

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2024-17-4-10-14>

Структура повреждений органов мочеполовой системы в современном вооруженном конфликте

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

В.В. Протошак, Е.Г. Карпущенко, М.В. Паронников, Л.М. Синельников, П.П. Митрофанов, П.А. Бабкин, Н.П. Кушниренко, Д.В. Овчинников

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; д.б, ул. Академика Лебедева, Санкт-Петербург, 194044, Россия

Контакт: Карпущенко Евгений Геннадьевич, Z_karpushe@mail.ru

Аннотация:

Введение. В военных конфликтах XX века частота повреждений органов мочеполовой системы в структуре всей боевой патологии составляла 2-4%. В настоящее время применение новых видов высокоточного оружия в боевых действиях привело к преобладанию взрывных ранений над пулевыми и изменило структуру и тяжесть травм.

Цель исследования. Провести анализ частоты и структуры повреждений органов мочеполовой системы в современном вооруженном конфликте.
Материал и методы. Проанализированы данные первичной медицинской документации (форма 100, переводные эпикризы) и истории болезней комбатантов с боевой хирургической патологией и общими заболеваниями за 18 месяцев (декабрь 2022 г. – июнь 2024 г.) работы клиник Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. Средний возраст раненых составил 36,4±9,1 лет (минимум 20, максимум 63). Данные представлены в относительных цифрах.

Результаты. Среди всех комбатантов боевая травма составляла 95%, общехирургические и терапевтические заболевания – 5%. Среди раненых с боевой травмой доля пострадавших с повреждениями мочеполовой системы составила 4,6%. Структура повреждений органов мочевой и половой систем: почка – 36,8%, мочеточник – 1,4%, мочевого пузыря – 10,4%, уретра – 3,1%, половой член – 10,1%, мягкие ткани мошонки – 23,8% и яички – 14,4%. По этиологии огнестрельные ранения (пулевые, осколочные, взрывные) преобладали (96,2%) над неогнестрельными (0,9%). По локализации изолированные ранения (10,2%) встречались реже, чем множественные (18,6%) и сочетанные (71,2%). Тяжесть травм распределялась следующим образом: легкие – 10,5%, среднетяжелые – 49,6%, тяжелые – 35,1% и крайне тяжелые – 4,8%. Односторонняя нефрэктомия выполнялась практически у каждого пятого (19,9%) раненого с травмой почки, орхизэктомии у каждого второго (54,3%) с повреждением яичек, среди которых односторонняя выполнена у 41,9%, двухсторонняя у 12,4%.

Заключение. Полученные данные – промежуточные, окончательные могут быть обобщены после завершения ведения боевых действий. Преобладание взрывных и осколочных ранений над пулевыми и, вероятно, недостаточная бронезащита паховой области и промежности увеличили количество и тяжесть травм наружных половых органов и, как следствие, масштабность органоуносящих операций.

Ключевые слова: травма; повреждение; урология; мочеполовая система; комбатант; вооруженный конфликт; война.

Для цитирования: Протошак В.В., Карпущенко Е.Г., Паронников М.В., Синельников Л.М., Митрофанов П.П., Бабкин П.А., Кушниренко Н.П., Овчинников Д.В. Структура повреждений органов мочеполовой системы в современном вооруженном конфликте. Экспериментальная и клиническая урология 2024;17(4):10-14; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2024-17-4-10-14>

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2024-17-4-10-14>

The structure of damage of the genitourinary system in modern armed conflict

ORIGINAL STUDY

V.V. Protoshchak, E.G. Karpushchenko, M.V. Paronnikov, L.M. Sinelnikov, P.P. Mitrofanov, P.A. Babkin, N.P. Kushnirenko, D.V. Ovchinnikov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Military Medical Academy named after S.M. Kirov» of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 6, st. Academician Lebedev, St. Petersburg, 194044, Russia

Contacts: Evgeny G. Karpushchenko, Z_karpushe@mail.ru

Summary:

Introduction. In military conflicts of the 20th century, the frequency of damage to the genitourinary system in the structure of all combat pathology was 2-4%. At present, the use of new types of high-precision weapons in combat operations has led to the prevalence of explosive wounds over bullet wounds and has changed the structure and severity of injuries.

The purpose of the study. To analyze information on the frequency and structure of injuries to the genitourinary system in modern armed conflict.

Materials and methods. The data of primary medical documentation (Form 100, transfer medical reports) and medical histories of combatants with combat surgical pathology and general diseases for 18 months (December 2022 – June 2024) of the work of the clinics of the S.M. Kirov Military Medical Academy were analyzed. The average age of the wounded was 36,4±9,1 years (minimum 20, maximum 63). The data are presented in relative figures.

Results. Among all combatants, combat trauma accounted for 95%, general surgical and medical diseases – 5%. Among the wounded with combat trauma, the proportion of victims with injuries to the genitourinary system was 4,6%. The structure of injuries to the organs of the urinary and genitourinary systems: kidney – 36,8%, ureter – 1,4%, bladder – 10,4%, urethra – 3,1%, penis – 10,1%, soft tissues of the scrotum – 23,8% and testicles – 14,4%. By etiology, gunshot wounds (bullet, shrapnel, explosive) prevailed (96,2%) over non-gunshot wounds (0,9%). By localization, isolated wounds (10,2%) were less common than multiple (18,6%) and combined (71,2%). The severity of injuries was distributed as follows: mild 10,5%, moderate 49,6%, severe 35,1%, and extremely severe

4,8%. Unilateral nephrectomy was performed in almost every fifth (19,9%) patient with kidney injury, and orchiectomy in every second (54,3%) patient with testicular injury, of which unilateral was performed in 41,9% and bilateral in 12,4%.

Conclusions. The data obtained are intermediate, the final data can be generalized after the end of the military operations. The prevalence of blast and shrapnel wounds over bullet wounds and, probably, insufficient armor protection of the groin area and perineum increased the number and severity of injuries to the external genitalia and, as a consequence, the scale of organ-removal operations.

Key words: trauma; injury; urology; genitourinary system; combatant; armed conflict; war.

For citation: Protoshchak V.V., Karpushchenko E.G., Paronnikov M.V., Sinelnikov L.M., Mitrofanov P.P., Babkin P.A., Kushnirenko N.P., Ovchinnikov D.V. The structure of damage of the genitourinary system in modern armed conflict. *Experimental and Clinical Urology* 2024;17(4):10-14; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2024-17-4-10-14>

ВВЕДЕНИЕ

Под боевой травмой органов мочеполовой системы подразумевают огнестрельные и/или неогнестрельные повреждения мочевых путей и/или половых органов, полученные в зоне боевых действий.

По данным исследовательской группы ученых из Уппсальского университета (Uppsala University) по состоянию на 2023 год в мире зафиксировано одновременно протекающих 59 войн и вооруженных конфликтов, что является абсолютным максимумом с момента окончания Второй мировой войны [1]. По данным этих же авторов, количество погибших в результате военных действий в 2023 году составило 122 795 человек, а приблизительные расчеты раненых и пострадавших будут в три-пять раз превышать это число.

В военных конфликтах XX века частота повреждений органов мочеполовой системы в структуре всей боевой патологии составляла 2-4% [2-7]. Применение новых видов высокоточного оружия в боевых действиях сказалось на облике современной войны. Реактивные системы залпового огня, касетные боеприпасы, ракетно-артиллерийские системы и массовое применение беспилотных летательных аппаратов и, как следствие, преобладание взрывных ранений над пулевыми изменило структуру и тяжесть травм [8].

Цель исследования – провести анализ частоты и структуры повреждений органов мочеполовой системы в современном вооруженном конфликте.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ретроспективно исследован входящий поток комбатантов с боевой хирургической патологией и общими заболеваниями в Военно-медицинскую академию имени С.М. Кирова – травмоцентр I уровня. Анализ включал обобщение информации из первичной медицинской документации (форма 100, переводные эпикризы) и истории болезней за 18 месяцев (декабрь 2022 г. – июнь 2024 г.) работы. Средний возраст раненых составил 36,4±9,1 лет (минимум 20, максимум 63). Оценивался факт травмы почки, мочеточника, мочевого пузыря, уретры, полового члена, мошонки и яичек, их локализацию и сторону поражения. Учитывая высо-

кий процент сочетаний травм внутри структуры мочеполовой системы, таких как почка и мочеточник, мочевой пузырь и уретра, половой член с уретрой и мошонка с яичками, данные рассчитывались по органу с наиболее тяжелым повреждением. Результаты представлены в относительных цифрах.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Из всего потока поступивших на лечение в клиники Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова (г. Санкт-Петербург) за полтора года раненые с боевой патологией составили 95%, с общехирургическими и терапевтическими заболеваниями – 5%. Среди раненых с боевой патологией доля пострадавших с повреждениями мочеполовой системы составила 4,6%.

Как видно из таблицы 1, в структуре травм органов мочевой и половой систем ведущие позиции занимают ранения почек (36,8%) и наружных половых органов – полового члена, мошонки и яичек (48,3%). Минимальная частота травм приходится на уретру (3,1%) и мочеточник (1,4%).

По этиологии огнестрельные ранения (пулевые, осколочные, взрывные) преобладали (96,2%) над неогнестрельными (0,9%). По локализации изолированные ранения (10,2%) встречались реже, чем множественные (18,6%) и сочетанные (71,2%). Тяжесть

Таблица 1. Структура повреждений органов мочеполовой системы в современном боевом конфликте
Table 1. The structure of injuries to the genitourinary system in modern combat conflict

Наименование органа Name of body	Доля, % Proportion, %
Почка Kidney	36,8
Мочеточник Ureter	1,4
Мочевой пузырь Bladder	10,4
Уретра Urethra	3,1
Половой член Penis	10,1
Мошонка с яичками / Scrotum with testicles из них / of which: мягкие ткани мошонки / soft tissue of the scrotum яички / testicles	38,2 23,8 14,4

травм по шкале ВПХ-П (военно-полевая хирургическая шкала для оценки тяжести повреждений) распределялась следующим образом: легкие – 10,5%, среднетяжелые – 49,6%, тяжелые – 35,1% и крайне тяжелые – 4,8% (табл. 2).

Таблица 2. Общая характеристика боевой урологической травмы

Table 2. General characteristics of combat urological trauma

Этиология травмы Etiology of injury	Доля, % Proportion, %
Пулевые Bullet	6,1
Осколочные Fragmentation	80,2
Взрывные Explosive	9,9
Комбинированные (механо-термические) Combined	2,9
Неогнестрельные механические Non-firearm mechanical	0,9
Локализация Localization	Доля, % Proportion, %
Изолированные Isolated	10,2
Множественные Multiple	18,6
Сочетанные / Combined из них / of which:	71,3
с 1 анатомической областью with 1 anatomical region	5,3
с 2 анатомическими областями with 2 anatomical regions	20,8
с 3 и более анатомическими областями with 3 or more anatomical regions	45,2
Тяжесть Heaviness	Доля, % Proportion, %
Легкие Minor	10,5
Среднетяжелые Medium-heavy	49,6
Тяжелые Heavy	35,1
Крайне тяжелые Extremely heavy	4,8

В структуре повреждений парных мочеполовых органов ранения правой и левой почки встречались примерно с одинаковой частотой – 48,8 и 45,8% соответственно, несколько чаще травмировался правый мочеточник по сравнению с левым – 63,6 и 36,4% соответственно, а также правое яичко по сравнению с левым – 46,9 и 37,0% соответственно. Двусторонние ранения яичек верифицированы у 16,1%, почек – у 5,4% пациентов в структуре травм соответствующего органа (табл. 3).

Односторонняя нефрэктомия выполнялась практически у каждого пятого (19,9%) раненого с травмой почки, орхиэктомии – у каждого второго (54,3%) с по-

Таблица 3. Характеристика повреждений парных органов мочеполовой системы

Table 3. Characteristics of damage to paired organs of the genitourinary system

Почка Kidney	Доля, % Proportion, %
Правая Right	48,8
Левая Left	45,8
Обе Both	5,4
Мочеточник Ureter	Доля, % Proportion, %
Правый Right	63,6
Левый Left	36,4
Оба Both	–
Яичко testicle	Доля, % Proportion, %
Правое Right	46,9
Левое Left	37,0
Оба Both	16,1

вреждением яичек, среди которых односторонняя выполнена у 41,9%, двусторонняя у 12,4% раненых (табл. 4).

Таблица 4. Структура органосохраняющих операций

Table 4. Structure of organ removal surgery

Наименование Name	Доля, % Proportion, %
Нефрэктомия (односторонняя) Nephrectomy (unilateral)	19,9
Орхиэктомия / Orchiectomy из них / of which:	54,3
односторонняя / unilateral	41,9
двусторонняя / bilateral	12,4

ОБСУЖДЕНИЕ

Доля повреждений органов мочеполовой системы в нашей выборке составила 4,6%, однако необходимо понимать, что это значение может не отражать всю распространенность урологической травмы ввиду ограниченного срока наблюдения (1,5 года) и анализа данных лишь одного травмоцентра I уровня (Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова). Тем не менее, этот показатель сопоставим с частотой травм мочевых и половых органов (2-4%) в войнах последних десятилетий [2-7].

Частота ранений почки (36,8%) остается на высоком уровне и сопоставима с данными предыдущих военных конфликтов. Как правило, у пострадавших с тяжелыми и крайне тяжелыми множественными ранениями выявляются сочетанные травмы головы, груди, таза и конечностей. Обращает на себя внимание высокий процент (48,3%) ранений наружных половых органов. Суммарное повреждение нижних мочевых путей (мочевой пузырь и уретра) и мужских половых органов составило 61,8% – практически 2/3 от всех травм органов мочеполовой системы. Это может объясняться превалированием взрывных и осколочных ранений, а также массовым применением беспилотных летательных аппаратов. Направление взрывной волны и осколков в этом случае распространяется от земли вверх (в область нижних конечностей и промежности). Штатная защита паховой области у военнослужащих представлена навесными бронелистами, которые закрепляются на нижней части бронезилета и предназначены для улавливания пуль и осколков, движущихся лишь во фронтальной плоскости. Помимо всего прочего, превалирующая часть раненых вышеуказанную бронезащиту паха не использовали или применяли редко. Этими же причинами может объясняться высокий процент (54,3%) орхиэктомий у раненых с травмой яичка. Отдельной медицинской и социальной проблемой является ведение раненых с билатеральной орхиэктомией – помимо утраты репродуктивного потенциала, несвоевременное назначение заместитель-

ной гормональной терапии в совокупности с элементами боевого стресса негативно сказывается на их психоэмоциональном состоянии. Таким образом, разработка современного напашника (бронешорт) и постановка его на вооружение в комплекте перспективной боевой экипировки позволит существенным образом снизить частоту ранений мочеполовых органов, уменьшить тяжесть их повреждений и сократить количество травматических кастраций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашем исследовании получены промежуточные данные о частоте и структуре повреждений органов мочеполовой системы в современном вооруженном конфликте. Окончательные данные могут быть проанализированы после завершения боевых действий и обобщения сведений из всех медицинских организаций, оказывающих помощь раненым.

Изменившийся характер ведения боевых действий с активным применением ударных беспилотных летательных аппаратов и высокоточного оружия привело к увеличению доли взрывных и осколочных ранений и преобладанию их над пулевыми. Усовершенствование индивидуальных систем бронезащиты таза и промежности может способствовать снижению количества и тяжести травм наружных половых органов и уменьшению доли орхиэктомий. ■

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. UCDP Charts, Graphs and Maps [Electronic resource]. URL: <https://ucdp.uu.se/downloads/charts>.
2. Шпилея Е.С., Куренков А.В., Газиев А.Х. Военная травма органов мочевыделительной системы (Исторические аспекты и современное состояние проблемы): учебное пособие, СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова 2020;45. [Shpilena E.S., Kurenkov A.V., Gaziev A.H. Military trauma of the urinary system organs (Historical aspects and the current state of the problem): textbook – St. Petersburg: Publishing House of I.I. Mechnikov 2020;45. (In Russian)].
3. Методические рекомендации по лечению боевой хирургической травмы. Главное военно-медицинское управление 2022:249-257. [Guidelines for the treatment of combat surgical trauma. Main Military Medical Directorate 2022:249-257. (In Russian)].
4. Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Алексеев Д.Е., Алексеев Е.Д., Анисин А.В., Багненко А.С. и соавт. Военно-полевая хирургия. Национальное руководство. ГЭОТАР-Медиа 2024:1056. [Trishkin D.V., Kryukov E.V., Alekseev D.E., Alekseev E.D., Anisin A.V., Bagnenko A.S. et al. Military field surgery. National leadership. GEOTAR-Media 2024:1056. (In Russian)]. <https://doi.org/10.33029/9704-8036-6-VPX-2024-1-1056>.
5. Указания по военно-полевой хирургии. Москва 2020;488. [Guidelines for military field surgery. Moscow. 2020; 488 p. (in Russian)].
6. Serkin FB, Soderdahl DW, Hernandez J, Patterson M, Blackbourne L, Wade CE. Combat urologic trauma in US military overseas contingency operations. *J Trauma* 2010;69:S175–S178. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181e45cd1>.
7. Nnamani NS, Janak JC, Hudak SJ, Rivera JC, Lewis EA, Soderdahl DW, Orman JA. Genitourinary injuries and extremity amputation in operations enduring freedom and iraqi freedom: early findings from the trauma outcomes and urogenital health (TOUGH) project. *J Trauma Acute Care Surg* 2016;81:S95-S99. <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000001122>.
8. Касимов Р.Р., Просветов В.А., Самохвалов И.М., Завражных А.А., Коваленко С.А., Федотов А.О., и соавт. Структура боевой хирургической травмы и особенности оказания хирургической помощи в передовых медицинских группах в активную фазу боевых действий. *Военно-медицинский журнал* 2024;345(7)4-12. [Kasimov R.R., Prosvetov V.A., Samokhvalov I.M., Zavrzhnykh A.A., Kovalenko S.A., Fedotov A.O., et al. The structure of combat surgical trauma and features of providing surgical care in advanced medical groups during the active phase of hostilities. *Voenno-meditsinskij zhurnal = Military Medical Journal* 2024;345(7)4-12. (In Russian)]. https://doi.org/10.52424/00269050_2024_345_7_4.

Сведения об авторах:

Протошак В.В. – д.м.н., профессор, начальник кафедры и клиники урологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID 608157, <https://orcid.org/0000-0002-4996-2927>

Карпушенко Е.Г. – к.м.н., старший преподаватель кафедры урологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID 774197, <https://orcid.org/0000-0001-7464-5926>

Паронников М.В. – д.м.н., заместитель начальника кафедры урологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург; Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID 898084, <https://orcid.org/0009-0005-1762-6100>

Синельников Л.М. – к.м.н., заведующий отделением клиники урологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург; Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID 581520

Митрофанов П.П. – врач-уролог урологического отделения клиники урологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург; Санкт-Петербург, Россия

Бабкин П.А. – д.м.н., профессор кафедры урологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург; Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID 265891, <https://orcid.org/0000-0003-0829-2661>

Куширенко Н.П. – д.м.н., профессор кафедры урологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID 907517

Овчинников Д.В. – к.м.н., доцент, начальник отдела организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID 36185599800, <https://orcid.org/0000-0001-8408-5301>

Вклад авторов:

Протошак В.В. – разработка концепции и основных задач, 20%
 Карпушенко Е.Г. – обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста рукописи, 30%
 Паронников М.В. – анализ полученных данных, написание текста рукописи обзор публикаций по теме статьи, 10%
 Синельников Л.М. – обзор публикаций по теме статьи, 8%
 Митрофанов П.П. – выполнение исследований и анализ полученных данных, написание текста рукописи, 8%
 Бабкин П.А. – обзор публикаций по теме статьи, 8%
 Куширенко Н.П. – написание текста рукописи, 8%
 Овчинников Д.В. – обзор публикаций по теме статьи, 8%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без финансовой поддержки.

Статья поступила: 05.10.24

Результаты рецензирования: 27.10.24

Исправления получены: 30.10.24

Принята к публикации: 05.11.24

Information about authors:

Protoshchak V.V. – Dr. Sci., Professor, Head of the Department of Urology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Military Medical Academy named after S.M. Kirov» of the Ministry of Defense of the Russian Federation; Saint-Petersburg, Russia; RSCI Author ID 608157, <https://orcid.org/0000-0002-4996-2927>

Karpushchenko E.G. – PhD, Senior Lecturer of the Department of Urology of the S.M. Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation; St. Petersburg, Russia; RSCI Author ID 774197, <https://orcid.org/0000-0001-7464-5926>

Paronnikov M.V. – Dr. Sci., Deputy Head of the Department of Urology «Military Medical Academy named after S.M. Kirov» of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg; Saint-Petersburg, Russia; RSCI Author ID 898084, <https://orcid.org/0009-0005-1762-6100>

Sinelnikov L.M. – PhD, Head of the Department of Urology Clinic of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Military Medical Academy named after S.M. Kirov» of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg; Saint-Petersburg, Russia; RSCI Author ID 581520

Mitrofanov P.P. – urologist of the urological of the Department of Urology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Military Medical Academy named after S.M. Kirov» of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg; Saint-Petersburg, Russia

Babkin P.A. – Dr. Sci., Professor of the Department of Urology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Military Medical Academy named after S.M. Kirov» of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg; Saint-Petersburg, Russia; RSCI Author ID 265891, <https://orcid.org/0000-0003-0829-2661>

Kushnirenko N.P. – Dr. Sci., Professor of the Department of Urology, S.M. Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation; St. Petersburg, Russia; RSCI Author ID 907517

Ovchinnikov D.V. – PhD, Associate Professor, Head of the Department of Organization of Scientific Work and Training of Scientific and Pedagogical Personnel, S.M. Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation; St. Petersburg, Russia; RSCI Author ID 36185599800, <https://orcid.org/0000-0001-8408-5301>

Authors' contributions:

Protoshchak V.V. – development of the concept and main tasks, 20%
 Karpushchenko E.G. – review of publications on the topic of the article, analysis of the data obtained, writing the text of the manuscript, 30%
 Paronnikov M.V. – analysis of the data obtained, writing the text of the manuscript review of publications on the topic of the article, 10%
 Sinelnikov L.M. – review of publications on the topic of the article, 8%
 Mitrofanov P.P. – research and analysis of the data obtained, writing the text of the manuscript, 8%
 Babkin P.A. – review of publications on the topic of the article, 8%
 Kushnirenko N.P. – writing the text of the manuscript, 8%
 Ovchinnikov D.V. – review of publications on the topic of the article, 8%

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The article was published without financial support.

Received: 05.10.24

Peer review: 27.10.24

Corrections received: 30.10.24

Accepted for publication: 05.11.24