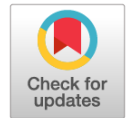


DOI: <https://doi.org/10.17816/1993-6508-2021-15-4-267-276>

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ



# Модифицированная методика проксимальной подключичной блокады плечевого сплетения: исследование на нефиксированных трупах

В.Г. Цветков, Р.Е. Лахин, А.В. Щёголев, В.В. Шустров, К.А. Цыганков

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

Блокада плечевого сплетения в проксимальной подключичной области выполняется глубже и кзади от средней точки ключицы. Имеются ограниченные данные, оценивающие распространение местного анестетика при использовании проксимального подключичного доступа к плечевому сплетению.

**Цель.** Изучить распространение окрашенного раствора у нефиксированных трупов при его введении по модифицированной методике проксимального подключичного доступа к плечевому сплетению с использованием ультразвуковой навигации.

**Материалы и методы.** На трёх нефиксированных трупах были выполнены 6 инъекций под ультразвуковым контролем с использованием 20 мл окрашенного раствора. Плечевое сплетение и его ветви были выделены от уровня средней точки ключицы до верхней трети плеча. Оценивались границы распределения чернил по отношению к пучкам и конечным ветвям плечевого сплетения от пресечения ими верхнего края ключицы и до верхних отделов подмышечной области.

**Результаты.** Инъекции показали, что во всех случаях распространения красителя латеральный, задний и медиальный пучки плечевого сплетения были окрашены. Окрашивание концевых ветвей варьировалось и ограничивалось проксимальными участками этих нервов. Краситель распространился до уровня межлестничного промежутка в 2 (33%) из 6 (100%) инъекций; в 4 (67%) инъекциях краситель распространялся до уровня верхнего края ключицы соответственно. Подмышечный нерв и лучевой нерв были окрашены во всех инъекциях, локтевой нерв был окрашен в 4 (67%) из 6 (100%) инъекций. Мышечно-кожный нерв и срединный нерв были окрашены только в 2 (33%) из 6 (100%) инъекций. Ни в одном случае не было отмечено окрашивание диафрагмального нерва.

**Выводы.** Это исследование, выполненное на нефиксированных трупах, показало, что инъекция, сделанная с использованием модифицированной методики проксимального подключичного доступа под ультразвуковым контролем, позволяет заполнить фасциальный футляр, окружающий плечевое сплетение, инъекционным материалом, что приводит к распространению красителя вокруг всех пучков плечевого сплетения с переходом в надключичное пространство. Необходимы дополнительные исследования, чтобы оценить, могут ли большие объёмы инъекций или несколько мест инъекций повлиять на распространение.

**Ключевые слова:** регионарная анестезия; плечевое сплетение; ультразвуковая навигация; надключичный доступ.

## Как цитировать:

Цветков В.Г., Лахин Р.Е., Щёголев А.В., Шустров В.В., Цыганков К.А. Модифицированная методика проксимальной подключичной блокады плечевого сплетения: исследование на нефиксированных трупах // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2021. Т. 15, № 4. С. 267–276.

DOI: <http://doi.org/10.17816/1993-6508-2021-15-4-267-276>

DOI: <http://doi.org/10.17816/1993-6508-2021-15-4-267-276>

ORIGINAL ARTICLES

## Modified technique for proximal subclavicular brachial plexus block: study on unfixed cadavers

Vasiliy G. Tsvetkov, Roman E. Lakhin, Alexey V. Shchegolev, Vyacheslav V. Shustrov, Kirill A. Tsygankov

Military Medical Academy named after S.M. Kirov, St. Petersburg, Russian Federation

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** The proximal subclavian brachial plexus block is performed deep and posterior to the midpoint of the clavicle. Only a few studies evaluated the spread of local anesthetic when using a proximal subclavian approach to the brachial plexus. We performed a cadaveric study to evaluate the spread of the injection after performing proximal subclavian brachial plexus block using ultrasound navigation.

**AIM:** To examine the spread of the stained solution in unfixed corpses, when it is administered using a modified technique of proximal subclavian access to the brachial plexus using ultrasound navigation.

**MATERIALS AND METHODS:** Six ultrasound-guided injections were performed on three unfixed cadavers using 20 ml of a colored solution. The brachial plexus and its branches were distinguished from the level of the midpoint of the clavicle to the upper third of the shoulder. The boundaries of ink distribution in relation to the bundles and terminal branches of the brachial plexus from the intersection of the upper edge of the clavicle to the upper parts of the axillary region were assessed.

**RESULTS:** In all cases of dye spread, the lateral, posterior, and medial bundles of the brachial plexus were stained. Terminal branch staining varied and was limited to the proximal portions of these nerves. The dye spread to the interstitial space in 2 (33%) out of 6 (100%) injections and to the level of the upper edge of the clavicle in 4 (67%) injections. The axillary and radial nerves were stained in all injections, and the ulnar nerve was stained in 4 (67%) of 6 (100%) injections. The musculocutaneous and median nerves were stained in only 2 (33%) of 6 (100%) injections. No phrenic nerve staining was observed in any case.

**CONCLUSIONS:** On the basis of experiment results on unfixed cadavers, injection using a modified ultrasound-guided proximal subclavian approach can fill the fascial sheath surrounding the brachial plexus with the injection material, thus causing the dye to spread around all bundles of the brachial plexus to supraclavicular space. Additional research is needed to assess whether high injection volumes or multiple injection sites can affect distribution.

**Keywords:** regional anesthesia; brachial plexus; ultrasound navigation; supraclavicular access.

### To cite this article:

Tsvetkov VG, Lakhin RE, Shchegolev AV, Shustrov VV, Tsygankov KA. Modified technique for proximal subclavian brachial plexus block: study on unfixed cadavers. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2021;15(4):267–276. DOI: <http://doi.org/10.17816/1993-6508-2021-15-4-267-276>

Received: 10.12.2021

Accepted: 01.02.2022

Published: 29.04.2022

Блокада плечевого сплетения – один из самых популярных и широко используемых в регионарной анестезии блоков. Основными преимуществами являются универсальность и высокая безопасность, обеспечиваемые анатомией сплетения, и использование современных методов, таких как ультразвуковая навигация и нейростимуляция. Блокада плечевого сплетения является эффективным методом обеспечения анестезии верхней конечности от плеча до кончиков пальцев. Существует множество подходов к блокированию плечевого сплетения, в зависимости от показаний к блокаде, выполняемой операции или процедуры, особенностей конкретного пациента, сопутствующих заболеваний и индивидуальных анатомических особенностей [1]. Использование ультразвука сделало эти блоки более доступными и безопасными для выполнения [2]. Имеются данные, свидетельствующие о том, что использование ультразвуковой навигации уменьшает общий объём необходимого анестетика, количество осложнений, таких как пневмоторакс и повреждение сосудов, и увеличивает успех блокады [2].

Вызывает интерес модифицированная методика проксимального доступа к блокаде плечевого сплетения под ультразвуковым контролем, учитывая её потенциал для обеспечения обезболивания верхней конечности при сохранении интактным диафрагмального нерва [3, 4]. Данная блокада выполняется в проекции медиальной подключичной ямки, глубже и кзади от середины ключицы, где пучки плечевого сплетения собраны вместе и расположены сбоку от подмышечной артерии [5]. Это обеспечивает альтернативный проксимальный подключичный подход к плечевому сплетению [5, 6]. Данный анатомический регион был описан как «ворота в надключичное пространство» [7]. Надключичное распространение инъекции подтверждается недавним исследованием, которое показало, что обеспечивается обезболивание, сравнимое с межлестничным доступом к блокаде плечевого сплетения [3]. По сравнению с надключичной и межлестничной блокадой плечевого сплетения, подключичная блокада связана со значительно меньшей частотой блокады диафрагмального нерва [3, 8–10]. Ограниченное количество исследований выполнено на трупах с целью оценки распространения при проксимальных подключичных блокадах [7, 11].

Это исследование направлено на оценку анатомического распространения инъекционного материала в области плечевого сплетения после инъекции, выполненной с использованием модифицированной методики проксимального подключичного доступа под ультразвуковым контролем.

**Цель:** изучить распространение окрашенного раствора у нефиксированных трупов, при его введении по модифицированной методике проксимального подключичного доступа к плечевому сплетению с использованием ультразвуковой навигации.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование было выполнено на кафедре нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова на трёх нефиксированных трупах. Характеристики трупов представлены в таблице 1. Ни у одного из трупов не было операций на шее, проксимальном отделе верхней конечности или верхней части грудной клетки.

### Методика введения окрашенного раствора

Для выполнения инъекции использовалась ультразвуковая система S-ICU (Sonosite) с высокочастотным линейным ультразвуковым датчиком (13–6 Гц, 6 см, HFL38xp). Положение трупа на спине с приведённой верхней конечностью, голова слегка отклонена в контралатеральную сторону. Были идентифицированы следующие анатомические ориентиры: ключица, яремная вырезка и кончик клювовидного отростка. Затем выполнено последовательное ультразвуковое сканирование соноанатомии соответствующей части плечевого сплетения. Ультразвуковое сканирование включало следующие шаги:

**Шаг 1.** Линейный датчик размещался в парасагиттальной плоскости несколько ниже клювовидного отростка, при этом маркер ориентации направлялся краниально, на ультразвуковом изображении определялись нижний край ключицы, подмышечная артерия, большая и малая грудные мышцы.

**Шаг 2.** Каудальный конец датчика осторожно перемещался медиально, пока все 3 пучка плечевого сплетения не были чётко визуализированы латеральнее подмышечной артерии.

**Таблица 1.** Характеристика трупов

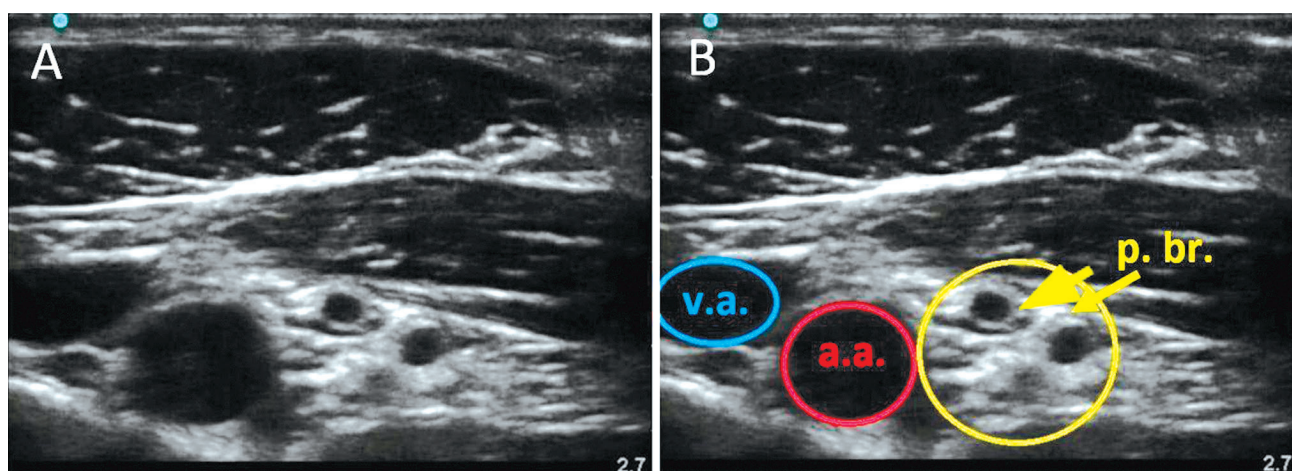
**Table 1.** Characteristics of cadavers

Труп	1	2	3
Сторона введения	Правая+левая	Правая+левая	Правая+левая
Пол	Мужской	Мужской	Женский
Возраст, лет	69	65	72
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	24,1	19,4	28

Шаг 3. Сохраняя то же положение датчика, он слегка наклонялся с целью направить ультразвуковой луч краниально, под ключицу. Подбирали оптимальный угол наклона датчика между задней поверхностью ключицы и передней зубчатой мышцей, для того чтобы направить ультразвуковой луч под более прямым углом к нижележащим сосудисто-нервным структурам и тем самым минимизировать анизотропию (рис. 1).

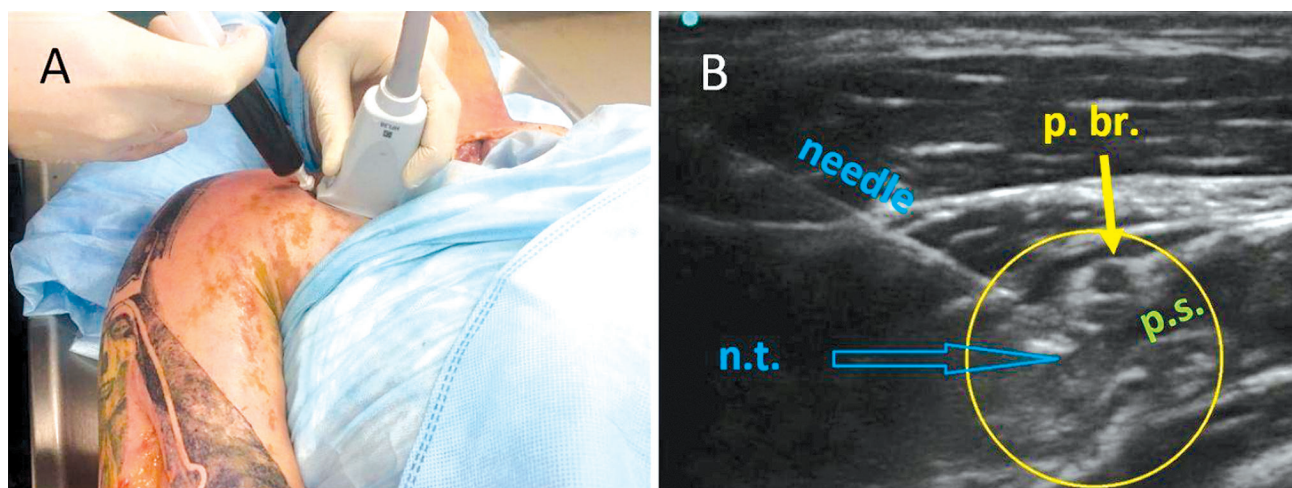
Для манипуляции использовали иглу для регионарной анестезии размером 21G длиной 5 см (B/Braun). Иглу вводили в плоскости сканирования ультразвукового датчика (in-plane) в латерально-медиальном направлении.

С использованием ультразвуковой навигации, в режиме реального времени иглу подвели так, чтобы кончик иглы находился в центре кластера, образованного тремя пучками плечевого сплетения. Объём вводимого окрашенного раствора составлял 20 мл (рис. 2). Все инъекции выполнялись в одной точке между пучками плечевого сплетения, без перепозиционирования кончика иглы. Инъекцию всем трём нефиксированным трупам производили с левой и правой сторон. Все инъекции были выполнены одним врачом анестезиологом-реаниматологом с опытом выполнения блокад периферических нервов под ультразвуковым контролем (рис. 2).



**Рис. 1.** Сонограмма сосудисто-нервного пучка, полученная по методике модифицированного проксимального подключичного доступа. А – ультразвуковое изображение. В – ультразвуковая картина и схема сосудисто-нервного пучка в подключичной области (v.a. – подмышечная вена, a.a. – подмышечная артерия, p.br. – плечевое сплетение)

**Fig. 1.** Sonogram of the neurovascular bundle obtained using the modified proximal subclavian approach. A – ultrasound image. B – ultrasound picture and diagram of the neurovascular bundle in the subclavian region (v.a. – axillary vein, a.a. – axillary artery, p.br. – brachial plexus)



**Рис. 2.** Выполнение блокады по модифицированной методике проксимального подключичного доступа к плечевому сплетению с использованием ультразвуковой навигации. А. Положение датчика и иглы во время выполнения блокады. В. Схема визуализации кончика иглы и пучков плечевого сплетения, окружённых раствором (p.br. – плечевое сплетение, needle – игла, n.t. – кончик иглы, p.s. – окрашенный раствор)

**Fig. 2.** Blockade performed using a modified technique of proximal subclavian access to the brachial plexus using ultrasound navigation. A. Position of the transducer and needle during the blockade. B. Schematic of visualization of the needle tip and bundles of the brachial plexus surrounded by solution (p.br. – brachial plexus, needle – needle, n.t. – needle tip, p.s. – colored solution)



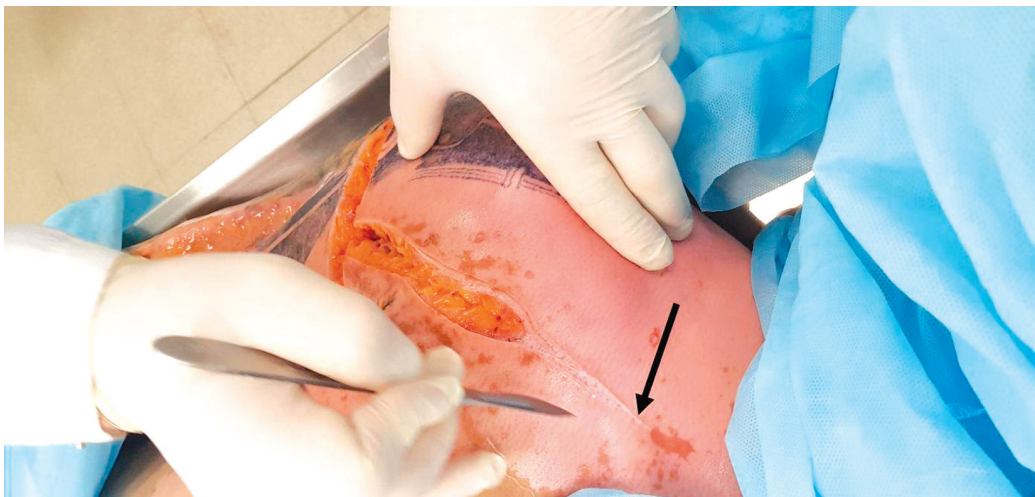
### Методика анатомического исследования

Разрез кожи был сделан от нижнего края середины ключицы и продолжался вдоль переднего края дельтовидной мышцы до границы верхней и средней трети плеча (рис. 3). Кожа была отведена вверх и вниз, чтобы обнажить большую грудную мышцу, дельтовидную, двуглавую и трёхглавую мышцы плеча. Большую грудную мышцу пересекали между грудной и ключичной частями и отводили для того, чтобы выявить ключично-грудную фасцию и малую грудную мышцу (рис. 4).

Малая грудная мышца была рассечена на 0,5 см дистальнее её прикрепления к клювовидному отростку и так

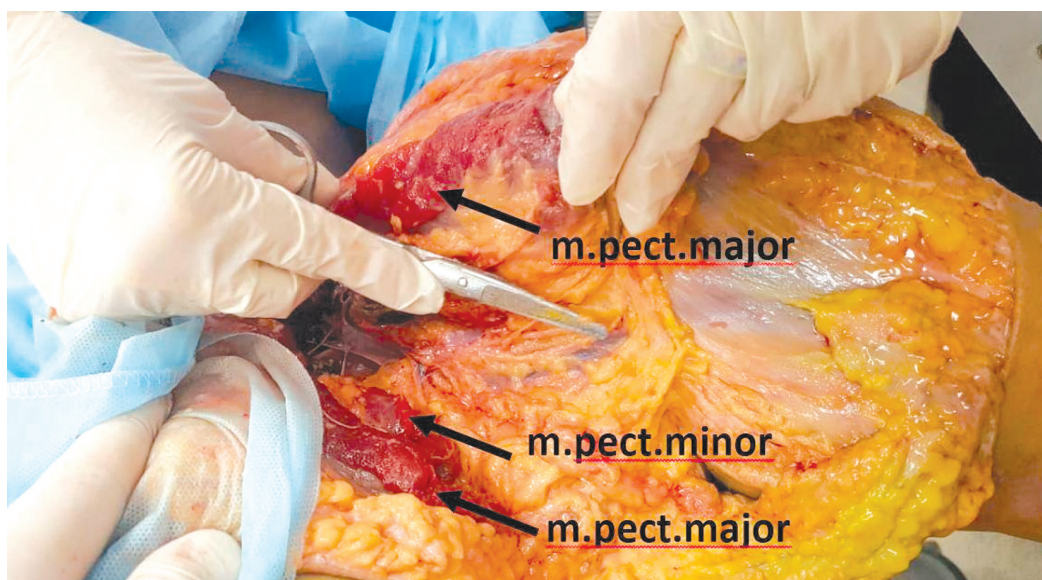
же отведена. Подключичная мышца была разрезана и отведена, чтобы визуализировать сосудисто-нервный пучок (СНП). После визуализации СНП в фасциальном футляре оценивались границы распределения чернил по отношению к пучкам и конечным ветвям плечевого сплетения от пресечения ими верхнего края ключицы и до верхних отделов подмышечной области (рис. 5).

После вскрытия фасциального футляра СНП дополнительно оценивалось распределение инъекционного материала по отношению к элементам плечевого сплетения. Были исследованы подмышечный и лучевой нервы в месте отхождения от заднего пучка плечевого сплетения



**Рис. 3.** Разрез кожи от ключицы вдоль переднего края дельтовидной мышцы до границы верхней и средней трети плеча. Стрелкой показана середина ключицы

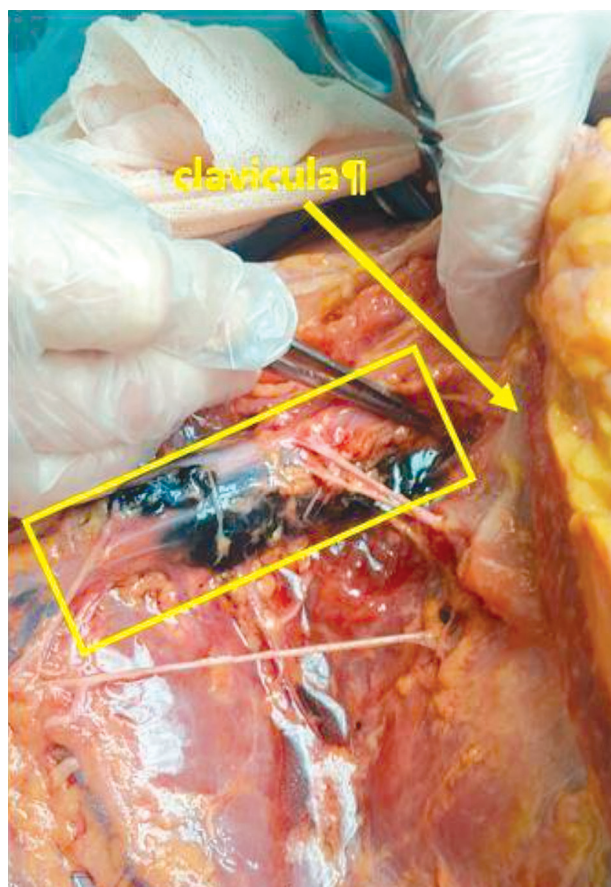
**Fig. 3.** Skin incision from the clavicle along the anterior edge of the deltoid muscle to the border of the upper and middle third of the shoulder. The arrow shows the middle of the clavicle



**Рис. 4.** Послойное рассечение тканей для обнажения сосудисто-нервного пучка (m. pect. major – б.г.м. – большая грудная мышца, m. pect. minor – м.г.м. – малая грудная мышца)

**Fig. 4.** Layered tissue dissection to expose the neurovascular bundle (m. pect. major – pectoralis major muscle, m. pect. minor – pectoralis minor muscle)





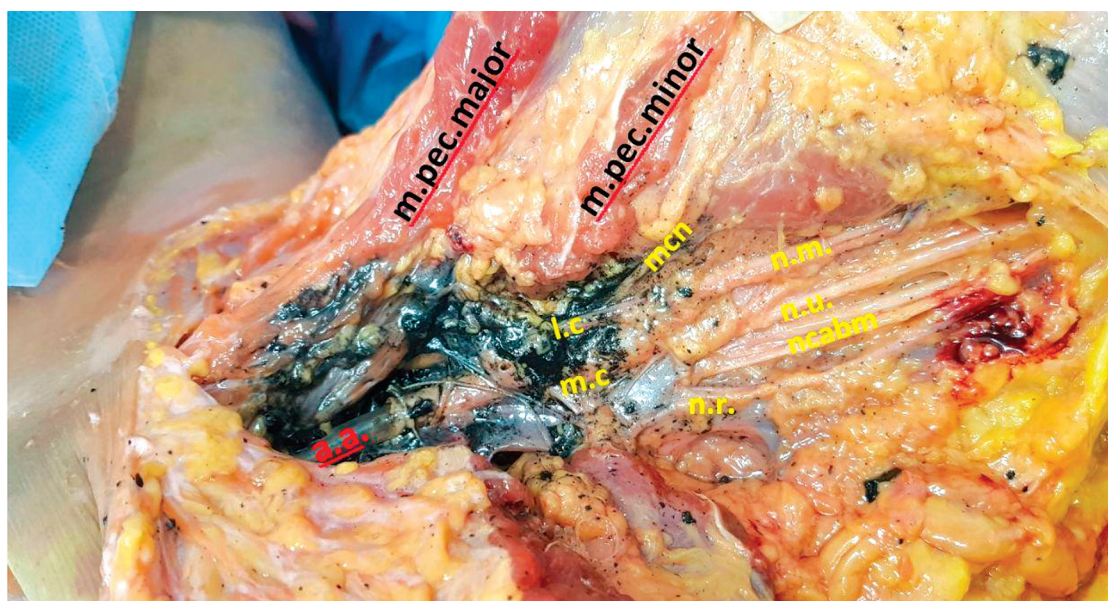
**Рис. 5.** Футляр сосудисто-нервного пучка, заполненный окрашенным раствором. Сосудисто-нервный пучок обведен рамкой  
**Fig. 5.** A case of the neurovascular bundle filled with a colored solution. The neurovascular bundle is framed

до их направления в четырёхстороннее и трёхстороннее отверстия задней стенки подмышечной впадины соответственно. Выделен и осмотрен мышечно-кожный нерв как конечная ветвь латерального пучка плечевого сплетения. Локтевой нерв исследовался как конечная ветвь медиального пучка плечевого сплетения дистальнее малой грудной мышцы. Срединный нерв был исследован при его формировании из латерального и медиального пучков плечевого сплетения перед третьей частью подмышечной артерии (рис. 6).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы IBM SPSS Statistics 20.0. С учётом субъективности получаемых данных, результаты представлены в виде медианы и 25-го и 75-го перцентилей — Me (Q1; Q3). Был проведён анализ для описания и обобщения распределений переменных. Описание частот значения в исследуемой выборке представлено с обязательным указанием на приводимую характеристику выборки ( $n$  (%)).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Средняя глубина визуализации плечевого сплетения составила 3 (2,6; 3,5) см. В результате выполненной инъекции во всех случаях было получено широкое распространение чернил, в фасциальном футляре, вокруг сосудисто-нервного пучка как на подключичном, так и на надключичном уровнях. Краситель распространился до уровня межлестничного промежутка в 2 (33%) из 6 (100%) инъекций; в 4 (67%) инъекциях краситель



**Рис. 6.** Вскрытый футляр сосудисто-нервного пучка (a.a. – подмышечная артерия, l.c. – латеральный пучок, m.c. – медиальный пучок, n.r. – лучевой нерв, mcn – мышечно-кожный нерв, n.m. – срединный нерв, n.u. – локтевой нерв, ncabm – медиальный кожный нерв предплечья)

**Fig. 6.** Opened case of the neurovascular bundle (a.a. – axillary artery, l.c. – lateral bundle, m.c. – medial bundle, n.r. – radial nerve, mcn – musculocutaneous nerve, n.m. – median nerve, n.u. – ulnar nerve, ncabm - medial cutaneous nerve of the forearm)

распространялся до уровня верхнего края ключицы соответственно.

Инъекции показали, что во всех случаях распространения красителя латеральный, задний и медиальный пучки плечевого сплетения были окрашены. Окрашивание концевых ветвей варьировалось и ограничивалось проксимальными участками этих нервов. Подмышечный нерв и лучевой нерв были окрашены во всех инъекциях, локтевой нерв был окрашен в 4 (67%) из 6 (100%) инъекций. Мышечно-кожный нерв и срединный нерв были окрашены только в 2 (33%) из 6 (100%) инъекций. Ни в одном случае не было отмечено окрашивание диафрагмального нерва. В таблице 2 показаны структуры, окрашенные при каждой инъекции.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В этом анатомическом исследовании краситель был введён в фасциальный футляр под контролем ультразвука, последовательно распространился и окрасил все пучки плечевого сплетения, включая надлопаточный нерв. Диафрагмальный нерв не был окрашен ни в одном из случаев.

Существует определённый клинический интерес к альтернативным доступам к плечевому сплетению, которые щадят диафрагмальный нерв и, как следствие, не приводят к парезу диафрагмы на стороне блокады [3, 8–10]. Наши результаты показали, что краситель распространился на те участки плечевого сплетения, которые иннервируют плечевой сустав и прилегающие области. В недавнем рандомизированном клиническом исследовании, посвящённом различным видам блокад плечевого сплетения в хирургии плеча, не было

существенных различий в показателях боли в течение первых 24 ч [3]. Кроме того, частота пареза диафрагмы на стороне блокады составила 100% в группе межлестничного доступа к плечевому сплетению по сравнению с 0% в группе подключичного доступа [3]. Наши результаты подтверждают это анатомически, так как диафрагмальный нерв не был окрашен ни в одной из инъекций.

Наше анатомическое исследование имеет несколько ограничений. Размер выборки невелик и окрашивание нервов может не указывать на ноцицептивную блокаду в клинических условиях. Результаты исследования на трупах не могут быть полностью воспроизводимыми в клинической модели *in vivo* [12, 13]. Далее, мы выполнили это исследование с объёмом инъекции 20 мл, что описывается в ряде исследований как достаточное для артроскопии плеча и других операций [3, 5, 8]. Однако ранее в исследовании, посвящённом определению необходимой дозы, было показано, что 34 мл являлись минимальным эффективным объёмом для достижения адекватной сенсорной блокады у 90% пациентов, перенёвших операцию на локте или дистальнее [14]. Leurcharusmee с соавт. продемонстрировали 90% успех при использовании для подключичной блокады 35 мл для хирургии верхних конечностей [15]. Необходимы дальнейшие исследования для оценки влияния объёма инъекции на характер распространения при использовании данной методики.

Ещё одним потенциальным ограничением этого исследования является то, что наши инъекции были выполнены в одном месте между связками плечевого сплетения без какого-либо перенаправления кончика иглы. Есть исследования, показывающие наличие

**Таблица 2.** Структуры, окрашенные при каждой инъекции

**Table 2.** Structures stained at each injection

№ нефиксированного трупа	1		2		3	
	Справа	Слева	Справа	Слева	Справа	Слева
Сторона инъекции						
Надлопаточный нерв	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Пучки:						
латеральный	Да	Да	Да	Да	Да	Да
задний	Да	Да	Да	Да	Да	Да
медиальный	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Ветви:						
подмышечный	Да	Да	Да	Да	Да	Да
лучевой	Да	Да	Да	Да	Да	Да
локтевой	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да
мышечно-кожный	Нет	Нет	Да	Да	Нет	Нет
срединный	Нет	Нет	Да	Да	Нет	Нет
Диафрагмальный нерв	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Примечание: Да – окрашено, нет – не окрашено

перегородок в фасциальном футляре между пучками плечевого сплетения [16, 17]. Возможно, что другое место инъекции или несколько мест инъекции в данной области могут повлиять на распространение красителя.

## ВЫВОДЫ

Это исследование, выполненное на нефиксированных трупах, показало, что инъекция, сделанная с использованием модифицированной методики проксимального подключичного доступа под ультразвуковым контролем, позволяет заполнить фасциальный футляр, окружающий плечевое сплетение, инъекционным материалом, что приводит к распространению красителя вокруг всех пучков плечевого сплетения с переходом в надключичное пространство. Необходимы дополнительные исследования, чтобы оценить, могут ли большие объёмы инъекций или несколько мест инъекций повлиять на распространение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамаева Е.Г. Новый способ блокады плечевого сплетения // *Анестезиология и реаниматол.* 2006 № 4. С. 19–21.
2. Nadeau M.J., Levesque S., Dion N. Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery // *Can J Anaesth.* 2013. Vol. 60, N 3. P. 304–320. doi: 10.1007/s12630-012-9874-6
3. Aliste J., Bravo D., Layera S., et al. Randomized comparison between interscalene and costoclavicular blocks for arthroscopic shoulder surgery // *Reg Anesth Pain Med.* 2019. doi: 10.1136/rapm-2018-100055
4. Tran D.Q., Elgueta M.F., Aliste J., Finlayson R.J. Diaphragm-Sparing Nerve Blocks for Shoulder Surgery // *Reg Anesth Pain Med.* 2017. Vol. 42, N 1. P. 32–38. doi: 10.1097/AAP.0000000000000529
5. Karmakar M.K., Sala-Blanch X., Songthamwat B., Tsui B.C. Benefits of the costoclavicular space for ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block: description of a costoclavicular approach // *Reg Anesth Pain Med.* 2015. Vol. 40, N 3. P. 287–288. doi: 10.1097/AAP.0000000000000232
6. Demondion X., Herbinet P., Boutry N., et al. Sonographic mapping of the normal brachial plexus // *AJNR Am J Neuroradiol.* 2003. Vol. 24, N 7. P. 1303–1309. PMC7973677
7. Sala-Blanch X., Reina M.A., Pangthipampai P., Karmakar M.K. Anatomic Basis for Brachial Plexus Block at the Costoclavicular Space: A Cadaver Anatomic Study // *Reg Anesth Pain Med.* 2016. Vol. 41, N 3. P. 387–391. doi: 10.1097/AAP.0000000000000393
8. Li J.W., Songthamwat B., Samy W., et al. Ultrasound-Guided Costoclavicular Brachial Plexus Block: Sonoanatomy, Technique, and Block Dynamics // *Reg Anesth Pain Med.* 2017. Vol. 42, N 2. P. 233–240. doi: 10.1097/AAP.0000000000000566
9. Sivashanmugam T., Maurya I., Kumar N., Karmakar M.K. Ipsilateral hemidiaphragmatic paresis after a supraclavicular and costoclavicular brachial plexus block: A randomised observer blinded study // *Eur J Anaesthesiol.* 2019. Vol. 36, N 10. P. 787–795. doi: 10.1097/EJA.0000000000001069

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

**Вклад авторов.** Разработка дизайна исследования, набор материала, статистическая обработка, написание статьи – Цветков В.Г. Разработка дизайна исследования, статистическая обработка, написание статьи – Лахин Р.Е. Научное руководство, редактирование статьи – Щёголев А.В. Набор материала – Шустров В.В., Цыганков К.А.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Author contribution.** Research design development, data collection, statistical processing, article writing – Tsvetkov V.G. Research design development, statistical processing, article writing – Lakhin R.E. Scientific guidance, article editing – Shchegolev A.V. Collection of material – Shustrov V.V., Tsygankov K.A.

10. Oh C., Noh C., Eom H., et al. Costoclavicular brachial plexus block reduces hemidiaphragmatic paralysis more than supraclavicular brachial plexus block: retrospective, propensity score matched cohort study // *Korean J Pain.* 2020. Vol. 33, N 2. P. 144–152. doi: 10.3344/kjp.2020.33.2.144

11. Nieuwveld D., Mojica V., Herrera A.E., et al. Medial approach of ultrasound-guided costoclavicular plexus block and its effects on regional perfusion // *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2017. Vol. 64, N 4. P. 198–205. doi: 10.1016/j.redar.2016.09.010

12. Behr A.U., Chan V.W.S., Stecco C. Living versus cadaver fascial plane injection // *Reg Anesth Pain Med.* 2019. doi: 10.1136/rapm-2019-100893

13. Orebaugh S.L., Mukalel J.J., Krediet A.C., et al. Brachial plexus root injection in a human cadaver model: injectate distribution and effects on the neuraxis // *Reg Anesth Pain Med.* 2012. Vol. 37, N 5. P. 525–529. doi: 10.1097/AAP.0b013e3182660be2

14. Sotthisopha T., Elgueta M.F., Samerchua A., et al. Minimum Effective Volume of Lidocaine for Ultrasound-Guided Costoclavicular Block // *Reg Anesth Pain Med.* 2017. Vol. 42, N 5. P. 571–574. doi: 10.1097/AAP.0000000000000629

15. Leurcharusmee P., Elgueta M.F., Tiyaprasertkul W., et al. A randomized comparison between costoclavicular and paracoracoid ultrasound-guided infraclavicular block for upper limb surgery // *Can J Anaesth.* 2017. Vol. 64, N 6. P. 617–625. doi: 10.1007/s12630-017-0842-z

16. Thompson G.E., Rorie D.K. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths // *Anesthesiology.* 1983. Vol. 59, N 2. P. 117–122. doi: 10.1097/0000542-198308000-00009

17. Monzo E., Hadzic A. Costoclavicular approach to the brachial plexus block: simple or double injection? // *Reg Anesth Pain Med.* 2019. doi: 10.1136/rapm-2019-100852



## REFERENCES

1. Mamaeva EG. A new way to block the brachial plexus. *Russian journal of Anaesthesiology and Reanimatology*. 2006;(4):19–21. (In Russ).
2. Nadeau MJ, Levesque S, Dion N. Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery. *Can J Anaesth*. 2013;60(3):304–320. doi: 10.1007/s12630-012-9874-6
3. Aliste J, Bravo D, Layera S, et al. Randomized comparison between interscalene and costoclavicular blocks for arthroscopic shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med*. 2019. doi: 10.1136/rapm-2018-100055
4. Tran DQ, Elgueta MF, Aliste J, Finlayson RJ. Diaphragm-Sparing Nerve Blocks for Shoulder Surgery. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42(1):32–38. doi: 10.1097/AAP.0000000000000529
5. Karmakar MK, Sala-Blanch X, Songthamwat B, Tsui BC. Benefits of the costoclavicular space for ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block: description of a costoclavicular approach. *Reg Anesth Pain Med*. 2015;40(3):287–288. doi: 10.1097/AAP.0000000000000232
6. Demondion X, Herbinet P, Boutry N, et al. Sonographic mapping of the normal brachial plexus. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2003;24(7):1303–1309. PMC7973677
7. Sala-Blanch X, Reina MA, Pangthipampai P, Karmakar MK. Anatomic Basis for Brachial Plexus Block at the Costoclavicular Space: A Cadaver Anatomic Study. *Reg Anesth Pain Med*. 2016;41(3):387–391. doi: 10.1097/AAP.0000000000000393
8. Li JW, Songthamwat B, Samy W, et al. Ultrasound-Guided Costoclavicular Brachial Plexus Block: Sonoanatomy, Technique, and Block Dynamics. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42(2):233–240. doi: 10.1097/AAP.0000000000000566
9. Sivashanmugam T, Maurya I, Kumar N, Karmakar MK. Ipsilateral hemidiaphragmatic paresis after a supraclavicular and costoclavicular brachial plexus block: A randomised observer blinded study. *Eur J Anaesthesiol*. 2019;36(10):787–795. doi: 10.1097/EJA.0000000000001069
10. Oh C, Noh C, Eom H, et al. Costoclavicular brachial plexus block reduces hemidiaphragmatic paralysis more than supraclavicular brachial plexus block: retrospective, propensity score matched cohort study. *Korean J Pain*. 2020;33(2):144–152. doi: 10.3344/kjp.2020.33.2.144
11. Nieuwveld D, Mojica V, Herrera AE, et al. Medial approach of ultrasound-guided costoclavicular plexus block and its effects on regional perfusion. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2017;64(4):198–205. doi: 10.1016/j.redar.2016.09.010
12. Behr AU, Chan VWS, Stecco C. Living versus cadaver fascial plane injection. *Reg Anesth Pain Med*. 2019. doi: 10.1136/rapm-2019-100893
13. Orebaugh SL, Mukalel JJ, Krediet AC, et al. Brachial plexus root injection in a human cadaver model: injectate distribution and effects on the neuraxis. *Reg Anesth Pain Med*. 2012;37(5):525–529. doi: 10.1097/AAP.0b013e3182660be2
14. Sotthisopha T, Elgueta MF, Samerchua A, et al. Minimum Effective Volume of Lidocaine for Ultrasound-Guided Costoclavicular Block. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42(5):571–574. doi: 10.1097/AAP.0000000000000629
15. Leurcharumee P, Elgueta MF, Tiyaprasertkul W, et al. A randomized comparison between costoclavicular and paracoracoid ultrasound-guided infraclavicular block for upper limb surgery. *Can J Anaesth*. 2017;64(6):617–625. doi: 10.1007/s12630-017-0842-z
16. Thompson GE, Rorie DK. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. *Anesthesiology*. 1983;59(2):117–122. doi: 10.1097/0000542-198308000-00009
17. Monzo E, Hadzic A. Costoclavicular approach to the brachial plexus block: simple or double injection? *Reg Anesth Pain Med*. 2019. doi: 10.1136/rapm-2019-100852

## ОБ АВТОРАХ

**\*Цветков Василий Геннадьевич**, старший ординатор;  
адрес: 194044, г. Санкт-Петербург, ул. акад. Лебедева, 6, Россия;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4980-597X>;  
SPIN-код: 5316-4617;  
e-mail: vasilii\_cvetkov@mail.ru

**Лажин Роман Евгеньевич**, д.м.н., доцент;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6819-9691>;  
SPIN-код: 7261-9985;  
e-mail: doctor-lahin@yandex.ru

**Щёголев Алексей Валерианович**, д.м.н., профессор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6431-439X>;  
SPIN-код: 4107-6860;  
e-mail: alekseischegolev@gmail.com

**Шустров Вячеслав Владимирович**,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5144-3360>;  
SPIN-код: 5955-7492;  
e-mail: shustrov@anesthvmeda.ru

**Цыганков Кирилл Алексеевич**, к.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-0685>;  
SPIN-код: 7133-0503;  
e-mail: doctorcygankov@mail.ru

## AUTHORS INFO

**\*Vasily G. Tsvetkov**, senior resident;  
address: 6, Academic Lebedev str., 194044, St. Petersburg, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4980-597X>;  
SPIN-код: 5316-4617;  
e-mail: vasilii\_cvetkov@mail.ru

**Roman E. Lakhin**, MD, Dr. Sci. (Med.), assistant professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6819-9691>;  
SPIN-код: 7261-9985;  
e-mail: doctor-lahin@yandex.ru

**Alexey V. Shchegolev**, MD, Dr. Sci. (Med.), Prof.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6431-439X>;  
SPIN-код: 4107-6860;  
e-mail: alekseischegolev@gmail.com

**Vyacheslav V. Shustrov**;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5144-3360>;  
SPIN-код: 5955-7492;  
e-mail: shustrov@anesthvmeda.ru

**Kirill A. Tsygankov**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2357-0685>;  
SPIN-код: 7133-0503;  
e-mail: doctorcygankov@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author