

DOI: 10.33454/1728-1261-2024-1-51-58
УДК 616-089.5-031.83:611.833.4

Блокада плечевого сплетения подмышечным доступом. Обзор литературы

О. Н. Ямщиков^{1,2}, А. П. Марченко^{1,2}, С. А. Емельянов^{1,2}, О. Д. Иванова^{1,3}, С. А. Игнатова^{1,2},
Н. А. Марченко¹

¹ ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», Медицинский институт, Тамбов, Россия

² ТОГБУЗ «Городская клиническая больница г. Кото夫ска», Кото夫ск, Россия

³ ТОГБУЗ «Городская клиническая больница № 3 им. И. С. Долгушина», Тамбов, Россия

The blockade of the shoulder plexus by axillary access. Literature review

O. N. Yamshchikov^{1,2}, A. P. Marchenko^{1,2}, S. A. Emelyanov^{1,2}, O. D. Ivanova^{1,3}, S. A. Ignatova^{1,2},
N. A. Marchenko¹

¹ G. R. Derzhavin Tambov State University, Medical Institute, Tambov, Russia

² Kotovsk City Clinical Hospital, Kotovsk, Russia

³ I. S. Dolgushin City Clinical Hospital No. 3, Tambov, Russia

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

О. Н. Ямщиков – ORCID: 0000-0001-6825-7599; e-mail: yamschikov.oleg@yandex.ru

А. П. Марченко – ORCID: 0000-0002-9387-3374; e-mail: sashamarchen@mail.ru

С. А. Емельянов – ORCID: 0000-0002-5550-4199; e-mail: cep_a@mail.ru

О. Д. Иванова – ORCID: 0000-0002-4895-8600; e-mail: olg.dmi@mail.ru

С. А. Игнатова – ORCID: 0000-0003-4223-5038; e-mail: ignatowa.svet2015@ya.ru

Н. А. Марченко – ORCID: 0000-0002-6612-794X; e-mail: marchenkonaily@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

O. N. Yamshchikov – ORCID: 0000-0001-6825-7599; e-mail: yamschikov.oleg@yandex.ru

A. P. Marchenko – ORCID: 0000-0002-9387-3374; e-mail: sashmaarchen@mail.ru

S. A. Emelyanov – ORCID: 0000-0002-5550-4199; e-mail: cep_a@mail.ru

O. D. Ivanova – ORCID: 0000-0002-4895-8600; e-mail: olg.dmi@mail.ru

S. A. Ignatova – ORCID: 0000-0003-4223-5038; e-mail: ignatowa.svet2015@ya.ru

N. A. Marchenko – ORCID: 0000-0002-6612-794x; e-mail: marchenkonaily@gmail.com

Резюме

Основными задачами врача-анестезиолога при проведении анестезиологического обеспечения оперативных вмешательств являются максимально возможная защита пациента от боли с минимальным влиянием на гомеостаз, создание комфортных условий для работы оперирующих хирургов. Этим требованиям в полной мере соответствуют регионарные методы обезболивания, особенно при операциях на верхней конечности, когда перед анестезиологом встает выбор: выполнить общее обезболивание или блокаду плечевого сплетения. Регионарная блокада в полной мере обеспечит адекватную анальгезию, гипорефлексию и релаксацию в зоне проведения операции. Для повышения эффективности и безопасности регионарных блокад используется ультразвуковая навигация и нейромышечная стимуляция. Одним из самых безопасных и простых в исполнении является аксиллярный доступ.

Цель. Обобщить и представить современные сведения о регионарной блокаде плечевого сплетения из подмышечного доступа.

Материал и методы. В ходе написания статьи проводился анализ литературы по регионарным методам анестезии верхней конечности, в частности по аксиллярному доступу, открытых электронных научных баз данных PubMed, национальной электронной медицинской библиотеки США и баз данных российской научной электронной библиотеки Elibrary.

Результаты. Проведен анализ отечественной и иностранной литературы, посвященной блокаде плечевого сплетения подмышечным доступом. В статье рассмотрены варианты расположения нервных стволов плечевого сплетения в подмышечной области, техника выполнения аксиллярной блокады, показания и возможные осложнения.

Заключение. Приоритетом при выборе доступа при блокаде плечевого сплетения является обеспечение безопасности и эффективности проводимого обезболивания, особенно у пациентов высокого риска. Аксиллярный доступ с использованием соноскопии и нейромышечной стимуляции в полной мере соответствует этим требованиям.

Ключевые слова: регионарная анестезия, аксиллярный доступ, плечевое сплетение, плексусная блокада

Abstract

The main tasks of an anesthesiologist during the anesthesiological support of surgical interventions are the maximum possible protection of the patient from pain with minimal effect on homeostasis, creating comfortable conditions for the work of operating surgeons. These requirements fully comply with regional painting methods, especially during operations on the upper limb, when the anesthesiologist has a choice: to perform general anesthesia or blockade of the shoulder plexus. The regional blockade will fully ensure adequate analgesia, hyporeflexia and relaxation in the operation zone. To increase the efficiency and safety of regional blockade, ultrasonic navigation and neuromuscular stimulation are used. One of the safest and easy-to-perform is axillary access.

Objective. Summarize and present modern information about the regional blockade of the shoulder plexus from axillary access.

Material and methods. During the writing of the article on regional methods of upper limb anesthesia, in particular on axillary access, a literature from open electronic scientific databases of Pubmed, the US National Electronic Medical Library and Databases of the Russian Scientific Electronic Library Elibary was analyzed.

Results. An analysis of domestic and foreign literature dedicated to the blockade of the shoulder plexus with axillary access was carried out. The article discusses options for the location of the nerve trunks of the shoulder plexus in the axillary region, the technique of performing the axillary blockade, indications and possible complications.

Conclusions. The priority when choosing access when blocking the shoulder plexus is to ensure the safety and efficiency of anesthesia, especially in high-risk patients. Axillary access using sonoscopy and neuromuscular stimulation fully complies with these requirements.

Keywords: regional anesthesia, axillary access, shoulder plexus, plexus blockade

Введение

В последнее время врачи-анестезиологи при оперативных вмешательствах на верхней конечности отдают предпочтение методам регионарной анестезии, а не общему обезболиванию. Регионарная плексусная блокада, обеспечивая длительную анестезию оперируемой конечности, длительную послеоперационную анальгезию при использовании катетерной техники, имеет меньшее количество побочных эффектов, чем общая анестезия, а также обеспечивает стабильную гемодинамику, самостоятельное дыхание, что исключает в последующем возможные осложнения, связанные с искусственной вентиляцией легких, и способствует ранней активизации пациентов [1, 2, 3]. В силу своей эффективности и меньшей частоты серьезных осложнений регионарная блокада нервов верхней конечности часто используется также и в педиатрии [4].

Термин «регионарная анестезия» был внедрен во врачебную практику нейрохирургом Харви Кушингом еще в 1902 году. В связи с недостаточными знаниями в области анатомии, недостаточным уровнем анальгезии, вследствие того, что регионарные блокады выполнялись вслепую, данный вид анестезиологического пособия не был широко распространен в клинической практике. И только с 1964 года, в связи с появлением нейростимуляционных и ультразвуковых методик, регионарная анестезия зарекомендовала себя как один из эффективных и наиболее безопасных методов обезбоживания [3, 5].

Одним из методов регионарной анестезии является блокада нервных сплетений. Наиболее часто выполняется блокада плечевого сплетения. Анестезирующее вещество вводится в область плечевого сплетения, при этом блокируется передача периферических травмиру-

ющих импульсов в центральную нервную систему. Изменения гемодинамики минимальны, обеспечивается высококачественная анестезия, увеличивается продолжительность послеоперационного обезбоживания, что в значительной степени снижает необходимость в опиоидных препаратах [6, 7]. Причиной возможных осложнений, таких как повреждение нерва, внутрисосудистое введение местного анестетика, пневмоторакс, является в основном отсутствие четкой дифференцировки анатомических структур и применение данного анестезиологического обеспечения вслепую [6]. Использование ультразвуковой визуализации, а также метода нейростимуляции значительно сокращает время, необходимое на проведение анестезии, а также позволяет врачам-анестезиологам выполнять регионарные блокады более эффективно и безопасно [8, 9]. В работе Гомона Н. А. рассматривалась эффективность слепых и контролируемых методик блокады плечевого сплетения. В исследовании принимало участие 40 пациентов, которым были показаны оперативные вмешательства на верхней конечности. Первой группе пациентов регионарную блокаду плечевого сплетения проводили с использованием методики поиска парестезии. Второй группе пациентов – с помощью нейростимулятора. В результате проведенного исследования было выявлено, что поиск плечевого сплетения методом парестезии не всегда обеспечивает достаточный уровень анальгезии и характеризуется высокой вероятностью развития серьезных осложнений, тогда как применение нейроидентификации обеспечивает больший успех выполнения регионарной блокады плечевого сплетения, длительный моторный и сенсорный блок и практически исключает применение наркотических и психотропных препаратов [10].

Для блокады плечевого сплетения используется четыре основных доступа: межлестничный, надключичный, подключичный и аксиллярный. Главным преимуществом аксиллярного доступа является предупреждение развития серьезных осложнений, таких как повреждение купола плевры и, как следствие, пневмоторакс при надключичном и подключичном доступах, блокада звездчатого узла, диафрагмального или возвратного нерва при межлестничной блокаде [11, 12].

В 1911 году *Гиршель Г.* был первым, кто предложил проводить блокаду плечевого сплетения из подмышечного доступа. *De Jong R. H.* в 1961 году предложил трансартериальную методику выполнения аксиллярной блокады плечевого сплетения, которая заключается в том, что тонкую иглу продвигают к подмышечной артерии и, проколов ее стенку, продолжая движение иглы, параллельно проводят тракцию поршня на себя, останавливают движение иглы сразу после прекращения аспирации крови. Затем вводят половину раствора местного анестетика позади подмышечной артерии. Однако трансартериальная блокада может привести к образованию гематомы с последующим сдавлением и ишемией нервных стволов, а также к попаданию местного анестетика в кровеносное русло [13].

Следующая методика блокады плечевого сплетения подмышечным доступом – периваскулярная инфильтрация, заключающаяся в том, что раствор местного анестетика вводится над и под подмышечной артерией. При блокаде плечевого сплетения по этой методике осуществляется поиск парестезий, который заключается в продвижении инъекционной иглы над артерией до появления парестезии в зонах иннервации срединного или локтевого нерва, а затем, после введения местного анестетика, проводят такие же манипуляции под артерией до появления парестезии в зоне иннервации лучевого нерва [14].

В работе *Huang K. et al.* рассматривалась эффективность блокады плечевого сплетения подмышечным доступом с использованием ультразвука в первой группе и нейростимуляции – во второй. Основные ветви плечевого сплетения (лучевой, срединный, локтевой и кожно-мышечный нервы) были локализованы под контролем ультразвука или с помощью нейростимулятора. В первой группе в четыре основные ветви плечевого сплетения вводили 8 мл анестезирующего раствора, содержащего 7,5 мг/мл – 16 мл ропивакаина и 20 мг/мл – 16 мл лидокаина. Время манипуляции в первой группе было значительно короче, чем во второй. Время начала действия местного анестетика на срединный, локтевой и лучевой не-

рвы в первой группе было короче, чем во второй. Показатель успешности анестезии в первой группе составил 100 %, что значительно выше, чем во второй, в которой этот показатель составил 77,5 %. В первой группе не было отмечено случайных пункций подмышечной артерии, а во второй группе количество непреднамеренных пункций составило 40 %. Эти данные позволили авторам выдвинуть предположение, что при значительно более высоком уровне успешности анестезии, более коротком времени манипуляции и времени начала и более низком уровне осложнений техника блокады плечевого сплетения подмышечным доступом с помощью ультразвуковой навигации является безопасным и надежным методом блокады ветвей плечевого сплетения по сравнению с методом, где использовалась нейромышечная стимуляция [15].

Однако в другом рандомизированном исследовании *Demirelli G. et al.* при сравнении эффективности блокады нервов плечевого сплетения только с использованием ультразвуковой навигации и только с применением нейромышечной стимуляции у пациентов, перенесших плановую операцию на предплечье, запястье или кисти, на основании полученных данных сделали заключение, что блокада плечевого сплетения из подмышечного доступа под контролем ультразвука по качеству и эффективности анестезии эквивалентна методике с использованием нейростимуляции [16].

Для визуализации лучевого, локтевого и срединного нервов из аксиллярного доступа используют высокочастотные линейные датчики (12–17 мГц), так как именно они дают возможность визуализировать периферические нервы, а с помощью доплеровского сканирования появляется возможность дифференцировки сосудистых образований по наличию артериального и венозного спектра кровотока [17].

В проведенном ретроспективном исследовании *Сафин Р. Р.* доказал, что применение ультразвуковой аппаратуры значительно снижает количество возможных осложнений, таких как невралгии, транзиторные и стойкие нейропатии, пневмоторакс, судорожный синдром, проходящий парез диафрагмального нерва [18].

Анатомия

Плечевое сплетение образовано передними ветвями четырех нижних шейных спинальных нервов, которые вначале располагаются в межлестничном промежутке между передней лестничной мышцей спереди и средней сзади. При изучении анатомических особенностей *Burnham P. J.* обнаружил, что плечевое сплетение окружено плотной фасцией. Это говорит о том, что данная структу-

ра имеет не только довольно высокую прочность, но и контролирует процессы, связанные с распространением местного анестетика при проведении анестезии. Это открытие было подтверждено и дополнено исследованием *De Jong R. H.*, который описал аксиллярную нейрососудистую оболочку как «плотную трубку, отходящую от шейной паравerteбральной фасции», и рекомендовал использовать технику многократных введений низких объемов местных анестетиков с каждой стороны от подмышечной артерии [13]. Для достижения и поддержания эффективной регионарной блокады необходимы некоторые ключевые факторы. Во-первых, необходимо иметь постоянные анатомические ориентиры, а во-вторых, необходимо наличие так называемого «анатомического футляра», который будет служить специальным депо для местного анестетика, что имеет фундаментальную роль в создании и поддержании эффективной регионарной блокады [8, 19].

«От плечевого сплетения отходят короткие и длинные ветви. Срединный, лучевой и локтевой нервы являются длинными ветвями, иннервирующими кости и суставы, мышцы и кожу свободной части верхней конечности» [20].

«Срединный нерв образован латеральным и медиальным пучками плечевого сплетения. На плече проходит вначале в одном фасциальном футляре с плечевой артерией, располагаясь латеральнее ее. На уровне нижней половины плеча срединный нерв лежит медиальнее плечевой артерии, постепенно отходя от нее кнутри. На предплечье срединный нерв отдает чувствительные нервы к капсуле локтевого сустава, иннервирует все мышцы передней группы предплечья, кроме медиальной части глубокого сгибателя пальцев и локтевого сгибателя запястья» [21]. Так как срединный нерв является крупным нервом, то его визуализация не затруднена.

Лучевой нерв, являясь продолжением задних ветвей плечевого сплетения, образуется в основном из корешков спинномозговых нервов седьмого шейного сегмента. Проходит нерв от верхнемедиального края малой грудной мышцы до нижнего края сухожилия широчайшей мышцы спины, располагаясь на ее передней поверхности. На границе верхней и средней трети предплечья нерв делится на глубокую и поверхностную ветви. На этом уровне от нерва отходят чувствительные (кожные) ветви, это нижний наружный кожный нерв плеча, задний кожный нерв предплечья и задний кожный нерв плеча. «На уровне локтевой ямки отдает мелкие двигательные ветви к мышцам тыльной поверхности предплечья, а именно к плечелучевой мышце, локтевому

разгибателю запястья, длинному и короткому лучевому разгибателям запястья, общему разгибателю пальцев, разгибателю указательного пальца и мизинца, длинному и короткому разгибателям большого пальца и длинной мышцы, отводящей большой палец» [22].

«Локтевой нерв отходит от медиального пучка плечевого сплетения. На уровне средней трети предплечья от локтевого нерва отходят мышечная и чувствительная ветви, и именно чувствительная ветвь является ориентиром при ультразвуковом исследовании, так как эта ветвь сопровождает локтевую артерию. Достигнув дистального отдела предплечья, локтевой нерв делится на тыльную и ладонную ветви. На уровне верхней и средней трети предплечья локтевой нерв иннервирует локтевой сгибатель кисти и локтевую часть глубокого сгибателя пальцев. На уровне кисти нерв иннервирует мышцу, отводящую мизинец, короткий сгибатель мизинца, мышцу, противопоставляющую мизинец, III и IV червеобразные мышцы, межкостные мышцы, мышцу, приводящую большой палец кисти, глубокую головку широкого сгибателя пальцев, короткую мышцу, приводящую большой палец кисти» [23]. Помимо двигательной иннервации, локтевой нерв осуществляет сенсорную иннервацию. На ладонной поверхности запястья от локтевого нерва отходит ладонная кожная ветвь локтевого нерва к коже внутренней части кисти, ветвь к коже ладони на уровне IV и V пальцев. На тыльной поверхности кисти отходит кожная ветвь локтевого нерва к коже ладони на уровне IV и V пальцев, коже дистальных фаланг V пальца, проксимальных фаланг, а также внутренней поверхности дистальных фаланг IV пальца и к коже внутренней поверхности проксимальных фаланг III пальца.

«Медиальный кожный нерв плеча отходит от медиального пучка плечевого сплетения и на уровне большого бугорка плечевой кости он отдает чувствительные нервы и иннервирует кожу задней и медиальной поверхности верхней трети плеча. Мышечно-кожный нерв является продолжением латерального пучка плечевого сплетения в аксиллярной ямке. От нерва отходят мышечные ветви к двуглавой мышце плеча и плечевой мышце. В нижней трети плеча нерв проходит на предплечье, отдает сенсорные ветви и иннервирует кожу латеральной части предплечья» [23].

В области подмышечной ямки срединный и локтевой нервы располагаются над подмышечной артерией, при этом срединный нерв находится латеральнее локтевого нерва, лучевой нерв располагается под подмышечной артерией и над фасцией трехглавой мыш-

цы, мышечно-кожный нерв проходит в толще клювовидно-плечевой мышцы (рисунок).

Показания к проведению аксиллярной блокады

Данный вид регионарного обезболивания выполняется при хирургических вмешательствах на верхних конечностях от уровня средней трети плеча, локтевом суставе, предплечье и кисти, при тяжелых ишемических повреждениях верхней конечности [24], при операциях по удалению артериовенозных свищей у пациентов с терминальной стадией почечной недостаточности, при использовании катетерной техники для лечения хронических болевых синдромов, так как неадекватное обезболивание оказывает существенное влияние на качество жизни пациентов [25, 26].

В исследовании *Vranken J. Hetal* шести пациентам с сильной невропатической болью, вызванной апикальным раком легкого с субплевральной локализацией (рак Панкоста), к плечевому сплетению был проведен катетер через подмышечный доступ с целью проведения непрерывной инфузии местных

анестетиков, ввиду того, что другие методы обезболивания, включающие нестероидные противовоспалительные препараты, опиоиды, дексаметазон, трициклические антидепрессанты, противосудорожные препараты, кетамин и чрескожную электростимуляцию нервов, не были эффективными. В результате у всех пациентов наблюдалось значительное снижение показателей оценки боли по визуальной аналоговой шкале, а у четырех пациентов улучшились исполнительские навыки и качество жизни. Ни от этой методики, ни от постоянного применения местных анестетиков побочных эффектов применения данной методики, а также длительного использования местных анестетиков не наблюдалось (продленная блокада плечевого сплетения в данном исследовании проводилась до летального исхода). На основании полученных результатов авторы пришли к выводу, что невропатическую боль можно лечить с помощью местных анестетиков, вводимых через подмышечный катетер, подведенный к плечевому сплетению [27].

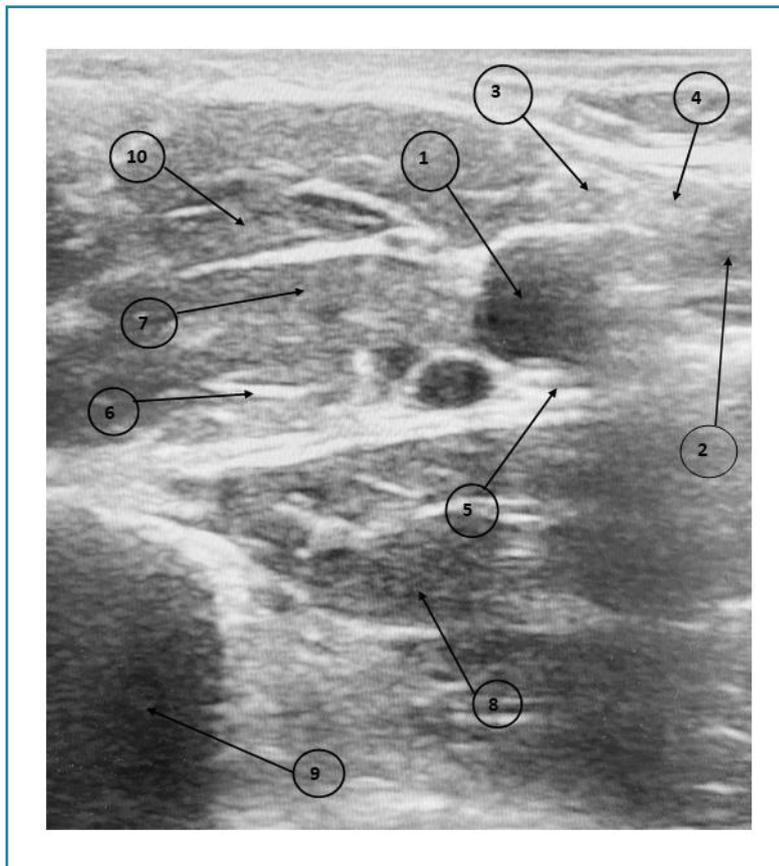


Рисунок. Ультразвуковая картина анатомических структур в области подмышечной ямки.

1. Подмышечная артерия. 2. Подмышечная вена. 3. Срединный нерв.
4. Локтевой нерв. 5. Лучевой нерв. 6. Мышечно-кожный нерв.
7. Клювовидно-плечевая мышца. 8. Трехглавая мышца.
9. Плечевая кость. 10. Двуглавая мышца

Техника проведения регионарной блокады из аксиллярного доступа

Пациент располагается в положении лежа на спине с отведенной рукой в плечевом суставе на 90°. С помощью ультразвуковой визуализации находят анатомические структуры, а именно: плечевую артерию и вену, двуглавую и трехглавую мышцы плеча, срединный, локтевой и лучевой нервы. Лучевой нерв лежит более глубоко и визуализируется между трехглавой мышцей плеча и подмышечной артерией, срединный нерв чаще всего находится между двуглавой мышцей плеча латерально и подмышечной веной медиально, локтевой нерв располагается медиально от подмышечной артерии. Проведя местную анестезию кожи и подкожной жировой клетчатки, инъекционную иглу, подключенную к нейростимулятору, с использованием ультразвуковой навигации направляют по длинной оси к нервным стволам, после введения небольшого количества местного анестетика с целью создания пространства между различными слоями тканей и с помощью цветного доплеровского сканирования определяют местоположение иглы. После достижения сокращения необходимой группы мышц конечности, вызванного нейроэлектростимуляцией, при силе тока 0,5 мА, силу тока снижают до 0,2 мА и при угасании мышечных сокращений и после полученной отрицательной аспирационной пробы начинают вводить раствор местного анестетика вокруг каждого нервного ствола в общем объеме 20–30 мл. Рекомендуется проводить блокаду нервов сверху вниз: вначале срединного и локтевого нерва, потом лучевого нерва и далее мышечно-кожного нерва [28].

Retzl G. et al. в проведенном проспективном исследовании определили анатомическую вариабельность основных нервов плечевого сплетения в подмышечной ямке и на предплечье с помощью ультразвукового исследования высокого разрешения. В исследовании принимало участие 69 добровольцев. Анализ проводился путем разделения ультразвукового изображения на восемь секторов круговой диаграммы и соответствующих секторов для определения положения локтевого, лучевого и срединного нервов. При стандартном уровне доступа к подмышечному блоку было обнаружено расположение локтевого нерва в заднемедиальном положении у 59 % добровольцев. Лучевой нерв визуализировался в заднебоковом (38 %) и переднебоковом (20 %) положении, а срединный нерв в переднемедиальном (30 %) и заднемедиальном (26 %) положении. При легком надавливании есть возможность сместить нервы дистально, особенно когда они расположены кпереди от подмышечной артерии. Эти данные позволили сделать вывод, что подмышечную блокаду следует проводить как можно проксимальнее [29].

Отведение руки на 90° во время инъекции местного анестетика с последующим приведением руки традиционно рекомендуется для содействия проксимальному распределению местного анестетика и расширению блокады плечевого сплетения из аксиллярного доступа. Однако *Rodríguez J. et al.* в своем рандомизированном исследовании «Сравнение удлинения сенсорной блокады при подмышечной анестезии, выполняемой с приведением или отведением руки» доказали, что ротация верхней конечности не является определяющим фактором сенсорной блокады при анестезии плечевого сплетения аксиллярным доступом, так как после проведения блокады не наблюдалось статистически значимых различий в продолжительности блокады [30].

Заключение

Регионарная блокада плечевого сплетения аксиллярным доступом имеет много преимуществ перед общей анестезией: высокое качество анестезии, снижение рисков оперативного вмешательства и анестезиологического обеспечения, что особенно важно для пациентов пожилого и старческого возраста с высоким классом физического состояния, более быстрое послеоперационное восстановление при одновременном снижении потребности в анальгетиках, в том числе и опиоидных. Длительный болевой синдром – один из главных предикторов развития тяжелых осложнений со стороны центральной нервной системы, дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Помимо использования регионарной блокады плечевого сплетения подмышечным доступом в качестве анестезиологического обеспечения оперативных вмешательств при установке катетера к плечевому сплетению появляется возможность проведения продленной блокады в целях длительного послеоперационного обезболивания, лечения хронических болевых синдромов и ишемических повреждений верхней конечности. Главным отличием аксиллярного доступа от проксимальных доступов к плечевому сплетению является удаленность купола плевры, крупных кровеносных сосудов, звездчатого узла, диафрагмального и возвратного нерва, что в значительной мере снижает вероятность возможных осложнений. С внедрением в клиническую практику ультразвуковой и нейростимуляторной технологии появилась возможность усовершенствовать технику регионарных блокад и выполнять их наиболее эффективно и безопасно.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Копцов С. В., Беленький И. Г., Кутянов Д. И. Регионарная анальгезия при операциях остеосинтеза переломов костей голени // *Соврем. проблемы науки и образования*. 2012. № 6. С. 262.
- Koptsov SV, Belenky IG, Kutyanov DI. Regional analgesia during operations of osteosynthesis of fractures of the bones of the lower leg. *Sovremennyye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2012;6:262. (In Russ.).
2. Предко В. А. Блокада плечевого сплетения межлестничным доступом в травматологической практике // *Актуальные проблемы медицины : сб. материалов итоговой науч.-практ. конф., 28–29 янв. 2021 г. Гродно: Гродн. гос. мед. ун-т, 2021. С. 709–711.*
- Predko VA. Blockade of the shoulder plexus by Interdrawal access in traumatological practice. *Topical problems of medicine: proceedings of the final scientific-practical conference, 28–29 Jan 2021, Grodno: Grodno State Medical University, 2021;709–711. (In Russ.).*
3. Гудантов Р. Б. Хирургическое лечение больных гнойно-воспалительными заболеваниями кисти: выбор способа обезболивания : дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук : 3.1.9 – хирургия / Гудантов Рустам Борисович ; ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н. И. Пирогова» М-ва здравоохранения Рос. Федерации. М., 2021. 200 с.
- Gudantov RB. Surgical treatment of patients with purulent-inflammatory diseases of the hand: Selecting a method of pain relief: Dissertation of Candidate of Medical Sciences: 3.1.9 – Surgery / Gudantov Rustam Borisovich; N.I. Pirogov National Medical and Surgical Center of the Ministry of Health of the Russian Federation. M., 2021. (In Russ.).
4. Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists (ADARPEF) / C. Ecoffey et al. // *Paediatric Anaesthesia*. 2010. Vol. 20, № 12. P. 1061–1069. DOI 10.1111/j.1460-9592.2010.03448.x
5. The Current Role of Ultrasound Use in Teaching Regional Anesthesia: A Survey of Residency Programs in the United States / M. A. Helwani et al. // *Pain Med*. 2012. Vol. 13, № 10. P. 1342–1346. DOI 10.1111/j.1526-4637.2012.01455.x
6. Евтушенко С. К., Евтушевская А. Н., Марусиченко В. В. Туннельные невропатии. Трудности диагностики и терапии // *Международ. неврол. журн.* 2015. Т. 1, № 71. С. 25–30.
- Yevtushenko SK, Yevtushevskaya AN, Marusichenko VV. Tunnel neuropathy. Difficulties in diagnostics and therapy. *Mezhdunarodnyj Nevrologicheskij Zhurnal*. 2015;1(71)25–30. (In Russ.).
7. Italian registry of complications associated with regional anesthesia (RICALOR): an incidence analysis from a prospective clinical survey / M. Allegri et al. // *Minerva anesthesiologica*. 2016. Vol. 82, № 4. P. 392–402.
8. Периферические блокады в пластической и реконструктивной хирургии: современные тенденции и перспективы (30-летний опыт работы) / В. А. Светлов и др. // *Анестезиология и реаниматология*. 2013. № 2. С. 44–49.
- Peripheral blockade in plastic and reconstructive surgery: modern trends and prospects (30 years of experience). Svetlov VA. et al. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2013;2:44–49. (In Russ.).
9. Теренин М. А., Ялонецкий И. З., Казанович Б. М. Опыт использования ультразвуковой визуализации при выполнении аксиллярного блока плечевого сплетения // *Мед. журнал*. 2019. № 3. С. 102–106.
- Terenin MA, Yalonetsky IZ, Kaganovich BM. Experience in using ultrasonic visualization in performing the axillar block of the shoulder plexus. *Meditsinskij Zhurnal*. 2019;3:102–106. (In Russ.).
10. Гомон Н. А. Сравнительная характеристика эффективности слепых и контролируемых методик блокады плечевого сплетения // *Медицина неотложных состояний*. 2015. № 2 (65). С. 112–115.
- Gomon NL. Comparative characteristics of the effectiveness of the blind and controlled methods of blockade of the shoulder plexus. *Meditsina Neotlozhnykh Sostoyanij*. 2015;2(65):112–115. (In Russ.).
11. Занин В. Ю. Анатомическое обоснование выбора доступа для блокады плечевого сплетения при операциях на верхних конечностях // *Вопр. реконструктив. и пласт. хирургии*. 2007. № 3–4 (22–23). С. 44–45.
- Zanin VYu. Anatomical justification of the selection of access for the blockade of the shoulder plexus during operations on the upper limbs. *Voprosi Rekonstruktivnoj i Plasticheskoj khirurgii*. 2007;3–4(22–23):44–45. (In Russ.).
12. Ультразвук в руках анестезиолога – эксклюзив или рутинная? / Д. В. Заболотский и др. // *Регионар. анестезия и лечение острой боли*. 2012. Т. 6, № 1. С. 5–10.
- Ultrasound in the hands of an anesthetist – exclusive method or routine? DV Zabolotsky et al. *Regionarnaya Anesteziya i Lecheniye Ostroj Boli*. 2012;6(1):5–10. (In Russ.).
13. Загреков В. И. Выбор техники блокады плечевого сплетения при операциях на верхних конечностях // *Регионар. анестезия и лечение острой боли*. 2008. Т. 2, № 3. С. 49–57.
- Zagrekov VI. The choice of the technique of blockade of the shoulder plexus during operations on the upper limbs. *Regionarnaya Anesteziya i Lecheniye Ostroj Boli*. 2008;2(3):49–57. (In Russ.).
14. Архипкин С. В., Байтингер В. Ф., Байтингер А. В. Проводниковая анестезия (алгоритмы поиска и действия). М. : Поли Медиа Пресс, 2016. 162 с.
- Arhipkin SV, Baitinger VF, Baitinger AV. *Knock anesthesia (search and action algorithms)*. M. : Poly Media Press, 2016. (In Russ.).
15. Expanding the clinicopathological-genetic spectrum of glycogen storage disease type IXd by a Chinese neuromuscular center / K. Huang et al. // *Frontiers in neurology*. 2022. Vol. 13. P. 945280. DOI 10.3389/fneur.2022.945280
16. Comparison of ultrasound and ultrasound plus nerve stimulator guidance axillary plexus block / G. Demirelli et al. // *J. of the Pakistan Medical Association*. 2017. Vol. 67, № 4. P. 508–512. DOI 10.32000/2072-1757-2018-16-7-65-66
17. Comprehensive musculoskeletal sonographic evaluation of the hand and wrist / B. O. Olubaniyi et al. // *J. of ultrasound in medicine: official J. of the Amer. Inst. of Ultrasound in Medicine*. 2013. Vol. 32, № 6. P. 901–914.
18. Сафин Р. Р. Анализ осложнений при различных вариантах блокады плечевого сплетения // *Практ. медицина*. 2018. Т. 16, № 7 (ч. 1). С. 65–66. DOI 10.32000/2072-1757-2018-16-7-65-66
- Safin RR. Analysis of complications with various options for the blockade of the shoulder plexus. *Prakticheskaya Meditsina*. 2018;16;7(part 1):65–66. DOI 10.32000/2072-1757-2018-16-7-65-66 (In Russ.).
19. Factors influencing distribution of local anesthetic injected into the brachial plexus sheath / A. P. Winnie et al. // *Anesthesia and analgesia*. 1979. Vol. 58, № 3. P. 225–234.
20. Шуст Ю. А., Жестовская С. И., Евдокимова Е. Ю. Анатомические особенности плечевого сплетения в аспекте применения регионарной анестезии // *Первая краевая: изд. Краснояр. краев. клин. больницы*. 2013. № 3 (52). С. 50–52.
- Shust YuA, Zestovskaya SI, Evdokimova EYu. Anatomical features of the shoulder plexus in the aspect of the use of regional anesthesia. *Pervaya Kraevaya: Izdatel'stvo Krasnoyarskoj Krajevovoj Klinicheskoy Bol'nitsy*. 2013; 3(52):50–52. (In Russ.).
21. Шилкин В. В., Филимонов И. И. *Анатомия по Пирогову (Атлас анатомии человека) : в 3 т. Т. 1 : Верхняя конечность. Нижняя конечность*. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. 600 с.

- Shilkin VV, Filimonov II. *Anatomy by Pirogov (atlas of human anatomy): in 3 volumes. V. 1: Upper limb. Lower limb. M. : GEOTAR-Media, 2011. (In Russ.)*.
22. Байтингер В. Ф. Хирургическая анатомия периферических нервов задней поверхности предплечья, кисти и механизм «TRICK» движений // *Вопр. реконструктив. и пласт. хирургии*. 2012. № 2 (41). С. 26–33.
- Baitinger VF. *Surgical anatomy of the peripheral nerves of the posterior surface of the forearm, brushes and mechanism of "TRICK" movements. Voprosy Rekonstruktivnoj i Plasticheskoy Khirurgii*. 2012;2(41):26–33. (In Russ.)
23. Неласов Н. Ю., Zubov A. D., Антонова Л. Н. Ультразвуковая визуализация нервов на уровне локтевого сустава и предплечья как мишени для выполнения лечебных вмешательств при туннельных синдромах // *Морфол. альм. им. В. Г. Ковешникова*. 2019. Т. 17, № 2. С. 34–39.
- Nelasov NYu, Zubov AD, Antonova LN. *Ultrasound visualization of nerves at the level of the elbow joint and forearm as a target for the treatment of therapeutic interventions in tunnel syndromes. Morfologicheskij Almanakh imeni V. G. Koveshnikova*. 2019;17(2):34–39.
24. Axillary brachial plexus block for treatment of severe forearm ischemia after arterial cannulation in an extremely low birth-weight infant / C. Breschan et al. // *Paediatric anaesthesia*. 2004. Vol. 14, № 8. P. 681–684. DOI 10.1111/j.1460-9592.2004.01282.x
25. Comparison between local and regional anesthesia in arteriovenous fistula creation / A. I. Lo Monte et al. // *The J. of vascular access*. 2011. Vol. 12, № 4. P. 331–335. DOI 10.5301/JVA.2011.8560
26. Овечкин А. М. Послеоперационная боль: состояние проблемы и современные тенденции послеоперационного обезболивания // *Регионар. анестезия и лечение острой боли*. 2015. Т. 9, № 2. С. 29–39.
- Ovechkin AM. *Postoperative pain: the state of the problem and modern trends in postoperative anesthesia. Regionarnaya Anesteziya i Lecheniye Ostroy Boli*. 2015;9(2):29–39. (In Russ.)
27. Vranken J. H., Zuurmond W. W., de Lange J. J. Continuous brachial plexus block as treatment for the Pancoast syndrome // *The Clinical J. of pain*. 2000. Vol. 16, № 4. P. 327–333. DOI 10.1097/00002508-200012000-00009
28. Пат. RU2775804C1. Способ анестезии верхней конечности при хирургическом лечении предплечья и кисти / Гудантов Р. Б., Крайнюков П. Е., Колодкин Б. Б. и др. ; заявл. 17.08.21 ; опубл. 11.07.22, бюл. 20.
- Pat. RU2775804C1. *A method of anesthesia of the upper limb during the surgical treatment of forearms and brushes. Gudantov RB, Krainyukov PE, Kolodkin BB et al.; Declared. 08/17/21; Published 07/11/22, Bulletin 20.*
29. Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus / G. Retzl et al. // *Anesthesia and analgesia*. 2001. Vol. 92, № 5. P. 1271–1275. DOI 10.1097/0000539-200105000-00037
30. La aducción del brazo no aumenta la extensión del bloqueo en la anestesia del plexobraquialpor vía axilar [Arm adduction does not increase block extension in anesthesia of the brachial plexus by the axillary approach] / J. Rodríguez et al. // *Revista española de anestesiología y reanimación*. 1998. Vol. 45, № 6. P. 238–241.