

ОБЩАЯ ХИРУРГИЯ



<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2023-4-15-21>

УДК 616-089.5-031.83:617.58

© Агафонов Д.Е., Крайнюков П.Е., Яковлев М.Ю., Вальцева Е.А., 2023

Оригинальная статья/Original article

ВЫРАЖЕННОСТЬ ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА И СКОРОСТЬ ЗАЖИВЛЕНИЯ РАН НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОСЛЕ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОД РЕГИОНАРНОЙ ПРОВОДНИКОВОЙ АНЕСТЕЗИЕЙ: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Д.Е. АГАФОНОВ, П.Е. КРАЙНЮКОВ, М.Ю. ЯКОВЛЕВ, Е.А. ВАЛЬЦЕВА

¹ФКУ «Центральный военный клинический госпиталь имени П.В. Мандрыка» Минобороны России, Москва, Россия

²ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

³ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

⁴ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия

Резюме

Введение. Проводниковую анестезию под УЗИ контролем нервных сплетений и периферических нервов следует признать наиболее оптимальным видом обезболивания при операциях на верхних и нижних конечностях. Однако влияние применяемых тактик обезболивания и различных анестезиологических пособий на заживление ран четко не доказано.

Цель исследования. Сравнительная оценка выраженности воспалительного процесса и скорости заживления ран у пациентов с осколочными ранениями нижних конечностей после применения разных тактик проводниковой анестезии в ходе хирургического лечения.

Материалы и методы исследования. Проведено проспективное когортное исследование 147 пациентов, оперированных по поводу осколочных ранений нижних конечностей. Наблюдение пациентов осуществлялось по 4 группам в зависимости от тактики обезболивания. Анализ данных выполнен с помощью методов описательной статистики, сравнительный анализ – с применением критерия Вилкоксона и Манна-Уитни.

Результаты лечения. Анализ одного из основных показателей оценки эффективности проводимого лечения – скорости заживления ран, показал его значимое различие между пациентами, получавшими во время оперативного вмешательства продленную проводниковую анестезию под УЗ-контролем ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни), и больными, которым оперативное вмешательство проводилось под местной, внутривенной и проводниковой анестезией под УЗ-контролем. У первых скорость заживления раневой поверхности в 01, 02 и 03 фазы была наибольшей: 2,5, 9,5 и 15 дней соответственно ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни).

Заключение. Примененное в ходе исследования анестезиологическое пособие оказывает положительный эффект на пролиферацию и регенерацию тканей после оперативного лечения осколочных ранений нижних конечностей.

Ключевые слова: регионарная проводниковая анестезия, нижние конечности, скорость заживления ран.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Агафонов Д.Е., Крайнюков П.Е., Яковлев М.Ю., Вальцева Е.А. Выраженность воспалительного процесса и скорость заживления ран нижних конечностей после оперативного лечения под регионарной проводниковой анестезией: проспективное исследование. *Московский хирургический журнал*, 2023. № 4. С. 15–21. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2023-4-15-21>

Вклад авторов: Агафонов Д.Е., Крайнюков П.Е. – подготовка к публикации, Яковлев М.Ю., Вальцева Е.А. – статистический анализ и подготовка к публикации.

EXPRESSION OF INFLAMMATORY PROCESS AND WOUND HEALING RATE AFTER REGIONAL CONDUCTION ANESTHESIA IN SURGICAL TREATMENT OF THE LOWER EXTREMITIES: A PROSPECTIVE STUDY

DMITRY E. AGAFONOV¹, PAVEL E. KRAYNYUKOV^{1,4}, MAXIM YU. YAKOVLEV^{2,3}, ELENA A. VALTSEVA²

¹ Central Military Clinical Hospital named after P. V. Andryka of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 107014, Moscow, Russia.

² National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia.

³ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University), Moscow, Russia.

⁴ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peoples Friendship University of Russia", 117198, Moscow, Russia.

Abstract

Introduction. Conduction anesthesia under ultrasound control of nerve plexuses and peripheral nerves should be recognized as the most optimal type of anesthesia during surgeries on the upper and lower extremities. However, the effect of the used anesthesia tactics and various anesthetic aids on wound healing has not been clearly proved.

The aim – comparative analysis of inflammatory process expression and wound healing rate in patients with shrapnel wounds of the lower extremities after using different tactics of conduction anesthesia during surgical treatment.

Materials and methods of research. An observational prospective cohort study of 147 patients who underwent surgery for shrapnel wounds of the lower extremities was carried out. The patients were observed in 4 groups depending on the anesthesia tactics. Data analysis was performed using descriptive statistical methods, comparative analysis using Wilcoxon and Mann-Whitney criteria.

Treatment results. Intergroup analysis of one of the main indicators of the efficacy of the treatment, which characterizes the rate of wound healing, showed a significant difference in the group of patients who received conductive anesthesia of the sciatic nerve branches at the level of the fossa of the hamstrings according to ultrasound control during surgery ($p < 0.05$ by Mann-Whitney test), when compared to the groups that underwent surgery with conductive anesthesia of the sciatic nerve through gluteal access with blockade of the femoral nerve under ultrasound control, with conductive anesthesia of the femoral nerve under ultrasound control, as well as with local anesthesia, respectively.

Conclusion. The anesthetic aid developed during the study has a positive effect on tissue proliferation and regeneration after surgical treatment of shrapnel wounds of the lower extremities.

Key words: regional conductive anesthesia, lower extremities, wound healing rate.

Conflict of interests: none.

For citation: Agafonov D.E., Kraynyukov P.E., Yakovlev M.Yu., Valtseva E.A. Expression of inflammatory process and wound healing rate after regional conduction anesthesia in surgical treatment of the lower extremities: a prospective study. *Moscow Surgical Journal*, 2023, № 4, pp. 15–21. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2023-4-15-21>

Contribution of the authors: Agafonov D.E., Kraynyukov P.E. – preparation for publication, Yakovlev M.Yu., Valtseva E.A. – statistical analysis and preparation for publication.

Введение

Применение в клинической практике инновационных методов лечения, современной фармакотерапии способствует проведению оперативных вмешательств с сохранением функциональных особенностей нижней конечности, увеличению частоты положительных исходов заболеваний и сокращению времени пребывания пациентов в стационаре [1, 2].

Приоритетами при лечении осколочных ранений являются не только верная тактика хирургического вмешательства, но и выбор адекватного анестезиологического пособия. На сегодняшний день среди всех анестезиологических пособий проводниковая анестезия нервных сплетений и периферических нервов признается наиболее оптимальным видом обезболивания при операциях на верхних и нижних конечностях. Однако этот вид анестезии на нижних конечностях анестезиологами применяется реже ввиду возможных негативных последствий, таких как, например, прокол сопровождающей артерии или вены с последующим внутрисосудистым введением местного анестетика и интоксикацией, непреднамеренное введение анестетика в нервный ствол с развитием неврита [3]. Но в

последние годы благодаря широкому применению ультразвуковой диагностики и появлению передового инструментария – высокоразрешающей ультразвукографии, обеспечивающей качественное динамическое изображение, стала внедряться проводниковая анестезия периферических нервов нижних конечностей под УЗ-контролем [4]. Технические возможности высокоразрешающего УЗИ позволяют мониторить процесс анестезиологической тактики и успешно выполнять проводниковую анестезию при травмах и осколочных ранениях нижних конечностей [3].

Наряду с совершенствованием техники обезболивания и обсуждением определенных преимуществ проводниковой анестезии в отечественных и зарубежных публикациях рассматривается вопрос о способах улучшения исходов лечения, в том числе о влиянии на динамику раневого процесса местных анестетиков, широко используемых в клиниках [5–8]. В исследованиях, посвященных изучению влияния местных анестетиков на заживление ран *in vivo* и *in vitro*, использовались такие показатели, как прочность раны на разрыв, уровень гидроксипролина в ткани, структура и количество коллагеновых волокон, фиброзный индекс [9–11]. Между тем ограниченное

количество опубликованных результатов исследований и имеющиеся различия между ними показали противоречивость в отношении влияния местных анестетиков на заживление ран, что вызывает необходимость проведения дальнейших исследований [12, 13]. Кроме того, требует дополнительного изучения и клинической оценки вопрос о выборе оптимального метода анестезии в зависимости от локализации травмы и сравнительного действия анестетиков при местной инфильтрационной анестезии, а также при выполнении дистальных блокад нервов и сплетений нижней конечности [14].

Цель исследования. Сравнительная оценка выраженности воспалительного процесса и скорости заживления ран у пациентов с осколочными ранениями нижних конечностей после применения разных тактик анестезии в ходе хирургического вмешательства.

Материалы и методы

Проведено проспективное когортное исследование 147 пациентов, оперированных по поводу осколочных ранений нижних конечностей на базе Центрального военного клинического госпиталя им. П.В. Мандрыка Минобороны России. Под УЗ-контролем выполнялась блокада периферических нервов, вариант блокады зависел от уровня повреждения и оперативного вмешательства. Наблюдение пациентов осуществлялось в зависимости от тактики блокады (обезболивания) по 4 группам.

Пациентам группы I (30 человек) операция проводилась в условиях местной инфильтрационной анестезии с введением 0,25 % раствора лидокаина. Объем вводимого местного анестетика не превышал максимальной дозы.

Пациентам группы II (40 человека) оперативное вмешательство проводилось в условиях проводниковой анестезии. Под УЗ-контролем выполнялась блокада периферических нервов, вариант блокады зависел от уровня повреждения и оперативного вмешательства. С целью наиболее эффективной анальгезии вводили раствор ропивакаина 0,5 % 10 мл + раствор лидокаина 2 % 10 мл. Общий объем местного анестетика – 20 мл.

Пациентам группы III (38 человек) оперативное вмешательство проводилось в условиях продленной проводниковой анестезии. Под УЗ-контролем выполнялось подведение катетера через иглу к периферическому нерву, уровень заведения катетера зависел от места повреждения и оперативного вмешательства. Для адекватной анальгезии вводили раствор артикаина 1 % 5 мл с последующим его продленным введением через инфузомат со скоростью 1–2 мл в час. Длительность введения составляла 4–5 сут.

Пациентам группы IV (39 человек) оперативное вмешательство проводилось в условиях внутривенной анестезии. Для этого использовались 1 % раствор пропофола и 0,005 % раствор фентанила. Дозировки препаратов подбирались индивидуально каждому пациенту из расчета массы тела и продолжительности оперативного вмешательства.

Критериями включения в исследование явились осколочные ранения нижних конечностей, пациенты мужского пола, письменное согласие пациента. Критериями исключения являлись: отказ пациента от исследования на любом этапе, сочетанные ранения, наличие в анамнезе органических поражений ЦНС, кардиореспираторных заболеваний, на момент лечения – острая респираторная вирусная инфекция.

У пациентов определяли количество лейкоцитов в плазме крови, измеряли температуру тела до операции и течение 5 суток. В днях определяли первую, вторую и третью фазы заживления раневых поверхностей.

Математическая обработка полученных данных включала методы биомедицинской статистики. Проверка выборок на нормальность распределения проводилась по критерию Колмогорова-Смирнова. Количественные показатели анализировались с использованием непараметрических критериев, средние значения представлены в виде $Me [Q_{25}; Q_{75}]$. Сравнительный анализ осуществлялся с применением критериев Вилкоксона и Манна-Уитни.

Использовалась статистическая программа IBM SPSS Statistics 23.

Результаты

Факторы, влияющие на заживление ран, обычно связаны с хирургическими проблемами и проблемами пациента. Однако уже достаточно хорошо известно, что существуют также факторы, связанные с анестезией, которые также могут влиять на заживление ран. К факторам, которые, как считается в настоящее время, влияют на заживление ран, относятся гипотония, гипотермия, боль после анестезии, иммуносупрессия.

Проведенные ранее исследования свидетельствуют о том, что на раннем этапе патологического процесса, связанного с ранением, одну из ключевых ролей играет иммунная система: ее нарушения могут непосредственно влиять на развитие осложнений, в первую очередь связанных с низкой регенерацией тканей и инфекционным процессом.

В связи с этим была проведена оценка количества лейкоцитов в плазме крови до оперативного вмешательства и после него в течение 5 суток ежедневно (табл. 1).

Как показано в таблице 1, до оперативного вмешательства и по прошествии 24 ч (1-е сутки) показатели во всех 4 группах были повышены, что говорит о наличии воспалительного процесса. После оперативного вмешательства на 1-е сутки количество лейкоцитов в крови несколько снизилось, хотя оставалось повышенным. В результате последующего лечения у пациентов наблюдалась нормализация уровня лейкоцитов в крови, которая сохранялась в течение всего периода наблюдения ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона). Хотя на 2-е сутки после вмешательства при сравнении показателей белой крови у пациентов группы IV, оперированных под местной инфильтрационной анестезией, количество лейкоцитов оказалось значимо выше

($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни) по сравнению с пациентами остальных групп, оперированных в условиях проводниковой анестезии под УЗ-контролем.

Таблица 1

Динамика количества лейкоцитов в плазме крови у пациентов, получавших оперативное лечение, в зависимости от вида анестезиологического пособия, $\times 10^9/\text{л}$

Table 1

Dynamics of the number of leukocytes in blood plasma in patients who received surgical treatment, depending on the type of anesthetic aid, $\times 10^9/\text{l}$

Группа Group	До операции Before the operation	Количество лейкоцитов в крови пациентов после оперативного вмешательства The number of leukocytes in the blood of patients after surgery				
		1-е сутки 1 day	2-е сутки 2 days	3-и сутки 3 days	4-е сутки 4 days	5-е сутки 5 days
I	12,95 [12,4; 13,5]*	9,8 [9,3; 9,8]*	5,4 [5,3; 6,375]	5,4 [5,3; 6,4]	5,3 [5,3; 5,4]	5,4 [5,3; 6,4]
II	13,4 [12,4; 13,5]*	9,8 [9,3; 9,8]*	5,4 [5,3; 6,325]	5,4 [5,3; 6,1]	5,3 [5,3; 5,4]	5,4 [5,3; 6,1]
III	13,4 [12,4; 13,5]*	9,8 [9,3; 9,8]*	5,4 [5,3; 6,4]	5,4 [5,3; 6,55]	5,3 [5,3; 5,4]	5,4 [5,3; 6,1]
IV	13,4 [12,4; 13,5]*	9,95 [9,8; 11]*	6,4 [5,4; 7,1]**	5,4 [5,3; 6,7]	5,3 [5,3; 5,4]	5,4 [5,125; 5,925]

Примечания: данные представлены в виде медианы (Me) и квартилей [Q1; Q3]; * $p < 0,05$ (внутригрупповые различия по критерию Вилкоксона); ** $p < 0,05$ (межгрупповые различия по критерию Манна-Уитни).

Параллельно у пациентов измерялась температура тела (табл. 2). Наличие воспалительного процесса подтверждалось повышенной температурой тела до проведения курса лечения во всех группах: $37,1^\circ\text{C}$ [36,9; 37,1] – у пациентов группы I, которым оперативное вмешательство осуществлялось под местной инфильтрационной анестезией; $36,95^\circ\text{C}$ [36,7; 37,4] – у пациентов, получавших проводниковую анестезию под УЗ-контролем; $37,1^\circ\text{C}$ [36,9; 37,2] – у пациентов, которым проводилась продленная проводниковая анестезия под УЗ-контролем и $37,1^\circ\text{C}$ [36,9; 37,2] – у пациентов, получавших в ходе оперативного вмешательства внутривенную анестезию (табл. 2). Положительная динамика температуры тела на 1-е сутки после оперативного вмешательства и сохранение показателей в пределах нормы на протяжении всего периода наблюдения ($p < 0,05$ по критерию

Вилкоксона) свидетельствует об эффективности выбранной тактики лечения в отношении воспалительного процесса во всех группах.

Таблица 2

Динамика температуры тела у пациентов, получавших различные виды анестезиологического пособия, $^\circ\text{C}$

Table 2

The dynamics of body temperature in patients who received various types of anesthetic benefits, $^\circ\text{C}$

Группа Group	До операции Before the operation	Температуры тела у пациентов после оперативного вмешательства Body temperature in patients after surgery				
		1-е сутки 1 day	2-е сутки 2 days	3-и сутки 3 days	4-е сутки 4 days	5-е сутки 5 days
I	37,1 [36,9; 37,1]*	36,55 [36,425; 36,7]	36,6 [36,5; 36,6]	36,4 [36,4; 36,6]	36,5 [36,5; 36,5]	36,5 [36,4; 36,6]
II	36,95 [36,7; 37,4]*	36,7 [36,7; 36,775]	36,5 [36,5; 36,6]	36,6 [36,4; 36,6]	36,5 [36,5; 36,5]	36,4 [36,4; 36,6]
III	37,1 [36,9; 37,2]*	36,71 [36,7; 36,8]	36,5 [36,5; 36,6]	36,4 [36,4; 36,6]	36,5 [36,5; 36,5]	36,6 [36,4; 36,6]
IV	36,97 [36,8; 37,1]*	36,5 [36,7; 36,8]	36,5 [36,5; 36,6]	36,4 [36,4; 36,6]	36,5 [36,5; 36,5]	36,6 [36,4; 36,6]

Примечания: данные представлены в виде медианы (Me) и квартилей [Q1; Q3]; * $p < 0,05$ (различия по критерию Вилкоксона).

Одним из важнейших показателей эффективности хирургического лечения является скорость и степень заживления раневой поверхности. При этом процесс заживления раны является динамическим, поддерживается рядом клеточных событий, которым необходима грамотная координация с целью эффективного восстановления поврежденной поверхности.

Известно, что процесс заживления ран протекает в 3 фазы: 01 фаза – воспаления; 02 фаза – созревания; 03 фаза – пролиферации. В ходе исследования (табл. 3) было установлено, что в группе пациентов, которым оперативное вмешательство проводилось в условиях продленной проводниковой анестезии под УЗ-контролем (группа III), скорость заживления раневой поверхности является наибольшей в 03 фазу и составляет 15 [14; 17] дней ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни). Следует отметить, что в группе III скорость заживления в 01 и в 02 фазу была также наибольшей и достоверно отличалась от аналогичных показателей в других группах: 2,5 [2; 3] и 9,5 [8; 11] дня соответственно ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни).

Таблица 3

Скорость заживления раневой поверхности в различные фазы процесса, дни

Table 3

The healing rate of the wound surface in various phases of the process, days

Группа Group	Скорость заживления ран в фазах Wound healing rate in phases		
	01	02	03
I	4 [3; 4]	12 [11; 14]	20,5 [17; 23; 75]
II	4 [3; 4]	13 [12; 14]	17 [16; 19]*
III	2,5 [2; 3]*	9,5 [8; 11]*	15 [14; 17]*
IV	4 [4; 5]	13 [12; 14]	20 [17; 24]

Примечания: данные представлены в виде медианы (Me) и квартилей [Q1;Q3];
* $p < 0,05$ (межгрупповые различия по критерию Манна-Уитни).

Как ранее отмечалось, скорость заживления раневой поверхности зависит от наличия воспалительного процесса, что было подтверждено с помощью корреляционного анализа. Установлена корреляционная зависимость между количеством лейкоцитов и скоростью заживления ран ($r=0,542$, $p < 0,05$), которая свидетельствует о наличии линейной связи со скоростью заживления раны.

Обсуждение

Техника анестезии и выбор препарата могут взаимодействовать с клеточной иммунной системой и влиять на заживление раневого процесса. Необходимо отметить, что увеличение проницаемости сосудистого русла приводит к миграции лейкоцитов в рану, которые благодаря гидролитическим ферментам ликвидируют мертвые клетки, микроорганизмы и способствуют очищению раны. Миграция в рану моноцитов и их трансформация в макрофаги осуществляются через 1–2 и 3–4 сут соответственно. Данный факт подтвердился нашим исследованием числа лейкоцитов в группах (табл. 1). Лейкоцитоз появлялся на 1-е и 2-е сутки после оперативного вмешательства: 9,8 [9,3; 9,8] – в группе пациентов, получавших местную инфильтрационную анестезию; 9,8 [9,3; 9,8] – в группе пациентов, которым оперативное вмешательство проводилось под проводниковой анестезией; 9,8 [9,3; 9,8] – в группе пациентов, которым оперативное вмешательство проводилось в условиях продленной проводниковой анестезии и 9,95 [9,8; 11] – в группе с внутривенной анестезией ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона) при сравнении с другими фазами заживления раневых поверхностей. При этом показатели на 2-е сутки различаются в группе пациентов с внутривенной анестезией по сравнению с другими группами (6,4 [5,4; 7,1], $p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни).

При оценке температуры тела (табл. 2) установлена положительная динамика показателя уже на 1-е сутки во всех группах ($p < 0,05$ по критерию Вилкоксона).

Анализ одного из основных показателей эффективности проводимого лечения – скорости заживления раны показал его значимое отличие в группе пациентов, получавших во время оперативного вмешательства продленную проводниковую анестезию под УЗ-контролем ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни по сравнению с группами, которым оперативное вмешательство проводилось в условиях проводниковой анестезии под УЗ-контролем, под местной и внутривенной анестезией). Полученные данные доказывают эффективность примененного в исследовании анестезиологического пособия.

Заключение

Проводимое лечение положительно влияет на воспалительный процесс, развившийся в результате повреждения нижних конечностей. При этом непосредственно показатель скорости заживления раневой поверхности наиболее выражен в группе пациентов, которым оперативное вмешательство проводилось в условиях продленной проводниковой анестезии под УЗ-контролем. Можно сделать вывод, что данное анестезиологическое пособие оказывает положительный эффект на пролиферацию и регенерацию (заживление) тканей после оперативного лечения осколочных ранений нижних конечностей.

Список литературы:

1. Большаков И.Н., Байтингер В.Ф., Рабинович С.А. *Проводниковая анестезия (алгоритмы поиска и действия): Учеб. Пособие*. М.: ПолиМедиаПресс, 2016. 162 с.
2. Щикота А.М., Погонченкова И.В., Гуменюк С.А. Ургентная диагностика скелетно-мышечной травмы: возможности ультразвукового метода. *Практич. медиц.*, 2021. № 19(3). С. 81–86.
3. Гаджиев А.И. Местная анестезия – эффективный способ стимуляции заживления ран. *Лазер. медиц.*, 2014. № 18(4). С. 15–16.
4. Kesici S., Kesici U., Ulusoy H., Erturkuner P., Turkmen A., Arda O. Effects of local anesthetics on wound healing. *Braz. J. Anesthesiol.*, 2018, № 68(4), pp. 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.bjan.2018.01.016>
5. Vasseur P.B., Paul H.A., Dybdal N., Crumley L. Effects of local anesthetics on healing of abdominal wounds in rabbits. *Comparative Study Am. J. Vet. Res.*, 1984, № 45(11), pp. 2385–2388.
6. Sanchez M.F., Guzman M.L., Apas A.L., Alovero F. del L., Olivera M.E. Sustained dual release of ciprofloxacin and lidocaine from ionic exchange responding film based on alginate and hyaluronate for wound healing. *Eur. J. of Pharmaceutical Sci.*, 2021, № 161, pp. 105789. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2021.105789>
7. Zeren S., Kesici S., Kesici U., Isbilir S., Turkmen U.A., Ulusoy H., Karpuz V., Ozcan O., Polat E., Ipcioglu O.M., Sari M.K. Effects of levobupivacaine on wound healing. *Anesth. Analg.*, 2013, № 116, pp. 495–499. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e318273f48e>

8. Dere K., Sen H., Teksoz E., Ozkan S., Dagli G., Sucullu I., Filiz A.I., Ipcioglu O.M., Kucukodaci Z. The comparison of the effects of different doses of levobupivacaine infiltration on wound healing. *J. Invest. Surg.*, 2009, № 22(2), pp. 112–116. <https://doi.org/10.1080/08941930802713019>

9. Hanci V., Hakimoglu S., Özçmak H., Bektaş S., Özçmak H.S., Özdamar S.O., Yurtlu S., Turan I.Ö. Comparison of the effects of bupivacaine, lidocaine, and tramadol infiltration on wound healing in rats. *Rev. Bras. Anesthesiol.*, 2012, № 62(6), pp. 799–810. [https://doi.org/10.1016/S0034-7094\(12\)70180-0](https://doi.org/10.1016/S0034-7094(12)70180-0)

10. Bayalieva A.Z., Yankovich Y.N., Mohsin M., Davydova V.R. Possibilities of clinical application of articaine. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*, 2022, № 16(2), pp. 103–114. <https://doi.org/10.17816/RA108091>

11. Kesici S., Kesici U., Ulusoy H., Erturkuner P., Turkmen A., Arda O. Effects of local anesthetics on wound healing. *Rev. Bras. Anesthesiol.*, 2018, № 68(4), pp. 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2018.01.020>

12. Корышков Н.А., Ларионов С.В., Мурашова Н.А., Соболев К.А. Обезболивание при операциях на стопе и голеностопном суставе (обзор литературы). *Травматол. и ортопед. России.*, 2012. № 3(65). С. 118–126.

References:

1. Bolshakov I.N., Baitinger V.F., Rabinovich S.A. *Conductor anesthesia (search algorithms and actions): Textbook. Manual.* M.: PolyMediaPress, 2016, 162 p. (In Russ.)

2. Shchikota A.M., Pogonchenkova I.V., Gumenyuk S.A. Urgent diagnosis of musculoskeletal injury: possibilities of ultrasound method. *Practical. medits.*, 2021, № 19(3), pp. 81–86. (In Russ.)

3. Gadzhiev A.I. Local anesthesia is an effective way to stimulate wound healing. *Laser. medits.*, 2014, № 18(4), pp. 15–16. (In Russ.)

4. Kesici S., Kesici U., Ulusoy H., Erturkuner P., Turkmen A., Arda O. Effects of local anesthetics on wound healing. *Braz. J. Anesthesiol.*, 2018, № 68(4), pp. 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.bjan.2018.01.016>

5. Vasseur P.B., Paul H.A., Dybdal N., Crumley L. Effects of local anesthetics on healing of abdominal wounds in rabbits. *Comparative Study Am. J. Vet. Res.*, 1984, № 45(11), pp. 2385–2388.

6. Sanchez M.F., Guzman M.L., Apas A.L., Alovero F. del L., Olivera M.E. Sustained dual release of ciprofloxacin and lidocaine from ionic exchange responding film based on alginate and hyaluronate for wound healing. *Eur. J. of Pharmaceutical Sci.*, 2021, № 161, pp. 105789. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2021.105789>

7. Zeren S., Kesici S., Kesici U., Isbilir S., Turkmen U.A., Ulusoy H., Karpuz V., Ozcan O., Polat E., Ipcioglu O.M., Sari M.K. Effects of levobupivacaine on wound healing. *Anesth. Analg.*, 2013, № 116, pp. 495–499. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e318273f48e>

8. Dere K., Sen H., Teksoz E., Ozkan S., Dagli G., Sucullu I., Filiz A.I., Ipcioglu O.M., Kucukodaci Z. The comparison of the effects of different doses of levobupivacaine infiltration on wound healing. *J. Invest. Surg.*, 2009, № 22(2), pp. 112–116. <https://doi.org/10.1080/08941930802713019>

9. Hanci V., Hakimoglu S., Özçmak H., Bektaş S., Özçmak H.S., Özdamar S.O., Yurtlu S., Turan I.Ö. Comparison of the effects of bupivacaine, lidocaine, and tramadol infiltration on wound healing in rats. *Rev. Bras. Anesthesiol.*, 2012, № 62(6), pp. 799–810. [https://doi.org/10.1016/S0034-7094\(12\)70180-0](https://doi.org/10.1016/S0034-7094(12)70180-0)

10. Bayalieva A.Z., Yankovich Y.N., Mohsin M., Davydova V.R. Possibilities of clinical application of articaine. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*, 2022, № 16(2), pp. 103–114. <https://doi.org/10.17816/RA108091>

11. Kesici S., Kesici U., Ulusoy H., Erturkuner P., Turkmen A., Arda O. Effects of local anesthetics on wound healing. *Rev. Bras. Anesthesiol.*, 2018, № 68(4), pp. 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2018.01.020>

12. Koryshkov N.A., Larionov S.V., Murashova N.A., Sobolev K.A. Anesthesia during operations on the foot and ankle joint (literature review). *Traumatol. and an orthopedic surgeon of Russia*, 2012, № 3(65), pp. 118–126. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Агафонов Дмитрий Евгеньевич – начальник отделения Центрального военного клинического госпиталя имени П.В. Мандрыка Министерства обороны Российской Федерации. 107014, Россия, Москва, Большая Оленья, д. 8, email: agafonov.dmitriy.cvk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9859-8914>

Крайнюков Павел Евгеньевич – доктор медицинских наук, доктор военных наук, доцент, начальник Центрального военного клинического госпиталя имени П.В. Мандрыка Министерства обороны Российской Федерации. 107014, Россия, Москва, Большая Оленья, д. 8, email: krainukov68@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2531-5960>

Вальцева Елена Алексеевна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Министерства здравоохранения Российской Федерации. 121099, Россия, Москва, Новый Арбат, 32, email: altay21c@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5468-5381>

Яковлев Максим Юрьевич – доктор медицинских наук, заместитель директора по стратегическому развитию медицинской деятельности, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Министерства здравоохранения Российской Федерации; доцент кафедры общей гигиены ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет). 121099, Россия, Москва, Новый Арбат, 32, email: masdat@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9996-6176>

Information about the authors:

Agafonov Dmitry Evgenievich – Head of the Department of the P.V. Mandryka Central Military Clinical Hospital of the Ministry of

Defense of the Russian Federation, Bolshaya Olenya str., 8, Moscow, 107014, Russia, email: agafonov.dmitriy.cvkg@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9859-8914>

Krayniukov Pavel Evgenievich – MD, PhD, Associate Professor. Professor of the Department of Hospital Surgery with a course of pediatric Surgery of the Medical Institute of the Peoples' Friendship University of Russia of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow 117198, Moscow. Head of the Central Military Clinical Hospital named after P.V. Mandryka, Ministry of Defense of the Russian Federation, Bolshaya Olenya str., 8, Moscow, 107014, Russia, email krainukov68@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2531-5960>

Valtseva Elena Alekseevna – Cand. Sci. (Biol.), leading researcher, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Ministry of Health of Russia. 32 Novy Arbat, Moscow, 121099, Russia, email: altay21c@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5468-5381>

Yakovlev Maxim Yuryevich – Doctor. Sci. (Med.), deputy director for strategic development of Medical Activities, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Russia; Associate Professor, Department of General Hygiene, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University). 32 Novy Arbat, Moscow, 121099, Russia, email: masdat@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9996-6176>