

## Оценка влияния состава питьевой воды на макро- и микроэлементный состав крови жителей Новосибирской области

Е.В. Каштанова<sup>1,2</sup>, В.С. Шрамко<sup>1</sup>, Л.В. Щербакова<sup>1</sup>, С.А. Каштанова<sup>2</sup>, С.Р. Ледовских<sup>1</sup>, Е.А. Зюлькова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> НИИ терапии и профилактической медицины – филиал ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН  
630089, г. Новосибирск, ул. Бориса Богаткова, 175/1

<sup>2</sup> Новосибирский государственный технический университет  
630073, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

<sup>3</sup> Центр гигиены и эпидемиологии в Новосибирской области  
630099, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 84

### Резюме

Существенное влияние на здоровье населения, преимущественно проживающего в сельских населенных пунктах, оказывает неудовлетворительное качество питьевой воды. В силу природных особенностей качество подземных вод в регионе характеризуется выраженной минерализацией, жесткостью, щелочностью, повышенной концентрацией железа, бора, марганца, натрия и дефицитом фтора, что делает их непригодными для питьевого водоснабжения без предварительной водоподготовки и может являться фактором риска возникновения патологии органов пищеварения, мочеполовой системы. Целью нашей работы было изучить изменения макро- и микроэлементного состава в крови, а также их ассоциации с повышенной общей жесткостью питьевой воды и некоторыми терапевтическими заболеваниями у жителей сельского и городского населения Новосибирской области. **Материал и методы.** В исследование включено 185 человек, городские (контрольная группа) и сельские (основная группа) жители Новосибирской области, проходившие скрининговое обследование в НИИ терапии и профилактической медицины – филиал ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН. У всех пациентов проводился сбор анамнестических и социально-демографических данных, забор крови для биохимического исследования. В сыворотке крови определяли уровень кальция, фосфора, магния, железа и креатинина. Проведен физико-химический анализ водопроводной воды в местах проживания обследованных. **Результаты и их обсуждение.** Сравнительный анализ химических показателей воды выявил различия по уровню кальция, магния, марганца, меди и общей жесткости. Содержание в крови лиц основной группы кальция, железа и креатинина было статистически значимо больше, чем у обследованных контрольной группы, среди первых чаще встречалась хроническая болезнь почек (в 2,4 раза;  $p = 0,006$ ) и мочекаменная болезнь (в 1,6 раза;  $p = 0,051$ ). **Заключение.** Описаны региональные различия в минеральном составе водопроводной воды и показателях крови жителей этих населенных пунктов. Уровень креатинина и таких микро- и макроэлементов, как железо и кальций, в крови жителей сельской местности выше.

**Ключевые слова:** микроэлементы, кальций, жесткость воды, креатинин, факторы риска, заболевания.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания «Изучение молекулярно-генетических и молекулярно-биологических механизмов развития распространенных терапевтических заболеваний в Сибири для совершенствования подходов к их ранней диагностике и профилактике» № FWNR-2024-0004, а также при поддержке гранта Правительства Новосибирской области, 2024.

**Автор для переписки.** Каштанова Е.В., e-mail: [elekastanova@yandex.ru](mailto:elekastanova@yandex.ru)

**Для цитирования.** Каштанова Е.В., Шрамко В.С., Щербакова Л.В., Каштанова С.А., Ледовских С.Р., Зюлькова Е.А. Оценка влияния состава питьевой воды на макро- и микроэлементный состав крови у жителей Новосибирской области. *Сиб. науч. мед. ж.* 2025;45(1):94–99. doi: 10.18699/SSMJ20250110

## The assessment of the effect of drinking water composition on the macro- and microelement composition of the blood of residents of the Novosibirsk region

E.V. Kashtanova<sup>1,2</sup>, V.S. Shramko<sup>1</sup>, L.V. Shcherbakova<sup>1</sup>, S.A. Kashtanova<sup>2</sup>, S.R. Ledovskikh<sup>1</sup>, E.A. Zyulkova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Internal and Preventive Medicine –  
Branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of SB RAS  
630089, Novosibirsk, Borisa Bogatkova st., 175/1

<sup>2</sup> Novosibirsk State Technical University  
630073, Novosibirsk, Karla Marksa ave., 20

<sup>3</sup> The Center of Hygiene and Epidemiology in the Novosibirsk region  
630099, z. Novosibirsk, Frunze st., 84

### Abstract

The unsatisfactory quality of drinking water has a significant impact on the health of the population, mainly living in rural settlements. Due to natural features, the quality of groundwater in the region is characterized by severe mineralization, hardness, alkalinity, increased iron, boron, manganese, sodium concentration and fluoride deficiency, which makes them unsuitable for drinking water supply without preliminary water treatment and may be risk factor for the pathology of the digestive and genitourinary systems. Aim of the study was to investigate changes in the macro- and microelement composition in the blood, as well as their associations with increased general hardness of drinking water and some therapeutic diseases in rural and urban residents of the Novosibirsk region. **Material and methods.** The study included 185 people, urban and rural residents of the Novosibirsk region, who underwent screening at the Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics SB RAS. Anamnestic and socio-demographic data were collected in all patients, and blood was taken for biochemical examination. Serum level of calcium, phosphorus, magnesium, iron and creatinine were determined. A physicochemical analysis of tap water was carried out in the places of residence of the subjects. **Results and discussion.** A comparative analysis of the chemical parameters of water revealed differences in the levels of calcium, magnesium, manganese, copper and total hardness. The blood level of calcium, iron and creatinine in were statistically significantly higher than in the control group; among the main group patients, chronic kidney disease (2.4 times,  $p = 0.006$ ) and urolithiasis (1.6 times,  $p = 0.051$ ) were more common. **Conclusions.** Regional differences in the mineral composition of tap water and blood parameters of residents of these settlements are described. The level of creatinine and micro- and macronutrients such as iron and calcium in the blood of rural residents is higher.

**Key words:** trace elements, calcium, water hardness, creatinine, risk factors, diseases.

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

**Financing.** The article was prepared within the framework of the state task “Study of molecular genetic and molecular biological mechanisms of the development of common therapeutic diseases in Siberia to improve approaches to their early diagnosis and prevention” No. FWNR-2024-0004, as well as with the support of a Grant from the Government of the NSO, 2024.

**Correspondence author.** Kashtanova E.V., e-mail: [elekastanova@yandex.ru](mailto:elekastanova@yandex.ru)

**Citation.** Kashtanova E.V., Shramko V.S., Shcherbakova L.V., Kashtanova S.A., Ledovskikh S.R., Zyulkova E.A. The assessment of the effect of drinking water composition on the macro- and microelement composition of the blood of residents of the Novosibirsk region. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2025;45(1):94–99. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20250110

### Введение

Организм человека представляет собой саморегулирующуюся систему гомеостаза, в которой важную роль играют химические элементы. Их концентрация в организме очень мала, однако они выполняют целый ряд функций: входят в состав ферментов, обеспечивают стабилиза-

цию сложных белковых структур, нуклеиновых кислот, мембран и др. Поэтому как недостаток, так и избыток макро- и микроэлементов может приводить к поражению различных систем органов. Особое место в нарушении физиологических процессов и формировании патологических состояний принадлежит окружающей среде.

К числу важнейших факторов охраны здоровья населения относится обеспечение населения доброкачественной питьевой водой.

По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2023 году» доля населения г. Новосибирска, обеспеченного доброкачественной питьевой водой, составляет 95,8 % [1]. Однако в пределах Новосибирской области используются подземные источники, которые по качеству и требуемой степени водоподготовки относятся ко 2-му классу источников водоснабжения. Вода из них не отвечает санитарным правилам по содержанию железа и марганца, что объясняется природными особенностями области. Неудовлетворительное качество питьевой воды может являться важным этиологическим фактором риска развития патологии пищеварительной, мочевыделительной и других систем органов.

Цель исследования – изучить изменения макро- и микроэлементного состава в крови, а также их ассоциации с общей жесткостью питьевой воды и некоторыми терапевтическими заболеваниями у жителей сельского и городского населения Новосибирской области.

## Материал и методы

В исследование включено 185 городских и сельских жителей Новосибирской области, прошедших скрининговое обследование в НИИ терапии и профилактической медицины – филиале ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН (НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН). Клиническое обследование пациентов проводила бригада врачей и медицинских сестер НИИТПМ – филиала ИЦиГ СО РАН. В программу обследования входили сбор демографических и социальных данных, опрос об истории хронических заболеваний и употреблении медикаментов, 3-кратное измерение артериального давления (АД), антропометрия (измерение роста, массы тела, окружности талии и бедер, расчет индекса массы тела). У всех пациентов кровь для биохимического исследования брали утром натощак из локтевой вены не ранее чем через 12 ч после последнего приема пищи.

В основную группу вошли 62 человека, возраст  $63,6 \pm 10,4$  года, сельские жители одного из районов Новосибирской области, в котором показатели качества подаваемой населению питьевой воды превышают среднеобластные значения [1]. Контрольную группу составили 123 человека, возраст  $62,9 \pm 10,2$  года, жители г. Новосибирска, сопоставимые по полу и возрасту с основной группой. Все пациенты подписали

информированное согласие на обследование и обработку персональных данных. Исследование одобрено локальным этическим комитетом НИИТПМ – филиала ИЦиГ СО РАН (протокол № 69 от 29.09.2020). В сыворотке крови определяли уровень кальция, фосфора, магния, железа и креатинина с использованием стандартных наборов Диакон-ДС (Россия) и Thermo Fisher Scientific (США) на биохимическом анализаторе KonelabPrime 30i (Thermo Fisher Scientific).

Физико-химическое исследование проб воды централизованного водоснабжения села проводилось в испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Новосибирской области» стандартными приборами в соответствии со стандартными процедурами. Данные по химическим показателям городской воды взяты из общедоступного отчета Центральной химико-бактериологической лаборатории водопровода МУП г. Новосибирска «Горводоканал» по качеству питьевой воды за март 2024 г.

Статистическая обработка результатов проводилась в программе SPSS 13.0. Применение метода Колмогорова – Смирнова показало нормальность распределения непрерывных признаков, которые представлены в виде  $M \pm SD$ , где  $M$  – среднее арифметическое,  $SD$  – стандартное отклонение. Категориальные показатели представлены в виде относительных значений (%). Для оценки различий количественных данных использовали t-критерий Стьюдента, категориальных – критерий Пирсона ( $\chi^2$ ). Ассоциативные связи изучены с помощью многофакторной логистической регрессионной модели. Результаты представлены как отношение шансов (ОШ) и 95%-й доверительный интервал (ДИ) для ОШ. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы ( $p$ ) принимали равным 0,05.

## Результаты

Анализ химических показателей воды позволил установить, что уровень кальция, магния, меди и показатель общей жесткости соответственно в 1,4, 3, 3,2 и 1,6 раза выше в воде сельской местности, чем в городской (табл. 1), а содержание марганца – меньше в 12,7 раза, однако эти значения не выходят за пределы нормативных показателей. По уровню железа разницы не выявлено.

Одним из наиболее распространенных лабораторных параметров, с помощью которого можно оценить нарушения функции почек, является концентрация креатинина в крови, поэтому данный показатель был включен в протокол наших исследований. Сравнительный анализ био-

**Таблица 1.** Химические показатели исследуемой воды

**Table 1.** Chemical parameters of the water under study

Содержание химического элемента	Населенный пункт	
	Город	Село
Кальций, мг/дм <sup>3</sup>	56	80,67 ± 8,07
Магний, мг/дм <sup>3</sup>	11,3	34,6 ± 3,5
Медь, мг/дм <sup>3</sup>	0,0062	0,020 ± 0,008
Железо, мг/дм <sup>3</sup>	< 0,05	< 0,05
Общая жесткость, °Ж	3,6	5,97 ± 0,90

**Примечание.** Данные по химическим показателям городской воды взяты из общедоступного отчета Центральной химико-бактериологической лаборатории водопровода МУП г. Новосибирска «Горводоканал» по качеству питьевой воды за март 2024 г.

химических показателей крови выявил, что у лиц основной группы содержание в крови кальция, железа и креатинина больше, чем в контрольной группе (табл. 2), так же как систолическое (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД). Изучение анамнестических данных показало, что встречаемость хронической болезни почек (ХБП) в 2,4 раза ( $p = 0,006$ ), а мочекаменной болезни (МКБ) в 1,6 раза ( $p = 0,051$ ) выше в основной группе в сравнении с контрольной (см. табл. 2), по другим терапевтическим заболеваниям статистически значимой разницы не установлено.

На следующем этапе проведен многофакторный логистический регрессионный анализ связи

наличия ХБП с изучаемыми параметрами (зависимая переменная: наличие/отсутствие ХБП, независимые переменные: место проживания, возраст, САД, содержание креатинина, железа, кальция) (табл. 3). Его результаты показали, что риск наличия ХБП у лиц, проживающих в сельской местности, в 4 раза выше, чем у городских жителей.

### Обсуждение

В нашем исследовании были описаны региональные различия в минеральном составе водопроводной воды и показателях крови жителей городского и сельского населенных пунктов Новосибирской области. Более высокий уровень креатинина в сыворотке крови и встречаемость ХБП у жителей сельской местности могут быть связаны с более высоким общим содержанием растворенных в воде твердых веществ. Так, показано, что при увеличении содержания общих растворенных твердых веществ в воде вероятность развития ХБП неизвестной этиологии возрастает [2], увеличение концентрации кальция в воде может повышать САД [3]. В нашем исследовании САД также было больше у жителей населенного пункта, вода которого имела более высокие уровни кальция и общую жесткость воды.

Мы не получили статистически значимой разницы в исследуемых группах по частоте МКБ, однако наблюдалась явная тенденция ( $p = 0,051$ ) к повышению встречаемости МКБ в основной

**Таблица 2.** Уровень АД, биохимических показателей крови и встречаемость некоторых терапевтических заболеваний в исследуемых группах

**Table 2.** Blood pressure, biochemical parameters and occurrence of certain therapeutic diseases of blood in the studied groups

Показатель	Основная группа	Контрольная группа	$p$
САД, мм. рт. ст.	151,7 ± 26,3	133,8 ± 22,0	0,0001
ДАД, мм. рт. ст.	94,7 ± 12,8	83,9 ± 11,4	0,0001
Содержание магния, ммоль/л	0,98 ± 0,1	0,96 ± 0,11	0,349
Содержание кальция, ммоль/л	2,26 ± 0,17	2,19 ± 0,12	0,010
Содержание железа, мкмоль/л	19,48 ± 5,84	17,31 ± 5,85	0,036
Содержание фосфора, ммоль/л	0,99 ± 0,14	01,01 ± 0,17	0,584
Содержание креатинина, мкмоль/л	90,55 ± 15,96	82,55 ± 14,95	0,001
Хронический бронхит, %	17,7	21,1	0,659
Бронхиальная астма, %	8,1	4,9	0,540
Сердечная недостаточность, %	19,4	16,3	0,367
Хронический холецистит, %	37,1	31,7	0,656
Желчнокаменная болезнь, %	16,1	23,6	0,197
Язва желудка или 12-перстной кишки, %	11,3	17,1	0,086
ХБП, в том числе пиелонефрит, %	29,0	12,2	0,006
МКБ, %	19,4	12,2	0,051
Сахарный диабет, %	14,5	11,4	0,377

**Таблица 3.** Результаты многофакторного логистического регрессионного анализа

**Table 3.** Results of multivariate logistic regression analysis

Показатель	ОШ	95 % ДИ		p
		Нижняя граница	Верхняя граница	
Место жительства, село или город	4,034	1,602	10,156	0,003
Возраст, на 1 год	1,028	0,982	1,077	0,242
САД, на 1 мм. рт. ст.	0,996	0,977	1,015	0,685
Креатинин	0,974	0,944	1,005	0,101
Железо	0,975	0,913	1,040	0,437
Кальций	1,596	0,089	28,703	0,751

группе. Результаты исследований возможной связи характеристик питьевой воды с камнеобразованием в почках носят противоречивый характер. Так, A. Ramello et al. сообщают об отсутствии ассоциации распространенности МКБ с химическим составом водопроводной воды [4]. В то же время А.В. Синьков и соавт. продемонстрировали, что лица, проживающие в сельской местности и употребляющие жесткую воду, имеют в 8 раз больший риск возникновения нефролитиаза по сравнению с употребляющими воду средней жесткости [5]. Е.В. Медведев показал зависимость уровня заболеваемости МКБ от содержания кальция в питьевой воде [6], И.Ю. Балалаева и соавт. отметили особенности распределения детей и подростков с МКБ на территории Воронежской области – большая часть их являются жителями областного центра, где природная вода, используемая для хозяйственно-питьевых нужд, имеет достаточно высокую жесткость [7]. Этиология МКБ сложна и является результатом взаимодействия многих факторов – питание, образ жизни, окружающая среда, генетические факторы, которые предрасполагают людей к заболеванию. Вопрос о том, имеет ли значение химический состав питьевой воды в развитии данного заболевания, все еще остается дискуссионным, а механизмы возникновения камней при загрязненности питьевой воды требуют дальнейшего изучения.

Что касается других терапевтических заболеваний, изученных в нашей работе, то по ним мы не получили разницы в исследуемых группах. Хотя в литературе имеется достаточное количество публикаций, демонстрирующих влияние жесткости воды на формирование здоровья населения, но полученные результаты не позволяют сделать однозначные выводы. Так, показана обратная связь между жесткостью питьевой воды и частотой сердечно-сосудистых заболеваний [8–10], в то время как в исследовании, проведенном в г. Орле, обнаружены достоверные прямые корреляционные связи жесткости питьевой воды

с общей заболеваемостью детского и взрослого населения, а также болезнями органов дыхания, желчного пузыря и желчных путей у детей, ишемической болезнью сердца, сосудистыми заболеваниями головного мозга и сахарным диабетом у взрослых [11].

Несмотря на множество сообщений, предполагающих взаимосвязь между жесткостью воды, концентрацией кальция и магния и состоянием здоровья, исследования на эту тему продолжаются, и причинно-следственную связь еще предстоит выяснить.

### Ограничения исследования

Данное исследование является пилотным. Небольшой размер выборки не позволяет сделать вывод о какой-либо определенной причинно-следственной связи между химическим составом воды и развитием заболеваний мочевыделительной системы, поэтому необходимо дальнейшее изучение данного вопроса. В работе не учитывался тип питания.

### Список литературы / Referens

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2023 году». Режим доступа: [https://mpr.nso.ru/sites/mpr.nso.ru/wodby\\_files/files/wiki/2021/02/gosdoklad\\_2023\\_god\\_prilozhenie.pdf](https://mpr.nso.ru/sites/mpr.nso.ru/wodby_files/files/wiki/2021/02/gosdoklad_2023_god_prilozhenie.pdf).
2. State report “On the state and protection of the environment of the Novosibirsk region in 2023”. Available at: [https://mpr.nso.ru/sites/mpr.nso.ru/wodby\\_files/files/wiki/2021/02/gosdoklad\\_2023\\_god\\_prilozhenie.pdf](https://mpr.nso.ru/sites/mpr.nso.ru/wodby_files/files/wiki/2021/02/gosdoklad_2023_god_prilozhenie.pdf). [In Russian].
3. Gobalarajah K., Subramaniam P., Jayawardena U.A., Rasiyah G., Rajendra S., Prabagar J. Impact of water quality on chronic kidney disease of unknown etiology (CKDu) in Thunukkai Division in Mullaitivu District, Sri Lanka. *BMC Nephrol.* 2020;21(1):507. doi: 10.1186/s12882-020-02157-1
4. Nerbrand C., Agréus L., Lenner R.A., Nyberg P., Svärdsudd K. The influence of calcium and magnesium

in drinking water and diet on cardiovascular risk factors in individuals living in hard and soft water areas with differences in cardiovascular mortality. *BMC Public Health*. 2003;3:21. doi: 10.1186/1471-2458-3-21

4. Ramello A., Vitale C., Marangella M. Epidemiology of nephrolithiasis. *J. Nephrol.* 2000;13(S 3):45–50.

5. Синьков А.В., Волосатова И.Н., Синькова Г.М., Николаева Л.А. Распространенность и факторы риска нефролитиаза у лиц молодого возраста, проживающих в сельской местности. *Урология*. 2017;(2):71–75. doi: 10.18565/urol.2017.2.71-75

Sin'kov A.V., Volosatova I.N., Sin'kova G.M., Nikolaeva L.A. Prevalence and risk factors for nephrolithiasis among young rural residents]. *Urologiya = Urology*. 2017;(2):71–75. [In Russian]. doi: 10.18565/urol.2017.2.71-75

6. Медведев Е.В. Связь содержания микроэлементов в питьевой воде с развитием мочекаменной болезни у населения Московской области. *Мед. труда и пром. экол.* 2007;(2):14–17.

Medvedev E.V. Relationship between microelements content of drinkable water and nephro-lithiasis formation in Moscow region residents. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya = Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2007;(2):14–17. [In Russian].

7. Балалаева И.Ю., Поздняков А.М., Степанова Т.В., Звягина Т.Г. Мочекаменная болезнь у детей и подростков в зависимости от особенностей состава питьевой воды в городе Воронеж и Воронежской области. *Науч.-мед. вестн. Центр. Черноземья*. 2018;(71):115–120.

Balalaeva I.Yu., Pozdnyakov A.M., Stepanova T.V., Zvyagina T.G. Urinary stones disease in children and

adolescents and features of water in the Voronezh city and Voronezh region. *Nauchno-meditsinskiy vestnik Tsentral'nogo Chernozem'ya = Scientific and Medical Bulletin of the Central Black Earth Region*. 2018;(71):115–120. [In Russian].

8. Nagy J., Sipka S., Sipka S., Kocsis J., Horváth Z. The hardness of drinking water negatively while socio-economic deprivation positively correlate with the age-adjusted mortality rates due to cardiovascular diseases in Hungarian wine regions. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2019;16(18):3437. doi: 10.3390/ijerph16183437

9. Rapant S., Cvečková V., Fajčíková K., Hajdúk I., Hiller E., Stehlíková B. Hard water, more elastic arteries: A case study from Krupina district, Slovakia. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2019;16(9):1521. doi: 10.3390/ijerph16091521

10. Rapant S., Letkovičová A., Jurkovičová D., Kosmovský V., Kožíšek F., Jurkovič E. Differences in health status of slovak municipalities supplied with drinking water of different hardness values. *Environ. Geochem. Health*. 2021;43(7):2665–2677. doi: 10.1007/s10653-020-00664-6

11. Канатникова Н.В., Егорова Н.А. Влияние жесткости питьевой воды на заболеваемость населения г. Орла. *Гигиена и сан.* 2017;96(3):235–240. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-3-235-240

Kanatnikova N.V., Egorova N.A. The impact of the drinking water hardness on the morbidity rate of the population of the city of Orel. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and Sanitation*. 2017;96(3):235–240. [In Russian]. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-3-235-240

#### Сведения об авторах:

**Каштанова Елена Владимировна**, д.б.н., ORCID: 0000-0003-2268-4186, e-mail: [elekastanova@yandex.ru](mailto:elekastanova@yandex.ru)

**Шрамко Виктория Сергеевна**, к.м.н., ORCID: 0000-0002-0436-2549, e-mail: [Nosova@211.ru](mailto:Nosova@211.ru)

**Щербакова Лилия Валерьевна**, ORCID: 0000-0001-9270-9188, e-mail: [9584792@mail.ru](mailto:9584792@mail.ru)

**Каштанова Софья Александровна**, ORCID: 0009-0002-8148-933X, e-mail: [kashtanovasa@yandex.ru](mailto:kashtanovasa@yandex.ru)

**Ледовских София Радиковна**, ORCID: 0000-0001-7345-0473, e-mail: [ledovskikh.sofiya@mail.ru](mailto:ledovskikh.sofiya@mail.ru)

**Зюлькова Елена Анатольевна**, e-mail: [zjulkova@rambler.ru](mailto:zjulkova@rambler.ru)

#### Information about the authors:

**Elena V. Kashtanova**, doctor of biological sciences, ORCID: 0000-0003-2268-4186, e-mail: [elekastanova@yandex.ru](mailto:elekastanova@yandex.ru)

**Viktoriya S. Shramko**, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0002-0436-2549, e-mail: [Nosova@211.ru](mailto:Nosova@211.ru)

**Liliya V. Shcherbakova**, ORCID: 0000-0001-9270-9188, e-mail: [9584792@mail.ru](mailto:9584792@mail.ru)

**Sofia A. Kashtanova**, ORCID: 0009-0002-8148-933X, e-mail: [kashtanovasa@yandex.ru](mailto:kashtanovasa@yandex.ru)

**Sofia R. Ledovskikh**, ORCID: 0000-0001-7345-0473, e-mail: [ledovskikh.sofiya@mail.ru](mailto:ledovskikh.sofiya@mail.ru)

**Elena A. Zjulkova**, e-mail: [zjulkova@rambler.ru](mailto:zjulkova@rambler.ru)

Поступила в редакцию 11.10.2024

После доработки 06.11.2024

Принята к публикации 17.01.2025

Received 11.10.2024

Revision received 06.11.2024

Accepted 17.01.2025