

Научный руководитель:

Патахов Гаджимурад Магомедович

Кандидат медицинских наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ, Махачкала

Рамазанов Арсен Абдулаевич, Студент,
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ, Махачкала

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ АНАТОМО-ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ

Аннотация: Плечевое сплетение (ПС) представляет собой сложную сеть нервных волокон, берущих начало от вентральных ветвей спинномозговых нервов C5-C8 и Th1. Анатомическая организация ПС характеризуется значительной вариабельностью, что подтверждается многочисленными исследованиями. В настоящей работе проведён анализ данных, представленных в медицинской литературе и посвящённых анатомическим особенностям ПС.

Ключевые слова: Анатомо-топографическая вариабельность, плечевое сплетение, корешки, стволы, разделения и пучки, конечные ветви.

Введение. Плечевое сплетение (ПС) представляет собой сложную сеть нервных волокон, берущих начало от вентральных ветвей спинномозговых нервов C5-C8 и Th1, а в ряде случаев – с участием корешков C4 и Th2. От точки формирования до входа в иннервируемые ткани, ПС подразделяется на последовательные сегменты: корешки, стволы, разделения, пучки и конечные ветви. Согласно анатомической номенклатуре, ПС разделяют на надключичную и подключичную части, отражающие его топографическое расположение относительно ключицы. Данная структура обеспечивает иннервацию верхней конечности и прилежащих областей.

Повреждения плечевого сплетения (ПС) представляют собой значимую медико-социальную проблему, занимая третье место среди травм периферической нервной системы. Данная патология, как правило, поражает лиц трудоспособного возраста. Травматическое повреждение структур ПС приводит к развитию пареза или паралича верхней конечности, что обуславливает инвалидизацию. Согласно статистическим данным, основной причиной травм ПС являются дорожно-транспортные происшествия (81 % случаев). Наиболее часто встречается отрыв верхнего ствола ПС (46 %), за которым следуют полные отрывы стволов (17 %) и отрывы нижнего ствола (9 %). Отмечается, что у пострадавших в ДТП с одинаковой частотой встречаются верхние и нижние отрывы ПС, в то время как у велосипедистов в 68 % случаев наблюдается отрыв верхнего ствола ПС. Причины повреждений ПС могут варьироваться. Акушерские травмы ПС у новорожденных являются одним из неблагоприятных исходов родов. По данным статистики, частота акушерских травм ПС составляет 2-3 случая на 1000 живорождений. Многие авторы указывают на дистоцию плечиков и вес новорожденного более 4 кг как основные факторы риска. Чрезмерные тракционные движения при извлечении плода повреждают корешки C5-C6 в 80 % случаев. Помимо этого, описывают случаи контралатеральной травмы ПС при катетеризации внутренней яремной вены, частота которых варьируется от 4 до 35 %. Выявлена зависимость компрессионных невропатий от длительности воздействия производственных факторов у шахтеров. Частота травм периферических нервов ПС остается стабильной (15-16 %), что указывает важность точного знания анатомии ПС для диагностики и лечения [1].



Корешки плечевого сплетения.

Выход корешков спинномозговых нервов (СМН) осуществляется через межпозвонокое отверстие, анатомически детерминированное костными структурами. Сверху и снизу отверстие ограничено поперечными отростками смежных позвонков, вентральную границу формирует унковертебральное сочленение, а дорсальную – верхний суставный отросток нижележащего позвонка. Данная структура обеспечивает защиту корешков СМН, но также является потенциальным местом их компрессии при дегенеративных изменениях позвоночника или травмах. Формирование корешков плечевого сплетения осуществляется посредством передних ветвей спинномозговых нервов С5-С8 и Th1, содержащих двигательные, чувствительные и вегетативные нервные волокна.

Согласно литературным данным, в значительном проценте случаев, варьирующемся от 17,5% до 41%, в образовании верхнего ствола ПС принимает участие передняя ветвь от спинномозгового нерва С4 (префиксированный или же цефалический тип плечевого сплетения). При отсутствии явных признаков префиксации в 17-36% случаев обнаруживались нервные ветви, отходящие от нерва С4 к нерву С5, локализованные внутри оболочек этих нервов. В отдельных случаях нерв С4 может направлять ветви непосредственно к длинному грудному и надлопаточному нервам, минуя передние ветви спинномозговых нервов [2].

Некоторые авторы отмечали, что при наличии ветви от нерва С4, к ПС присоединяются волокна только от диафрагмального нерва. Однако, в последующем были описаны различные варианты ПС, получающие ветви от нерва С4 независимо от диафрагмального нерва [3].

Согласно данным, представленным в ряде научных работ, в диапазоне от 2,5% до 7,5% случаев, нерв Th2 спинного мозга может направлять ветвь к нижнему стволу плечевого сплетения, что характеризует постфиксированный тип плечевого сплетения. Ранее доминировало мнение о его меньшей распространенности в сравнении с префиксированным типом. Дальнейшее исследование выявило, что при отсутствии явной постфиксации, связь между нервом Th2 и плечевым сплетением обнаруживается в 100% случаев. Важно отметить, что характер этой связи подвержен значительной изменчивости [2]. Также, в определенных случаях, плечевое сплетение может получать больше нервных волокон от С4 и Th2 нервов, чем от С5 и Th1 нервов. Клиническая значимость взаимосвязей между корешками спинномозговых нервов, окружающими тканями и питающими их сосудами не вызывает сомнений [3].

Стволы плечевого сплетения.

После выхода из межпозвоноквых отверстий, спинномозговые корешки направляются в межлестничное пространство, которое ограничено спереди передней лестничной мышцей, сзади – средней лестничной мышцей, а снизу – ключицей. В этой области корешки начинают объединяться, формируя стволы плечевого сплетения. Как правило, выделяют три ствола: верхний, образованный корешками С5 и С6, в некоторых случаях – С4; средний, представляющий собой прямое продолжение корешка С7; и нижний, сформированный корешками С8, Th1 и, иногда, Th2. Данная анатомическая структура имеет важное клиническое значение, поскольку поражение межлестничного пространства может приводить к компрессионным невропатиям.

Проксимальный ствол может формироваться за счет нервов С4 и С5, при этом нерв С6 не участвует в его создании. Вместо этого, нерв С6 проходит в дистальном направлении, разделяясь на две ветви – переднюю и заднюю. Эти ветви впоследствии соединяются с латеральным и задним пучками соответственно. Такое анатомическое расположение может варьироваться, но данная конфигурация является одной из возможных и описана в специализированной литературе. Имеются данные, согласно которым спинномозговые нервы С5 и С6 не формируют первичный верхний ствол, а С8 и Th1 не сливаются в первичный нижний ствол. Зачастую, каждый спинномозговой корешок обособленно разделяется на вентральную и дорсальную ветви, которые впоследствии формируют пучки плечевого сплетения [2].



В одном из исследований было зафиксировано плечевое сплетение, состоящее из двух стволов. Помимо этого, в 5% наблюдений количество стволов может достигать четырёх. В редких случаях верхний и нижний стволы объединяются в единый ствол, который далее разделяется на переднее и заднее деления. Отсутствие среднего ствола может наблюдаться в 1,6% случаев. Агенезия нижнего ствола встречается в 1-10% случаев. При данной аномалии нерв C8 разделяется на несколько ветвей, присоединяющихся к пучкам плечевого сплетения, при этом медиальный пучок представляет собой прямое продолжение нерва Th1. Приблизительно в трети (32%) случаев, стволы не могут быть проведены в пространстве между лестничными мышцами, занимая позицию над передней лестничной мышцей или проходя сквозь нее [4, 5, 6].

Каудальный ствол плечевого сплетения находится в тесной близости к звездчатому ганглию симпатического ствола. Травматизация указанного ганглия, либо афферентных нервных ветвей, иннервирующих его, влечет за собой нарушение симпатической регуляции в цервикальной и краниальной областях ипсилатеральной стороны, клинически проявляющееся в виде синдрома Бернара-Горнера. Данный синдром характеризуется птозом, миозом и ангидрозом на стороне поражения. В области ключицы стволы проникают в анатомическое пространство, ограниченное ключицей и подключичной мышцей вентрально, а также верхним краем лопатки дорсально. В данной зоне происходит конвергенция стволов, приводящая к формированию первичных разделений плечевого сплетения (ПС), как описано в классических анатомических атласах. Эти деления впоследствии продолжают в виде пучков, обеспечивающих иннервацию верхней конечности. Формирование ПС в указанной области подвержено анатомическим вариациям, что следует учитывать при хирургических вмешательствах.

Разделения и пучки плечевого сплетения.

Каждый ствол плечевого сплетения подвергается бифуркации, формируя переднее и заднее деления, где осуществляется реципрокный обмен нервными волокнами. Вентральные деления верхнего и среднего стволов сливаются, образуя латеральный пучок. Вентральное деление нижнего ствола трансформируется в медиальный пучок. Дорсальные деления всех трёх стволов объединяются в задний пучок. Ветви не отходят непосредственно от делений. Существуют вариации в формировании делений, обусловленные распределением волокон верхнего и среднего стволов. Деления располагаются дистальнее ключицы или на 1-2 см проксимальнее её, в то время как пучки и их конечные нервы относятся к подключичной части плечевого сплетения. Визуализация пучков начинается на уровне сухожилия малой грудной мышцы. Номенклатура пучков определяется их пространственным расположением относительно плечевой артерии, которую они окружают.

Латеральный пучок плечевого сплетения обычно формируется путем слияния передних ветвей верхнего и среднего стволов. Тем не менее, согласно данным, подобная конфигурация наблюдается примерно в 82% анатомических исследований. В 3-4% случаев латеральный пучок может быть не связан со средним стволом. Такое состояние характеризуется отсутствием латерального пучка плечевого сплетения в качестве точки происхождения мышечно-кожного нерва и латерального корешка срединного нерва, которые в этих случаях берут начало непосредственно от среднего ствола. В 2-3% случаев к латеральному пучку могут присоединяться ветви от нижнего ствола. В общей сложности, анатомические вариации латерального пучка плечевого сплетения встречаются приблизительно в 7% случаев. Как правило, медиальный пучок является дистальным продолжением передненижнего ствола плечевого сплетения. В редких случаях его формирование может отсутствовать, что приводит к происхождению всех его ветвей непосредственно из заднего пучка. Задний пучок, типично, формируется путем слияния задних верхнего, среднего и нижнего стволов. Однако, в 3-71% случаев он может быть не обнаружен. В таких ситуациях ветви заднего пучка, включая подмышечный и лучевой нервы, берут начало непосредственно из задних стволов, демонстрируя специфические анатомические особенности и вариации строения. В литературе



описаны случаи, когда задний пучок отдает ветви к срединному и локтевому нервам. Также зафиксированы наблюдения, когда задний пучок разделяется на две части, охватывающие подлопаточную артерию, с последующим слиянием этих ветвей в единый ствол, дающий начало лучевому нерву. В исключительных случаях все стволы плечевого сплетения могут объединяться, формируя единый пучок [2].

Конечные ветви плечевого сплетения.

Выделяют семь основных терминальных ветвей, отходящих от плечевого сплетения (ПС). К ним относятся: мышечно-кожный нерв, срединный нерв, локтевой нерв, медиальный кожный нерв плеча, медиальный кожный нерв предплечья, лучевой нерв и подмышечный нерв. Плечевая артерия тесно окружена всеми этими нервами, в то время как плечевая вена располагается вентральнее их. Однако, согласно литературным источникам, позиция плечевой артерии может демонстрировать вариативность в 8% наблюдений по отношению к ветвям пучков плечевого сплетения, включая вентральное расположение по отношению к срединному нерву. Также описаны случаи, когда латеральная и медиальная части срединного нерва не сливаются в единый ствол, а проходят раздельно. Также зафиксированы случаи формирования срединного нерва тремя корешками [7].

Мышечно-кожный нерв, как правило, формируется волокнами спинномозговых нервов С5 и С6. В значительном количестве случаев (50-80%) в его формировании участвуют волокна от спинномозговых нервов С4 и С7. Волокна С8 спинномозгового нерва крайне редко вовлечены в этот процесс. Чаще всего, мышечно-кожный нерв отходит от латерального пучка, но также возможен отход от заднего, а в 5-7% случаев – от медиального пучка. Согласно литературным данным, мышечно-кожный нерв может отсутствовать в 8% случаев, при этом иннервация передней группы мышц плеча осуществляется срединным нервом. Мышечно-кожный и срединный нервы могут быть соединены ветвями, которые классифицированы на 5 различных типов. Другие исследования выявили наибольшую вариативность срединного нерва (28% случаев), за которым следует мышечно-кожный нерв (8%). Примерно в 1,2% случаев локтевой, подмышечный и лучевой нервы демонстрируют отклонения от "классической схемы" [8, 9, 10].

В соответствии с исследовательскими данными, в четверти случаев формирование лучевого нерва осуществляется не только за счет заднего пучка, но и с привлечением нервных волокон, происходящих из медиального и латерального пучков плечевого сплетения. Структурная организация лучевого нерва в области плеча характеризуется значительной изменчивостью, при этом нерв может быть представлен единым магистральным стволом, либо двумя равнозначными по диаметру дочерними стволами, как это наблюдается при бифуркации нервов. Данная вариативность строения имеет важное значение при планировании хирургических вмешательств и интерпретации данных нейрофизиологических исследований [11].

Анализ исходов распространенных методик невротизации при травмах периферических нервов плечевого сплетения выявил, что определяющими факторами успеха являются детальное понимание топографической анатомии ветвей периферических нервов, владение микрохирургической техникой и правильно подобранная послеоперационная реабилитация. Не вызывает сомнений, что результативное лечение повреждений плечевого сплетения и разработка инновационных невротизационных операций на периферических нервах не представляются возможными без глубокого знания вариативности и возрастной анатомии, а также конституциональных особенностей строения данной области [12].

Заключение. Согласно наблюдениям ряда исследователей, отступления от общепринятой анатомической модели плечевого сплетения (ПС) свойственны многим видам. В связи с этим, изменчивость анатомического строения ПС у человека объясняется эволюционной взаимосвязью с другими организмами и наличием общих эмбриональных сосудисто-нервных зачатков. Многие авторы подчеркивают значимую взаимозависимость



между сосудами и нервами, влияющую на их взаимное формирование. Предпринимались попытки классификации ПС на основе анатомических типов. Несмотря на описание новых вариантов отхождения конечных ветвей ПС, согласно некоторым источникам, они встречаются относительно редко. Однако, наблюдается тенденция к увеличению разнообразия анатомии ПС, вариантов его формирования и ветвления. Исследования на трупном материале показывают, что до 53,5% ПС имеют значительные отклонения от «классического» описания.

Архитектура плечевого сплетения представляет собой сложную систему, требующую углубленного анализа. Учитывая, что типичная конфигурация строения встречается лишь приблизительно в 50% случаев, детальное исследование анатомических вариаций имеет существенное значение для специалистов различного профиля: нейрохирургов, травматологов-ортопедов, специалистов лучевой и ультразвуковой диагностики, врачей функциональной диагностики и анестезиологов, а также для развития фундаментальной науки. Выявление и классификация атипичных вариантов строения плечевого сплетения необходимо для оптимизации хирургических подходов, повышения точности диагностических процедур и снижения риска ятрогенных повреждений.

Список литературы:

1. «К вопросу о строении плечевого сплетения: современные взгляды в хирургии» Н. С. Горбунов, С. И. Ростовцев, П. А. Самотесов, К. В. Кобер, А. Н. Русских. 2020.
2. «Всеобъемлющая энциклопедия анатомических вариаций человека по Бергману» Р.Ш. Таббс, М.М., Шоджа, М. Лукас. 3-е издание, 2016, 1455 с.
3. «Хирургия нервов» С.Э. Маккиннон. 2015, 646 с.
4. «Двустороннее плечевое сплетение: клинический случай» Сингла Р.К., Шарма Р.К., Шри Б. «Журнал клинических и диагностических исследований», 2013
5. «Плечевое сплетение с четырьмя стволами и фиксированное плечевое сплетение: соединение или сопутствующая патология?» Чаудхари П., Сингла Р., Кэлси Г., Арора К. Отчет о трех случаях. «Клиническая анатомия», 2012
6. «Трупное исследование вариабельности формирования стволов плечевого сплетения, эмбриологических основ и его клинического значения». Хан Г.А., Ядав С.К., Хативода С., Четри Р. «Международная клиника биомедицины», 2016.
7. «Случай формирования срединного нерва тремя корешками». Власовец А.А., Дмитриева Е.Г. «Бюллетень медицинских Интернет-конференций», 2017.
8. «Новая классификация изменений кожно-мышечных нервов: взаимосвязь между сообщающейся ветвью и перемещенной иннервацией сгибателей плеча к срединному нерву» Хаяси М., Шионоя К., Хаяси С., и др., 2017
9. «Изменчивость внутриветвильного строения срединного и локтевого нервов на плече». Калмин О.В. «Российские морфологические ведомости». 2001
10. «Изменения в плечевом сплетении в зависимости от сопутствующих аномалий артерий руки» Клаассен Х., Шмитт О., Ври А., Шульце М., 2016
11. «Особенности формирования и вариантной анатомии лучевого нерва в области плеча». Чуриков Л.И., Гайворонский И.В., Гайворонский А.И., Савчук А.Н. «Морфология», 2017
12. «Особенности хирургической анатомии лучевого нерва на уровне плеча» – Золотова Ю.А., «Гений ортопедии», 2009 г.

