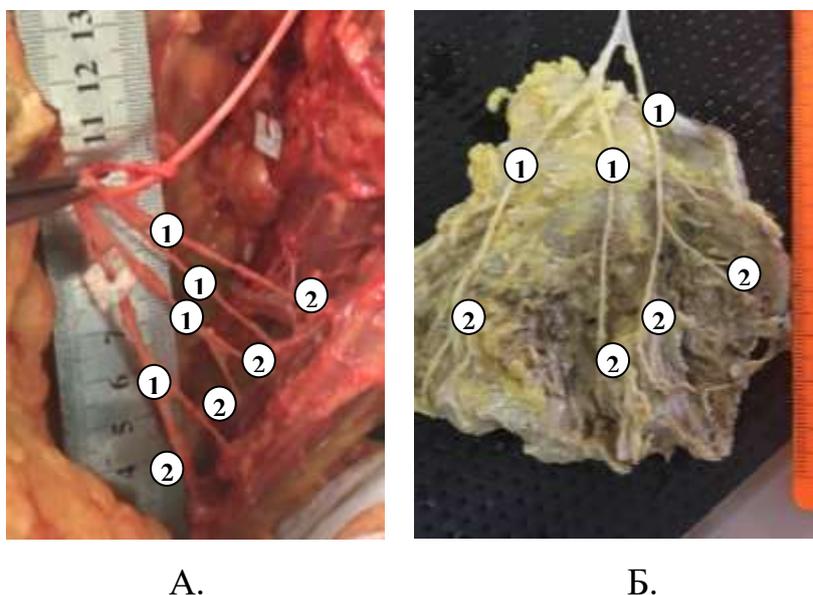


Рисунок 3 - Вне- и внутримышечные ветви грудоспинного нерва трупа мужчины, 84 лет (А) и грудоспинного нерва трупа женщины, 96 лет (Б): 1 - внешние и 2 - внутримышечные ветви

Формирование двигательного и чувствительных пучков грудоспинного нерва в 43,0% случаев происходит из спинномозгового нерва С7, в 38,8% - двигательный из С7, чувствительные из С7 и С8, в 7,4% - чувствительный и двигательный пучки из С8, в 5,8% - двигательный из С7, чувствительные из С6 и С7, в 5,0% - двигательный из С7, чувствительные из С6, С7, С8.

Внутривольное препарирование грудоспинного нерва позволило выявить микротопографию чувствительных и двигательного пучков на всем протяжении до спинного мозга. В грудоспинном нерве двигательный пучок

90,9% случаев располагается в задне-латеральной, чувствительные - в передне-медиальной частях, в 7,4% - двигательный в задне-медиальной, а чувствительные - в передне-латеральной, а в 1,7% определить локализацию пучков не удалось.

В заднем пучке чувствительные и двигательный пучки грудоспинного нерва в 89,2% случаев локализуются в задне-нижней части, в 5,8% - передне-нижней, а в 5,0% - средне-задней. Взаимоотношение чувствительных и двигательного пучков в заднем пучке плечевого сплетения является стабильным - в 98,3% двигательный пучок располагается ниже, а чувствительные - выше. В 1,7% случаях определить взаиморасположение не удалось.

В стволах плечевого сплетения чувствительные и двигательные пучки грудоспинного нерва в 43,0% случаев располагаются в задне-нижней части среднего ствола, в 38,8% - задне-нижней части среднего и задне-верхней части нижнего ствол, в 7,4% - задне-верхней части нижнего, в 5,8% - задне-нижней части верхнего и среднего ствол, в 5,0% - задне-нижней части верхнего и среднего ствол и задне-верхней части нижнего ствола. Взаимоотношение двигательного и чувствительных пучков в стволах вариабельно: в 55,3% случаев двигательный пучок располагается ниже, а чувствительные - выше; в 38,0% - наоборот, двигательный выше, а чувствительные ниже, в 5,0% - двигательный пучок по середине, а чувствительные выше и ниже; в 1,7% - не удалось выявить.

В спинномозговых нервах С6, С7, и С8 в 98,3% (119 сплетений) двигательный пучок локализуется в задне-верхней части, а чувствительные - в задне-нижней. В редких случаях (1,7% - 2 сплетения), когда грудоспинной нерв состоит из одного смешанного пучка, то его локализация в спинномозговом нерве центрально-внутренняя.

В переднем корешке двигательный пучок, а в заднем корешке чувствительные пучки грудоспинного нерва плотно переплетаются и далее определить их локализацию не представляется возможным (рисунок 4).

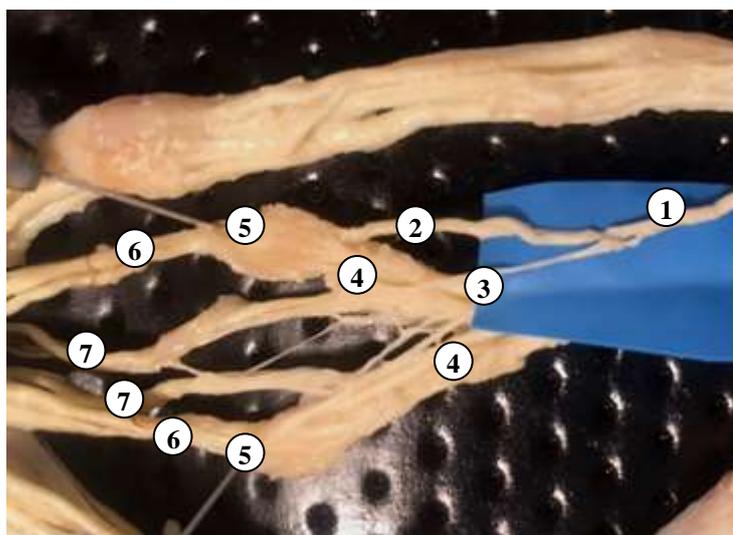


Рисунок 4 - Макропрепарат чувствительных и двигательного пучков грудоспинного нерва, их микротопография в составе спинномозгового нерва С7 (рассечен продольно на две половины), переднего и заднего корешков (рассечены продольно на две половины) спинного мозга (вид сзади): 1 - грудоспинной нерв; 2, 3 - чувствительные и двигательный пучки в заднем и переднем корешках спинного мозга; 4 – спинномозговой нерв С7; 5 – спинномозговой узел; 6, 7 – задний и передний корешки спинного мозга

Следовательно, при внутривольном препарировании возможна идентификация чувствительных и двигательных пучков грудоспинного нерва на всем протяжении плечевого сплетения.

В настоящее время в микрохирургии при повреждении периферических нервов актуальной является стратегия невротизации, которая заключается в раннем сшивании как можно ближе к парализованной мышце нервов одинакового диаметра [Schreiber J. J. et al., 2015; Gillis J. A., Moran S. L., 2020]. В этой связи актуальным является прижизненная предоперационная диагностика длины нерва-донора и нерва-реципиента. Для успешного переноса грудоспинного нерва в позицию мышечно-кожного нерва в месте вхождения в клювовидно-плечевую мышцу необходимым условием является достаточность длины первого.

Мышечно-кожный нерв в 96,7% случаев формируется из латерального пучка плечевого сплетения, в 3,3% случаев он отсутствует, а иннервация

передней группы мышц плеча осуществляется ветвями срединного нерва. Длина мышечно-кожного нерва от места формирования до вхождения в клювовидно-плечевую мышцу составляет 6 [4,5; 7,8] см.

В 93,4% случаев расстояние от ключицы до места отхождения мышечно-кожного нерва больше, чем расстояние от ключицы до места отхождения грудоспинного нерва. Разница в длине колеблется от 0 до 13,5 см, а медиана составляет 2,9 [1,5; 4,0] см. Следовательно, для переноса грудоспинного нерва в позицию мышечно-кожного нерва необходимо, чтобы длина первого соответствовала: - длине второго (от места отхождения от латерального пучка плечевого сплетения до места вхождения в клювовидно-плечевую мышцу; - и дополнительному расстоянию от места отхождения первого до места отхождения второго нерва (рисунок 5). Длина мышечно-кожного нерва составляет 6,0 [4,5; 7,8] см, а грудоспинного нерва значимо больше - 9,5 [8,3; 11,0] см. Если учесть, что на дополнительную длину (гипотенуза) приходится 3,3 [1,9; 4,3] см, то длины грудоспинного нерва (9,5 [8,3; 11,0] см) хватает для переноса в позицию мышечно-кожного нерва (6,0 [4,5; 7,8] см + 3,3 [1,9; 4,3] см).

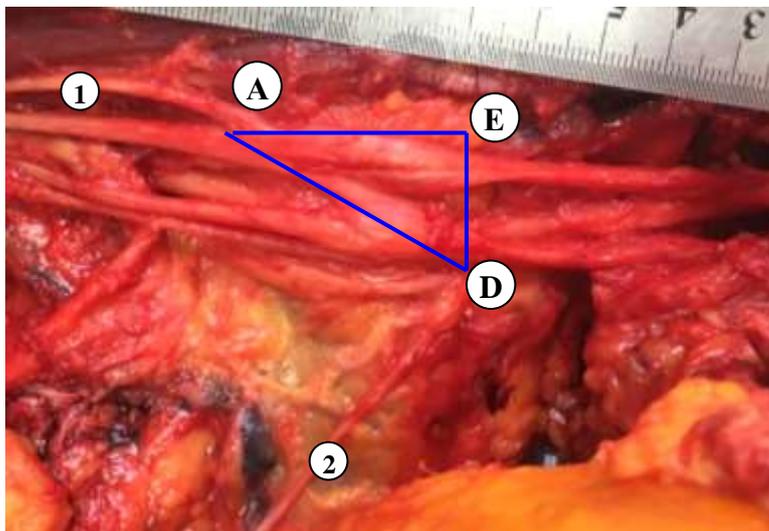


Рисунок 5 - Расчет дополнительной длины грудоспинного нерва при переносе в позицию мышечно-кожного нерва: А - место отхождения мышечно-кожного нерва от латерального пучка; Е - верхняя точка латерального пучка плечевого сплетения; D - место отхождения грудоспинного нерва от заднего пучка. 1 -

мышечно-кожный и 2 - грудоспинной нервы

Однако, в отличие от средних значений, при попарном сравнении выявлено, что только в 58,7% случаев длины грудоспинного нерва хватает для переноса в позицию мышечно-кожного нерва, а в 41,3% случаев - не хватает. В 17,4% случаев недостаток длины грудоспинного нерва составляет меньше -2 см, что уже категорически не позволяет произвести его перенос в позицию мышечно-кожного нерва, даже с натяжением. При недостатке длины грудоспинного нерва осуществляют его более низкое пересечение с внемышечными ветвями (или ветвью). Длина грудоспинного нерва с внемышечными ветвями колеблется от 5,5 до 18,9 см, а медиана составляет 12,5 [11,5; 14,3] см, что больше длины нерва без ветвей. При попарном сравнении выявлено, что и в 13,2% случаев длины грудоспинного нерва с внемышечными ветвями все равно не хватает для переноса в позицию мышечно-кожного нерва, а в 5% случаев разница в длине составляет меньше -2 см.

Таким образом, в связи с несоответствием длины нервов в 13,2-41,3% случаев существуют трудности с переносом грудоспинного нерва в позицию мышечно-кожного, а в 5,0-17,4% - является невозможной. Решение проблемы у этой категории людей диктует разработку новых оперативных приемов с использованием внутримышечных ветвей грудоспинного нерва или использование в качестве донора другого нерва. В любом случае целесообразно хирургу иметь сведения о длине нерва-донора и длине нерва-реципиента больного и, особенно, о разнице в длине двух нервов без ветвей и с внемышечными ветвями.

Для решения данной проблемы разработана методика, основанная на сопряженности размеров тела человека с разницей в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов. С этой целью предварительно все обследуемые трупы людей (n=105) разделены на 5 групп на основании 20-ти процентильного интервала по диаметру плеч: первая группа людей – значения показателя тела находятся в области 1-20 процентиля (28-31,9 см), вторая группа – 21-40 (32-33 см), третья – 41-60 (33,1-35 см), четвертая группа – 61-80 (35,1-37,5 см) и пятая

– 81-100 (37,6-43 см). В каждой группе у людей выявлены значимые средние и сильные корреляционные связи между размерами тела и разницей в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов, а по уравнениям линейной и квадратичной регрессии проводить диагностику.

Так, в первой группе людей выявлены прямые средней силы и значимые связи с разностью длины туловища и ключицы ($r=0,5$; $p=0,049$) и разностью длины верхней конечности и диаметра шеи ($r=0,6$; $p=0,01$). Следовательно, по разности длины туловища и ключицы (x), разности длины верхней конечности и диаметра шеи (y) можно определить разницу в длине двух нервов по формуле – разница в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов, в см = $-317,79+2,90*x+8,01*y-0,01*x*x-0,03*x*y-0,05*y*y$. У разницы в длине грудоспинного нерва с внемышечными ветвями и мышечно-кожного нерва обратные средней силы и значимые связи с переднезадним диаметром грудной клетки ($r=-0,5$; $p=0,049$) и индексом верхней конечности ($r=-0,5$; $p=0,04$). Следовательно, по переднезаднему диаметру грудной клетки (x), индексу верхней конечности (y) можно определить разницу в длине двух нервов с ветвями по формуле – разница в длине грудоспинного нерва с внемышечными ветвями и мышечно-кожного нерва, в см = $-182,46+23,54*x-4,68*y-0,71*x*x-0,27*x*y-0,02*y*y$.

У людей второй группы выявлены прямые средней силы и значимые связи с ростом ($r=0,5$; $p=0,02$) и разностью длины верхней конечности и диаметра грудной клетки ($r=0,5$; $p=0,01$). Следовательно, по росту (x), разности длины верхней конечности и диаметра грудной клетки (y) можно определить разницу в длине двух нервов по формуле – разница в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов, в см = $-75,83+1,99*x-3,94*y-0,01*x*x+0,05*x*y-0,04*y*y$. У разницы в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов прямая средней силы и значимая связь с разницей в длине грудоспинного нерва с внемышечными ветвями и мышечно-кожного нерва ($r=0,6$; $p=0,003$). По известной разнице в длине двух нервов возможно определение разницы в длине нервов с ветвями по формуле – разница в длине грудоспинного нерва с

внемышечными ветвями и мышечно-кожного нерва, в см = $4,19+0,52 \times$ разница в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов, в см.

В третьей группе людей выявлена прямая сильная и значимая корреляционная связь с расстоянием от середины ключицы до мочки уха ($r=0,8$; $p=0,00005$). По расстоянию от середины ключицы до мочки уха возможно определение разницы в длине двух нервов по формуле – разница в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов, в см = $-13,30+1,13 \times$ расстояние от ключицы до мочки уха, в см. У разницы в длине грудоспинного нерва с внемышечными ветвями и мышечно-кожного нерва прямые средней силы и значимые связи с обхватом предплечья ($r=0,5$; $p=0,02$) и шеи ($r=0,5$; $p=0,04$). По обхвату предплечья (x) и шеи (y) можно определить разницу в длине двух нервов с ветвями по формуле – разница в длине грудоспинного нерва с ветвями и мышечно-кожного нерва, в см = $5,3913+4,8518 \times x-3,5623 \times y-0,1142 \times x \times x+0,0135 \times x \times y+0,0504 \times y \times y$.

В четвертой группе людей выявлена прямая сильная и значимая связь с обхватом шеи ($r=0,7$; $p=0,0007$). У людей возможно по известному обхвату шеи определить разницу в длине нервов по формуле – разница в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов, в см = $-22,76+0,68 \times$ обхват шеи, в см. У разницы в длине грудоспинного нерва с внемышечными ветвями и мышечно-кожного нерва прямая сильная и значимая связь с обхватом плеча ($r=0,7$; $p=0,0002$). По известному обхвату плеча возможно определение разницы в длине двух нервов по формуле – разница в длине грудоспинного нерва с внемышечными ветвями и мышечно-кожного нерва, в см = $-16,52+0,88 \times$ окружность плеча, в см.

В пятой группе людей выявлена обратная средней силы и значимая связь с длиной ключицы ($r=-0,6$; $p=0,009$). По известной длине ключицы возможно определение разницы в длине двух нервов по формуле – разница в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов, в см = $34,54-1,95 \times$ длина ключицы, в см. У разницы в длине грудоспинного нерва с внемышечными ветвями и мышечно-кожного нерва прямая сильная и значимая связь с расстоянием от

середины ключицы до мочки уха ($r=0,7$; $p=0,0005$). По известному расстоянию от середины ключицы до мочки уха возможно определение разницы в длине нервов по формуле – разница в длине грудоспинного нерва с внемышечными ветвями и мышечно-кожного нерва, в см = $-7,83+0,85 \times$ расстояние от ключицы до мочки уха, в см.

При сравнении результатов, полученных при измерении на трупе с результатами, полученными по формулам установлено, что предложенная методика позволяет определить разницу в длине двух нервов. Так совпадение по отрицательному знаку составляет 22-106%, положительному – 101-110%, значению меньше -2 см – 50-76%, больше +2 см – 84-107%, попарное совпадение значений меньше – 2 см – 50-52%, больше +2 см – 57-94%. Таким образом, методика позволяет проводить точную диагностику разницы в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов и принять решение при выборе оптимальной тактики переноса первого нерва в позицию второго.

ВЫВОДЫ

1. Плечевое сплетение в 89,2% случаев формируется из четырех нижних шейных и одного верхнего грудного спинномозговых нервов, в 8,3% принимает участие четвертый шейный и в 2,5% второй грудной. Верхний ствол в 84,3% случаев формируется из спинномозговых нервов C5, 6, средний C7, нижний C8, Th1; в 10,8% - к верхнему стволу добавляется C4, или к нижнему Th2; в 4,2% - отсутствует средний ствол, а C7 формирует верхний или нижний стволы, или верхний ствол формируется из C5 или C4, 5.
2. Формирование разделений плечевого сплетения в 57,0% случаев начинается за ключицей и заканчивается ниже, в 24,8% - выше ключицы, позади и ниже, в 18,2% - только ниже. Латеральный пучок в 86,0% случаев формируется спинномозговыми нервами C5, 6, 7; в 14,0% - добавляется C4 или C8; медиальный пучок в 91,7% формируется нервами C8, Th1, в 8,3% - добавляется C7 или Th2; задний в 83,4% формируется нервами C6, 7, 8, в 9,9% C6, 7, в 3,3% C5, 6, 7, в 1,7% C5, 6, 7, 8 и в 1,7% C7, 8.
3. Грудоспинной нерв является смешанным, состоит из 1-3 чувствительных

и 1 двигательного пучков нервных волокон. Формирование двигательного и чувствительных пучков грудоспинного нерва в 43,0% случаев происходит из спинномозгового нерва С7, в 38,8% - двигательный из С7, чувствительные из С7 и С8, в 7,4% - из С8, в 5,8% двигательный из С7, чувствительные из С6 и С7, в 5,0% - двигательный из С7, чувствительные из С6, С7, С8.

4. В грудоспинном нерве в 90,9% случаев двигательный пучок располагается в заднелатеральной, а чувствительные в переднемедиальной частях, в 7,4% - двигательный в заднемедиальной, а чувствительные в переднелатеральной. В заднем пучке двигательный и чувствительные пучки грудоспинного нерва в 89,2% случаев локализуются в задненижней части, в 5,8% передненижней, а в 5,0% средне-задней. В стволах пучки грудоспинного нерва в 81,8% случаев располагаются в задне-нижней части среднего ствола и задне-верхней части нижнего, в 7,4% задне-верхней части нижнего ствола, в 5,8% задненижней части верхнего и среднего стволов, в 5,0% задне-нижней части верхнего и среднего стволов и задне-верхней части нижнего ствола.

5. Для успешного переноса грудоспинного нерва (длина - 9,5 [8,3; 11,0] см, с внемышечными ветвями (12,5 [11,5; 14,3] см) в позицию мышечнокожного нерва (6,0 [4,5; 7,8] см) необходимо учитывать расстояние от места отхождения первого до места отхождения второго (3,3 [1,9; 4,3] см). Длина грудоспинного нерва меньше объединенной длины мышечно-кожного нерва в 41,3% случаев (в 17,4% разница меньше -2 см), а меньшая длина грудоспинного нерва с внемышечными ветвями встречается в 13,2% (5%).

6. Распределение людей на 5 групп на основании 20-ти процентильного интервала по диаметру плеч, использование линейных и квадратичных уравнений регрессии через известные параметры тела позволяют определить разницу в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов с результатами: совпадение по отрицательному знаку - 22-106%, положительному - 101-110%, значению меньше -2 см - 50-76%, больше +2 см - 84-107%, попарное совпадение значений меньше - 2 см - 50-52%, больше +2 см - 57-94%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Варианты строения элементов плечевого сплетения у людей необходимо учитывать при диагностике локализации различных повреждений, при планировании блокад, пластических и реконструктивных операций.
2. Разработанный алгоритм внутривольной идентификации чувствительных и двигательного пучков грудоспинного нерва, основанный на определении их количества, толщины, взаимоотношения и микро топографии, может быть использован в реконструктивной хирургии.
3. При блокаде стволов плечевого сплетения необходимо учитывать их локализацию относительно ключицы.
4. Грудоспинной нерв является смешанным и при переносе его в позицию другого нерва целесообразно сшивать чувствительные пучки с чувствительными, а двигательный с двигательным.
5. Разработанная методика определения разницы в длине грудоспинного и мышечно-кожного нервов, которая предусматривает распределение людей на 5 групп по 20-ти процентильному интервалу диаметра плеч, измерение 11 показателей тела и вычисление через линейные и квадратичные уравнения разницы в длине двух нервов, может быть использована в предоперационном периоде при выборе нерва-донора.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Оперативный доступ к плечевому сплетению / К. В. Кобер // Фестиваль молодежной науки: сборник материалов 81-й итоговой студенческой научно-практической конференции с международным участием, посвященный 140-летию со дня рождения профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого. – Красноярск: ВЕРСО, 2017. - С. 387-392.
2. Анатомическое обоснование транспозиции грудоспинного нерва при повреждении нервов плечевого сплетения / К. В. Кобер // Фестиваль молодежной науки: сборник материалов 82-й итоговой студенческой научно-практической конференции с международным участием, посвященный 110-летию со дня рождения профессора П.Г. Подзолкова. - Красноярск, ВЕРСО,

2018. - С. 65-66.

3. Макроанатомическое и внутривольное строение грудно-спинного нерва / К. В. Кобер, Н. С. Горбунов, Л. В. Синдеева [и др.] // Современные проблемы науки и образования. - 2019. - № 3. - С. 1-9.

4. К вопросу о строении плечевого сплетения: современные взгляды в хирургии / Н. С. Горбунов, С. И. Ростовцев, К. В. Кобер [и др.] // Сибирское медицинское обозрение. - 2020. - № 2. - С. 13-19.

5. Особенности внутривольного строения грудоспинного нерва в аспекте восстановления афферентной иннервации при реконструкции груди / Н. С. Горбунов, К. В. Кобер, Э. В. Каспаров [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2020. – № 101 (4). – С. 519-523.

6. Анатомические аспекты использования грудоспинного нерва в качестве донора при повреждении мышечно-кожного нерва / Н. С. Горбунов, К. В. Кобер, Э. В. Каспаров // Казанский медицинский журнал. – 2020. – № 101 (6). – С. 820-824.

7. Плечевое сплетение у людей / Н.С. Горбунов, Э. В. Каспаров, К. В. Кобер [и др.]. – Красноярск: ООО «Полис», 2020. – 124 с.

8. Анатомическое обоснование транспозиции грудоспинного нерва при невротизации поврежденных нервов плечевого сплетения / Н. С. Горбунов, К. В. Кобер, Е. Н. Протасюк [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2021. – № 20 (1). – С. 31-38.