

Возрастные различия лейкоцитарного состава крови обыкновенной гадюки *Vipera berus* (Reptilia: Serpentes: Viperidae)

Е. Б. Романова¹✉, Е. И. Соломайкин¹, А. Г. Бакиев², Р. А. Горелов²

¹ Национальный исследовательский Нижегородский государственный университета им. Н. И. Лобачевского
Россия, 603022, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, д. 23

² Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Институт экологии Волжского бассейна РАН
Россия, 445003, г. Тольятти, ул. Комзина, д. 10

Информация о статье

Оригинальная статья

УДК 574.3.591

[https://doi.org/10.18500/1814-6090-](https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-1-2-44-51)

2023-23-1-2-44-51

EDN: OXEWAX

Поступила в редакцию 29.01.2023,

после доработки 14.02.2023,

принята 14.02.2023

опубликована 30.06.2023

Аннотация. Приведены результаты сравнительного анализа параметров лейкоцитарной системы крови сеголетков и половозрелых особей обыкновенной гадюки *Vipera berus*. Материалом являлась кровь 36 самок и 26 самцов, отловленных в бассейне Средней Волги, и 13 сеголетков, родившихся в неволе от 4 самок этой выборки. Сеголетки *V. b. berus* отличались: от самок – пониженным содержанием гетерофилов и азурофилов, повышенным содержанием эозинофилов и базофилов, возрастанием индекса сдвига лейкоцитов, снижением лимфоцитарно-гранулоцитарного индекса, индекса соотношения гетерофилов и эозинофилов, индекса соотношения лимфоцитов и эозинофилов; от самцов – пониженным содержанием гетерофилов, повышенным содержанием эозинофилов и базофилов, возрастанием индекса сдвига лейкоцитов, индекса соотношения гетерофилов и эозинофилов, индекса соотношения лимфоцитов и эозинофилов. В целом адаптивный ответ системы крови сеголетков иллюстрировал более позднюю активацию лимфоцитов как эффекторного звена и несбалансированность иммунного ответа за счет недостаточности ресурса иммунокомпетентных клеток (агранулоцитов) по сравнению с показателями взрослых особей из природных популяций.

Ключевые слова: *Vipera berus*, формула крови, лейкоцитарные индексы, периферическая кровь

Образец для цитирования: Романова Е. Б., Соломайкин Е. И., Бакиев А. Г., Горелов Р. А. 2023. Возрастные различия лейкоцитарного состава крови обыкновенной гадюки *Vipera berus* (Reptilia: Serpentes: Viperidae) // Современная герпетология. Т. 23, вып. 1/2. С. 44 – 51. <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-1-2-44-51>, EDN: OXEWAX

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

ВВЕДЕНИЕ

Разрушение биоразнообразия идет по трем основным компонентам: генам, видам и экосистемам (Бродский, Сафронова, 2017), что ведет к утрате биологических ценных ресурсов, к которым относят ядовитых змей. Эти пресмыкающиеся имеют важное значение в качестве ядопродукторов для медицины. Все наземные ядовитые змеи фауны России относятся к гадюковым змеям (Ананьева, Орлов, 2005). В адаптации гадюковых змей к изменяющимся условиям среды, возникающим при воздействии экстремальных естественных и антропогенных факторов, самым непосредственным образом участвует ключевая гомеостатическая иммуногематологическая система, определяющая резистентность и устойчивость организ-

ма (Хайрутдинов, Соколина, 2010; Павлов, 2019; Романова и др., 2017). При значительном объеме исследований по экологической физиологии ограничены работы по возрастным особенностям системы крови (Павлов, 1998; Романова и др., 2018) и фрагментарны данные по анализу адаптивных реакций системы крови гадюковых змей разных локалитетов в зависимости от видовой, половой и возрастной принадлежности. Ранее проведенными исследованиями выявлены незначительные различия лейкоцитарного профиля крови самок и родившихся от них в условиях серпентария сеголетков гадюк *Vipera berus berus* (Linnaeus, 1758) и *V. b. nikolskii* Vedmederja, Grubant et Rudaeva, 1986 (Романова и др., 2018). Находясь в неволе, в условиях, значительно отличающихся от привычной среды обитания, дикие животные испытывают зна-

✉ Для корреспонденции. Институт биологии и биомедицины Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.

ORCID и e-mail адреса: Романова Елена Борисовна: <https://orcid.org/0000-0002-1925-7864>, romanova@ibbm.unn.ru; Соломайкин Евгений Игоревич: <https://orcid.org/0000-0003-4030-8272>, e7v4gen5iy@yandex.ru; Бакиев Андрей Геннадьевич: <https://orcid.org/0000-0002-0338-2740>, herpetology@list.ru; Горелов Роман Андреевич: <https://orcid.org/0000-0002-0207-2951>, gorelov.roman@mail.ru.

чительный стресс, и нам представляется актуальным провести сравнительный анализ приспособительной изменчивости важнейшей иммуногематологической системы организма сеголетков по сравнению с половозрелыми особями природной популяции гадюки обыкновенной.

Цель настоящей работы – сравнительный анализ лейкоцитарного профиля крови взрослых особей гадюки обыкновенной *Vipera berus* (Linnaeus, 1758), обитающих в естественных условиях лесопарковой городской зоны Самары, и молодых особей этого вида, родившихся в неволе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обыкновенных гадюк *Vipera b. berus* (Linnaeus, 1758) (62 особи: самцы – 26, самки – 36) из природной популяции отловили в Красноглинском районе г. Самара в 2014 – 2015 гг. В 2014 г. отловили 19 самцов и 30 самок, в 2015 г. – 7 и 2 соответственно. Беременные самки этой популяции (4 особи) были добыты 15–20 июля 2017 г., и в условиях серпентария Института экологии Волжского бассейна РАН (г. Тольятти) они принесли потомство (13 особей).

Для получения образцов крови животных обездвигивали путём захвата и делали пункцию верхнечелюстной вены для взятия крови и приготовления мазков. Дифференцированный подсчёт лейкоцитов проводили с иммерсией ($\times 1500$) после фиксации и окрашивания препаратов по Романовскому – Гимзе. С учетом морфологических особенностей определяли шесть типов лейкоцитарных клеток (в %): гранулоциты (гетерофилы, базофилы, эозинофилы) и мононуклеарные клетки (агранулоциты): азурофилы, моноциты, лимфоциты (Хайрутдинов, Соколина, 2010; Пав-

лов, 2019; Campbell, 2006). На основании лейкоцитарной формулы крови были рассчитаны интегральные лейкоцитарные индексы (отн. ед): индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ); индекс соотношения лимфоцитов/эозинофилов (ИСЛЭ); индекс соотношения гетерофилов/эозинофилов (ИСГЭ); лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ИЛГ); индекс соотношения гетерофилов/лимфоцитов (ИСГЛ).

Критериями согласия оценивали нулевую гипотезу о соответствии анализируемых показателей нормальному распределению. С учетом вида распределения центральные тенденции и рассеяние изученных показателей описывали медианой (*Me*) и интерквартильным размахом (*IQR*) (значения 25-го и 75-го перцентилей). Анализ данных проводили методами непараметрической статистики с расчетом критериев: медианного (χ^2), Краскела – Уоллиса (*H*) (при сравнении нескольких независимых групп по одному признаку); Данна (*z*) (при попарном сравнении групп). Все расчеты, построение ординационных диаграмм проводили с использованием пакетов программ Microsoft Excel 2013, STATISTICA 8 (Реброва, 2006; Халафян, 2007). За величину уровня статистической значимости принимали $\alpha = 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Опубликованные данные по различию в составе лейкоцитов у самцов и самок обыкновенной гадюки из Пермского края неоднозначны (Воробьева, 2007; Ганщук и др., 2008). На наших выборах из лесопарковой городской зоны г. Самара статистически значимых половых различий по лейкоцитарному составу крови в 2014 и 2015 гг. мы не выявили (табл. 1).

Таблица 1. Лейкоцитарный состав периферической крови самцов и самок *Vipera berus* из г. Самара
Table 1. Leukocyte composition of the peripheral blood of males and females of *Vipera berus* from Samara City

Показатель лейкограммы / Leukogram indicators	Самцы / Males		Самки / Females		Критерий Манна – Уитни (<i>u, p</i>) / Mann–Whitney test (<i>u, p</i>)
	<i>Me</i>	<i>IQR</i>	<i>Me</i>	<i>IQR</i>	
1	2	3	4	5	6
2014					
Лейкоцитарная формула крови, % / WBC (white blood cells), %					
Гетерофилы / Heterophils	9.00	5.00	8.50	4.00	0.09, 0.92
Эозинофилы / Eosinophils	9.00	3.00	8.00	3.00	0.58, 0.55
Базофилы / Basophils	5.00	5.00	4.00	4.00	0.41, 0.68
Азурофилы / Azurophils	12.00	5.00	13.00	5.00	1.24, 0.21
Моноциты / Monocytes	7.00	4.00	7.00	5.00	0.22, 0.82
Лимфоциты / Lymphocytes	61.00	6.00	60.5	90.00	0.11, 0.91

Окончание табл. 1
Table 1. Continuation

1	2	3	4	5	6
Суммарное содержание клеток, % / Total cell count from all white cells, %					
Гранулоциты / Granulocytes	22.00	6.00	20.00	5.00	0.77, 0.43
Агранулоциты / Agranulocytes	78.00	6.00	80.00	5.00	0.78, 0.44
Лейкоцитарные индексы, отн. ед. / Leukocyte indices, arb. un.					
ИСЛ / Leukocyte shift index	0.28	0.09	0.25	0.07	0.78, 0.44
ИСЛЭ / Index of the lymphocytes and eosinophils ratio	6.77	14.37	7.71	11.50	0.78, 0.44
ИСГЭ / Index of the heterophils and eosinophils ratio	1.20	0.88	1.19	4.00	1.89, 0.37
ИЛГ / Lymphocyte – granulocyte index	28.18	9.69	29.27	13.23	1.26, 0.20
ИСГЛ / Index of the heterophils and lymphocytes ratio	0.15	0.09	0.14	0.08	0.24, 0.80
2015					
Лейкоцитарная формула крови, % / WBC (white blood cells), %					
Гетерофилы / Heterophils	8.00	4.50	9.00	5.00	0.22, 0.82
Эозинофилы / Eosinophils	7.00	2.00	6.00	6.00	0.02, 0.97
Базофилы / Basophils	8.50	9.00	8.00	13.00	0.27, 0.78
Азурофилы / Azurophils	10.00	4.00	9.00	5.00	0.63, 0.52
Моноциты / Monocytes	10.50	4.00	9.00	4.00	0.52, 0.59
Лимфоциты / Lymphocytes	52.50	9.50	54.00	7.00	0.69, 0.48
Суммарное содержание клеток, % / Total cell count from all white cells, %					
Гранулоциты / Granulocytes	25.00	8.00	25.00	13.00	0.02, 0.97
Агранулоциты / Agranulocytes	75.00	8.00	75.00	13.00	0.02, 0.97
Лейкоцитарные индексы, отн. ед. / Leukocyte indices, arb. un.					
ИСЛ / Leukocyte shift index	0.33	0.14	0.33	0.24	0.02, 0.98
ИСЛЭ / Index of the lymphocytes and eosinophils ratio	6.68	5.78	7.00	16.26	0.19, 0.84
ИСГЭ / Index of the heterophils and eosinophils ratio	0.86	0.91	0.75	2.42	0.13, 0.88
ИЛГ / Lymphocyte – granulocyte index	21.96	9.82	22.40	11.73	0.19, 0.84
ИСГЛ / Index of the heterophils and lymphocytes ratio	0.15	0.09	0.18	0.08	0.02, 0.97

Примечание. *Me* – медиана, *IQR* – интерквартильный размах.

Note. *Me* – median, *IQR* – interquartile range.

Картина крови сеголетков *V. berus* представлена в табл. 2.

Лейкоцитарный профиль крови сеголетков *V. berus* имел выраженные различия с гранулоцитарной составляющей лейкоцитарного профиля крови взрослых особей гадюки обыкновенной, обитающих в естественных условиях лесопарковой городской зоны г. Самара. Критерий Краскела – Уоллиса (*H*) и медианный тест (χ^2) подтвердили принадлежность исследованных выборок к разным генеральным совокупностям и статистически значимое различие в лейкоцитарных показателях крови сеголетков и взрослых особей гадюки обыкновенной (табл. 3).

Апостериорное сравнение выборок с использованием критерия Данна с применением поправки Бонферрони при оценке значения *p* выявило в крови сеголетков повышенное содержание

суммарных гранулоцитов, за счет повышения доли эозинофилов и базофилов, на фоне снижения числа гетерофилов по сравнению с самками и самцами. Отметим также снижение в крови сеголетков азурофилов по сравнению с самками.

Сдвиг лейкоцитарного профиля сеголетков особенно проявлялся в изменении всех интегральных индексов, кроме ИСГЛ. Отмечено возрастание ИСЛ (по отношению к самкам и самцам) и снижению ИЛГ (по отношению к самкам), что иллюстрировало активацию неспецифической защитной системы крови и отставание в реагировании лимфоцитов как эффекторного звена иммунного ответа организма, что подтверждалось снижением соотношения лимфоцитов/эозинофилов (ИСЛЭ) и гетерофилов/эозинофилов (ИСГЭ) в крови сеголетков (рис. 1).

Таблица 2. Лейкоцитарный состав периферической крови сеголетков *Vipera berus* в условиях серпентария
Table 2. Peripheral blood leukocyte composition of *Vipera berus* underyearlings under serpentarium conditions

Показатель лейкограммы / Leukogram indicators	<i>Me</i>	<i>IQR</i>
Лейкоцитарная формула крови, % / WBC (white blood cells), %		
Гетерофилы / Heterophils	6.00	5.00
Эозинофилы / Eosinophils	12.00	3.00
Базофилы / Basophils	10.00	5.00
Азурофилы / Azurophils	8.00	4.00
Моноциты / Monocytes	6.00	3.00
Лимфоциты / Lymphocytes	59.00	17.00
Суммарное содержание клеток, % / Total cell count from all white cells, %		
Гранулоциты / Granulocytes	27.00	10.00
Агранулоциты / Agranulocytes	73.00	10.00
Лейкоцитарные индексы, отн. ед. / Leukocyte indices, arb. un.		
ИСЛ / Leukocyte shift index, arb. un.	0.36	0.19
ИСЛЭ / Index of the lymphocytes and eosinophils ratio	4.87	2.39
ИСГЭ / Index of the heterophils and eosinophils ratio	0.33	0.44
ИЛГ / Lymphocyte – granulocyte index	23.60	12.59
ИСГЛ / Index of the heterophils and lymphocytes ratio	0.10	0.10

Примечание. *Me* – медиана, *IQR* – интерквартильный размах.
 Note. *Me* – median, *IQR* – interquartile range.

Таблица 3. Сравнительный анализ лейкоцитарного состава крови сеголетков (серпентарий) и взрослых особей *Vipera berus* из природной популяции (г. Самара, Красноглинский район)
Table 3. Comparative analysis of the blood leukocyte composition of *Vipera berus* underyearlings (serpentarium) and adults from the natural population (Samara region, Krasnoglinsky district)

Лейкоциты, % / Leukocyte, %	<i>H</i>	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>	Самцы / Males		Самки / Females	
					<i>z</i>	<i>p</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
Лейкоцитарная формула крови / WBC (white blood cells)								
Гетерофилы / Heterophils	12.28	0.01	10.35	0.03	2.92	0.03	3.07	0.02
Эозинофилы / Eosinophils	21.02	0.0003	15.20	0.004	4.30	0.01	3.87	0.01
Базофилы / Basophils	38.57	<0.001	28.91	<0.001	3.92	0.0008	4.56	0.00005
Азурофилы / Azurophils	18.96	0.0008	11.25	0.02	2.67	0.07	3.82	0.001
Моноциты / Monocytes	22.44	0.0002	16.58	0.0023	0.69	1.00	1.04	1.00
Лимфоциты / Lymphocytes	16.34	0.0026	17.52	0.0015	1.03	1.00	0.94	1.00

Примечание. *H* – критерий Краскела – Уоллиса, χ^2 – медианный критерий, *z* – критерий Данна, *p* – уровень значимости. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

Note. *H* – Kruskal–Wallis ANOVA, χ^2 – median test, *z* – Dunn's test, *p* – significance level. Statistically significant differences appear in bold.

Для визуализации различий в лейкоцитарном профиле сеголетков и взрослых особей из той природной популяции, откуда были взяты беременные самки, мы воспользовались методом главных компонент. На основе интегральных лейкоцитарных показателей (сумма гранулоцитов, агранулоцитов, ИСЛ, ИСЛЭ, ИСГЭ, ИЛГ, ИСГЛ) выделили первые наиболее информативные главные компоненты и определили их факторные нагрузки. Первая главная компонента с собственным значением 52.38 объясняла 95.11% общей вариации (изменчивости). Вторая главная компонента

для значения 2.42 описывала 4.4% оставшейся информации после выделения первой главной компоненты. В первую главную компоненту наибольший вклад вносили переменные: гранулоциты (сильная положительная корреляция), агранулоциты и лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс, ИЛГ (сильные отрицательные корреляции). Поэтому можно субъективно обозначить первую факторную ось как иллюстрацию сбалансированности иммунного ответа организма. Вторая факторная ось имела наиболее сильную отрицательную корреляцию с переменной ИСЛЭ и умерен-

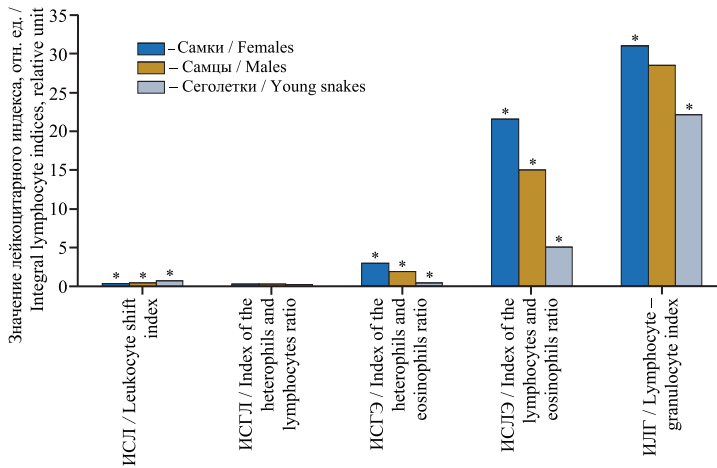


Рис. 1. Возрастные различия в значениях интегральных индексов крови *Vipera berus*. * статистически значимые показатели
Fig. 1. Age differences in the values of integral blood indices of *Vipera berus*. * statistically significant indicators

ную положительную – с ИЛГ. Относительный вклад переменной ИСЛЭ (0.69) в дисперсию факторной оси был выше вклада переменной ИСЛ (0.20).

Изъятые из природной популяции взрослые особи гадюки обыкновенной (самцы и самки) объединялись в общие группы: выборки 2014 г. занимали второй и третий квадрант; выборки 2015 г. – четвертый квадрант (рис. 2). При этом половая изменчивость в лейкоцитарном составе крови змей выражена незначительно. Выборка сеголетков располагалась в первом квадранте факторного пространства, что обуславливалось повышенным значением ИСЛ и пониженными значениями всех других индексов по сравнению со взрослыми особями. Таким образом, адаптивный ответ системы крови сеголетков гадюки обыкновенной характеризовался отставанием в реагировании на комплекс факторов серпентария и несбалансированностью иммунного ответа за счет недостаточности ресурса иммунокомпетентных клеток (агранулоцитов) по сравнению с показателями взрослых особей природной популяции.

С другой стороны, невысокий показатель ИСГЛ, рассматриваемый как гематологический параметр стресса (Davis et al., 2008), свидетельствовал об адекватности физиологических механизмов адаптации, протекающих в организме рептилий в специфических условиях серпентария и отсутствии дополнительного стрессового воздействия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Адаптивный ответ системы крови ядовитых змей к комплексу факторов естественной среды обитания реализуется за счет перераспределения соотношения в крови гетерофилов и лимфоцитов, обеспечивающих реакции иммунного реагирования (Павлов, 1998; Романова и др., 2017; Campbell, 2006; Davis et al., 2008; Arican, Cicek, 2010). В естественной среде обитания в процессе адаптации организма змей изменяются показатели клеточной и гуморальной защиты и сильнее выражены неспецифические иммунные ответы по сравнению с адаптивными реакциями иммунитета, что отражается на морфологическом составе крови.

В условиях серпентария адаптивный ответ системы крови сеголетков гадюки обыкновенной характеризовался отставанием в реагировании на комплекс факторов среды и несбалансированностью иммунного ответа за счет недостаточности ресурса иммунокомпетентных клеток (агранулоцитов) по сравнению с показателями взрослых особей гадюки обыкновенной, обитающих в естественных условиях лесопарковой городской зоны. Отметим, что экологический подход к исследованию ядовитых животных органично интегрирует в себе специфику их биологии (морфологию, распространение, сезонную и суточную активность, питание и др.) и продуцируе-

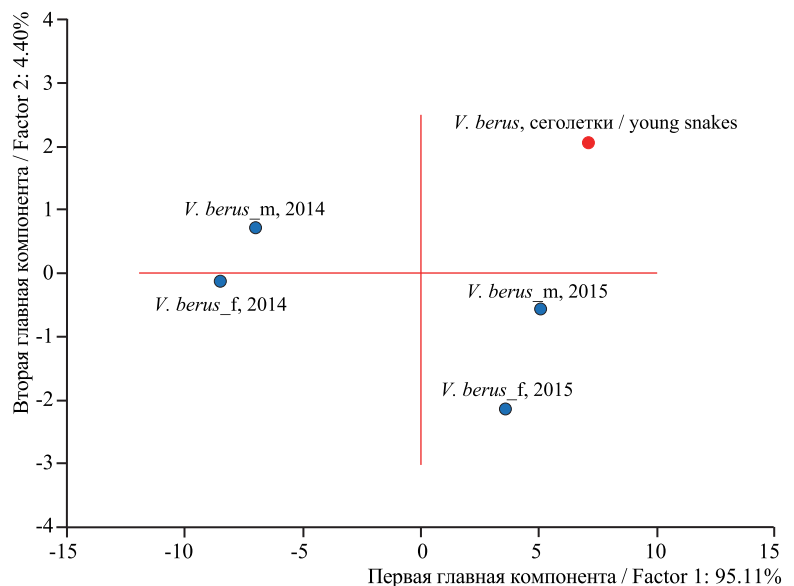


Рис. 2. График рассеяния выборок *Vipera berus* в пространстве главных компонент (m – males, самцы; f – females, самки)
Fig. 2. Scatter plot for *Vipera berus* samples in the space of the main components (m – males, f – females)

мых ядов как химических веществ, участвующих в межвидовых (аллелохимических) взаимодействиях (Гелашвили и др., 2015). Логично полагать, что адаптационные стратегии ядовитых змей рода *Vipera* на ранних стадиях онтогенеза, когда гранулоцитарная составляющая крови, реализующая сильные врожденные иммунные ответы, менее активна, определяются, в том числе, и биологической спецификой действия их яда, имеющего более высокую токсичность для основных пищевых объектов у сеголетков по сравнению со взрослыми половозрелыми особями (Атяшева и др., 2016; Горелов, 2018), обеспечивая резистентность и успешное выживание молодых особей в условиях средового стресса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананьева Н. Б., Орлов Н. Л. 2005. Ресурсы ядовитых змей фауны России // *Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами*. М. : Товарищество научных изданий КМК. С. 147 – 157.
- Атяшева Т. Н., Маленёв А. Л., Горелов Р. А., Клёнина А. А., Бакиев А. Г. 2016. Возрастные различия свойств ядовитого секрета у гадюк Волжского бассейна // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология*. Вып. 3. С. 15 – 19. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu03.2016.303>
- Бродский А. К., Сафронова Л. В. 2017. Глобальный экологический кризис: взгляд на проблему через призму биоразнообразия // *Биосфера*. Т. 9, № 1. С. 48 – 70.
- Воробьева А. С. 2007. Сравнительная характеристика периферической крови змей Волжского бассейна // *Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии*. Вып. 10. С. 25 – 30.
- Ганцук С. В., Воробьева А. С., Чазова Т. В. 2008. Характеристика периферической крови обыкновенной *Vipera berus* и степной *V. renardi* гадюк // *Вопросы герпетологии : материалы Третьего съезда Герпетологического общества им. А. М. Никольского / Зоологический институт РАН*. СПб. С. 101 – 104.
- Гелашвили Д. Б., Крылов В. Н., Романова Е. Б. 2015. Зоотоксинология: биоэкологические и биомедицинские аспекты : учебное пособие. Нижний Новгород : Изд-во ННГУ. 770 с.
- Горелов Р. А. 2018. Ядоотдача и токсичность яда гадюк Волжского бассейна : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти. 21 с.
- Павлов А. В. 1998. Эколого-морфологическая характеристика обыкновенной гадюки (*Vipera berus* L.) в зависимости от условий естественной и искусственной среды : дис. ... канд. биол. наук. Казань. 174 с.
- Павлов А. В. 2019. Ключевые моменты гематологии рептилий: особенности оценки лейкоцитарной части крови // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки*. № 1 (25). С. 138 – 152. <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2019-1-14>
- Реброва О. Ю. 2006. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М. : МедиаСфера. 305 с.
- Романова Е. Б., Соломайкин Е. И., Бакиев А. Г., Горелов Р. А. 2017. Сравнительные данные о лейкоцитарном составе крови гадюки обыкновенной *Vipera berus* и гадюки восточной степной *Vipera renardi* // *Современная герпетология*. Т. 17, вып. 1/2. С. 51 – 55. <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2017-17-1-2-51-55>
- Романова Е. Б., Соломайкин Е. И., Бакиев А. Г., Маленев А. Л., Горелов Р. А. 2018. Параметры лейкоцитарной системы крови гадюк *Vipera berus berus*, *V. berus nikolskii* и *V. renardi bashkirovi* в серпентарии // *Известия Самарского научного центра РАН*. Т. 20, № 2. С. 61 – 66.
- Хайрутдинов И. З., Соколова Ф. М. 2010. Характеристика крови рептилий и ее связь с условиями среды обитания. Казань : Казанский университет. 44 с.
- Халафян А. А. 2007. СТАТИСТИКА 6. Статистический анализ данных. М. : ООО Бином-Пресс. 512 с.
- Arican H., Cicek K. 2010. Morphology of peripheral blood cells from various species of Turkish herpetofauna // *Acta Herpetologica*. Vol. 5, № 2. P. 179 – 198. https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-8526
- Davis A. K., Maney D. L., Maerz J. C. 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: A review for ecologists // *Functional Ecology*. Vol. 22. P. 760 – 772.
- Campbell T. W. 2006. Clinical pathology of reptiles // *Reptile Medicine and Surgery*. 2nd ed. St. Louis (MO) : Saunders Publishing. P. 453 – 470.

Age differences in the leukocyte blood composition of the common viper *Vipera berus* (Reptilia: Serpentes: Viperidae)

Е. Б. Романова ^{1✉}, Е. И. Соломайкин ¹, А. Г. Бакиев ², Р. А. Горелов ²

¹ Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod
23 Gagarin Avenue, Nizhni Novgorod 603022, Russia

² Samara Federal Research Center of RAS,
Institute of Ecology of the Volga River Basin of Russian Academy of Sciences
10 Komzina St., Togliatti 445003, Russia

Article info

Original Article

[https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-](https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-1-2-44-51)

1-2-44-51

EDN: OXEWAX

Received January 29, 2023,
revised February 14, 2023,
accepted February 14, 2023,
published June 30, 2023

Abstract. The results of our comparative analysis of parameters of the leukocyte blood system of underyearlings and mature specimens of the common viper *Vipera berus* are presented. The material was the blood of 36 females and 26 males caught in the Middle Volga basin, and 13 underyearlings born in captivity from 4 females of this sample. *V. b. berus* underyearlings differed: from the females by a lower content of heterophils and azurophils, an increased content of eosinophils and basophils, an increase in the leukocyte shift index, a decrease in the lymphocyte–granulocytic index, the index of the of heterophil–eosinophil ratio, the index of the lymphocyte–eosinophil ratio; from the males by a reduced content of heterophils, an increased content of eosinophils and basophils, an increase in the leukocyte shift index, the index of the heterophil–eosinophil ratio, and the index of the lymphocyte–eosinophil ratio. In general, the adaptive response of the blood system of underyearlings indicated the later activation of lymphocytes as an effector link and the imbalance of the immune response due to the lack of a resource of immunocompetent cells (agranulocytes) compared with the indices of adults from natural populations.

Keywords: *Vipera berus*, blood formula, leukocyte indices, peripheral blood

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

For citation: Romanova E. B., Solomaykin E. I., Bakiev A. G., Gorelov R. A. Age differences in the leukocyte blood composition of the common viper *Vipera berus* (Reptilia: Serpentes: Viperidae). *Current Studies in Herpetology*, 2023, vol. 23, iss. 1–2, pp. 44–51 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-1-2-44-51>, EDN: OXEWAX

REFERENCES

Ananjeva N. B., Orlov N.L. Resources of venomous snakes of fauna of Russia In: *Fundamental Grounds of Biological Resources Management*. Moscow, KMK Scientific Press Ltd, 2005, pp. 147–157 (in Russian).

Atyasheva T. N., Malenyov A. L., Gorelov R. A., Klenina A. A., Bakiev A. G. Age differences in the properties of vipers' snake venom of the Volga River Basin. *Vestnik of Saint Petersburg University, Ser. 3. Biology*, 2016, iss. 3, pp. 15–19 (in Russian).

Brodsky A. K., Safronova D. V. The global ecological crisis: View through the prism of biodiversity. *Biosfera*, 2017, vol. 9, no.1, pp. 48 – 70 (in Russian).

Vorobieva A. S. Comparative characteristics of the peripheral blood of snakes of the Volga basin. *Actual Problems of Herpetology and Toxinology*, 2007, iss. 10, pp. 25–30 (in Russian).

Ganshchuk S. V., Vorobyova A. C., Chazova T. V. Characteristics of peripheral blood in *Vipera berus* and *V. renardi*. *The Problems of Herpetology: Proceedings of*

the 3th Meeting of the Nikolsky Herpetological Society. Saint Petersburg, Zoological Institute of RAS Publ., 2008, pp. 101–104 (in Russian).

Gelashvili D. B., Krylov V. N., Romanova E. B. *Zootoxinology: Bioecological and Biomedical Aspects: Manual*. Nizhni Novgorod, Nizhni Novgorod State University Press, 2015. 770 p. (in Russian).

Gorelov R. A. *Venom Release and Toxicity of the Venom of Vipers in the Volga Basin*. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Togliatti, 2018. 21 p. (in Russian).

Pavlov A. V. *Ecological and Morphological Characteristics of the Common Viper (Vipera berus L.) Depending on Natural and Artificial Environmental Conditions*. Diss. Cand. Sci. (Biol.). Kazan, 1998. 174 p. (in Russian).

Pavlov A. V. Key moments of reptile hematology: Features of the assessment of the leukocyte part of blood. *Proceedings. Volga Region. Natural Sciences*, 2019, no. 1 (25), pp. 138–152 (in Russian). <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2019-1-14>

✉ Corresponding author. Department of Ecology of Institute of Biology and Biomedicine, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Russia.

ORCID and e-mail addresses: Elena B. Romanova: <https://orcid.org/0000-0002-1925-7864>, romanova@ibbm.unn.ru; Evgeny I. Solomaykin: <https://orcid.org/0000-0003-4030-8272>, e7v4gen5iy@yandex.ru; Andrey G. Bakiev: <https://orcid.org/0000-0002-0338-2740>, herpetology@list.ru; Roman A. Gorelov: <https://orcid.org/0000-0002-0207-2951>, gorelov.roman@mail.ru.

Rebrova O. Y. *Statisticheskii analiz meditsinskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh programm STATISTICA* [Statistical Analysis of Medical Data. Application of STATISTICA]. Moscow, MediaSfera Publ., 2006. 305 p. (in Russian).

Romanova E. B., Solomaykin E. I., Bakiyev A. G., Gorelov R. A. Comparative data on the leukocytic blood formula of *Vipera berus* and *Vipera renardi*. *Current Studies in Herpetology*, 2017, vol. 17, iss. 1–2, pp. 51–55 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2017-17-1-2-51-55>

Romanova E. B., Solomajkin E. I., Bakiev A. G., Malenev A. L., Gorelov R. A. Parameters of leukocyte blood system vipers *Vipera berus berus*, *V. berus nikolskii* and *V. renardi bashkirovi* in serpentaria. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2018, vol. 20, no. 2, pp. 61–66 (in Russian).

Khairutdinov I. Z., Sokolina F. M. *Kharakteristika krovi reptilii i ee sviaz' s usloviiami sredy obitaniia* [Rep-

tile Blood Characteristics and their Connection with Environmental Conditions]. Kazan, Kazan State University Publ., 2010. 44 p. (in Russian).

Halafian A. A. *STATISTIKA 6. Statisticheskii analiz dannykh* [STATISTICA 6. Statistical Data Analysis]. Moscow, Binom-Press Ltd, 2007. 512 p. (in Russian).

Arıcan H., Cıcek K. Morphology of peripheral blood cells from various species of Turkish herpetofauna. *Acta Herpetologica*, 2010, vol. 5, no. 2, pp. 179–198. https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-8526

Davis A. K., Maney D. L., Maerz J. C. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: A review for ecologists. *Functional Ecology*, 2008, vol. 22, pp. 760–772.

Campbell T. W. Clinical pathology of reptiles. In: *Reptile Medicine and Surgery*. 2nd ed. St. Louis (MO), Saunders Publishing, 2006, pp. 453–470.