



ОТДАЛЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ РУДЫ НА ЛЕЙКОЦИТЫ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

**Каюмова А. Ф. ORCID ID 0000-0003-1983-1392,
Габдулхакова И. Р. ORCID ID 0000-0002-8416-0719,
Зиякаева К. Р. ORCID ID 0000-0002-3923-2736,
Киселева О. С. ORCID ID 0000-0001-7935-3228,
Надыршина Д. Д. ORCID ID 0000-0001-8981-688X,
Фазлыяхметова М. Я. ORCID ID 0009-0008-2208-4918**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Уфа, Российская Федерация, e-mail: krziyak@yandex.ru*

Проблема интоксикации тяжелыми металлами остается актуальной для работников горнорудной промышленности, подвергающихся постоянному профессиональному контакту с рудой. Цель исследования состояла в определении степени воздействия рудного порошка на лейкоциты периферической крови крыс. Работа выполнена на беспородных белых крысах-самцах. Для оценки выраженности эндогенной интоксикации и токсического воздействия тяжелых металлов на организм экспериментальных животных рассчитывали интегральные лейкоцитарные индексы периферической крови крыс. В лейкограмме были выявлены следующие значительные изменения: так, на 60-е сутки отмечался лейкоцитоз (нейтрофилия, эозинофилия), а на 90-е сутки наблюдалась лейкопения (эозинопения, лимфопения и моноцитоз), что указывало на наличие признаков токсического воздействия исследуемой руды на органы лейкопоэза и клетки периферической крови крыс. В лейкоцитарной формуле наблюдалось увеличение относительного количества моноцитов, что, возможно, связано с изменением активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Выброс в циркулирующую кровь юных форм нейтрофилов указывал на функциональную несостоятельность и срыв защитных механизмов лейкоцитарного звена. Повышение эозинофильных лейкоцитов по мере развития интоксикации рудой на 60-е сутки свидетельствовало о развитии аллергической реакции замедленного типа на фоне хронического воздействия компонентов руды на систему крови и костного мозга. Анализ лейкоцитарных индексов позволил глубже изучить особенности иммунного ответа при хронической интоксикации медно-цинковой колчеданной рудой. Выявленные изменения интегральных лейкоцитарных индексов подтвердили наличие интоксикации в организме крыс и отразили специфику течения хронического воспалительного процесса под воздействием руды.

Ключевые слова: руда, крыса, лейкоцитарные индексы, лейкоцитарный индекс интоксикации

LONG-TERM EFFECTS OF ORE ON PERIPHERAL BLOOD LEUKOCYTES IN EXPERIMENT

**Kayumova A. F. ORCID ID 0000-0003-1983-1392,
Gabdulkhakova I. R. ORCID ID 0000-0002-8416-0719,
Ziyakaeva K. R. ORCID ID 0000-0002-3923-2736,
Kiseleva O. S. ORCID ID 0000-0001-7935-3228,
Nadyrshina D. D. ORCID ID 0000-0001-8981-688X,
Fazlyakhmetova M. Ya. ORCID ID 0009-0008-2208-4918**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Bashkir State Medical University” of the Ministry of Health
of Russian Federation, Ufa, Russian Federation, e-mail: krziyak@yandex.ru*

The problem of heavy metal intoxication remains relevant for mining workers who are in constant professional contact with ore. The purpose of the study was to determine the degree of exposure of the ore powder to rat peripheral blood leukocytes. The work was done on male purebred white rats. To assess the severity of endogenous intoxication and the toxic effects of heavy metals on the body of experimental animals, integral leukocyte indices of peripheral blood of rats were calculated. The following significant changes were identified in the leukogram; leukocytosis (neutrophilia, eosinophilia) was observed on day 60, and leukopenia (eosinopenia, lymphopenia and monocytosis) was observed on day 90, which indicated signs of toxic effects of the test ore on the leukopoietic organs and peripheral blood cells rats. An increase in the relative number of monocytes was observed in the leukocyte formula, which is possibly due to a change in the activity of the hypothalamic-pituitary-adrenal system. The release of young forms of neutrophils into the circulating blood indicated functional failure and disruption of the protective mechanisms of the leukocyte link. An increase in eosinophilic leukocytes with the development of ore intoxication on the 60th day indicated the development of an allergic reaction of a delayed type against the background of chronic exposure of ore components to the blood and bone marrow system. Analysis of leukocyte indices allowed to study more deeply the features of the immune response in chronic intoxication with copper-zinc pyrite ore. The identified changes in the integral leukocyte indices confirmed the presence of intoxication in the body of rats and reflected the specifics of the course of the chronic inflammatory process under the influence of ore.

Keywords: ore, rat, leukocyte indices, leukocyte intoxication index

Введение

Проблема интоксикации тяжелыми металлами остается актуальной для работников горнорудной промышленности, подвергающихся постоянному профессиональному контакту с рудой [1, 2]. Согласно литературным данным, геохимическая специфика рудного производства негативно влияет на здоровье населения, проживающего вблизи месторождений [2]. Ряд исследований посвящен анализу профессиональной заболеваемости на предприятиях по добыче и обогащению руд цветных металлов [3, 4]. В ряде работ показано, что соединения кадмия и мышьяка вызывают изменения в гемопоэзе [4–6]. Общий анализ крови с помощью автоматизированного гематологического анализатора позволяет определить не только количество лейкоцитов, но также идентифицировать лейкоциты по видам гранул в цитоплазме и рассчитывать количество клеток каждого типа лейкоцитов [7–9]. Интегральные лейкоцитарные индексы широко применяются для раннего прогнозирования и диагностики острых инфекций благодаря их легкодоступности и возможности быстрого определения [7].

Цель исследования – определение степени воздействия рудного порошка на лейкоциты периферической крови крыс.

Материалы и методы исследования

Эксперимент был проведен на беспородных крысах-самцах массой 200±10 г. Животные случайно распределили на группы следующим образом: группа 1 (n = 10) – контрольная, группа 2 (n = 10) – интоксикация рудой в течение 60 дней, группа 3 (n = 10) – интоксикация рудой в течение 90 дней. Опытные крысы вместе с кормом получали руду в измельченном виде из расчета 600 мг/кг/сут согласно ранее разработанной авторами методике [2, 3]. Анализ образца руды был выполнен на атомно-абсорбционном спектрометре (Shimadzu AA

6200, Япония) и рентген-флуоресцентном спектрометре (Shimadzu EDX 800, Япония) в Управлении государственного аналитического контроля Республики Башкортостан (табл. 1) [2, 3].

Для оценки степени интоксикации животных под влиянием МЦКР рассчитывали следующие лейкоцитарные индексы [4–6].

Лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) – показатель, отражающий степень воспалительного «сдвига» клеток белого ростка крови, рассчитывали по В. К. Островскому как соотношение (%) нейтрофилов (палочкоядерных и сегментоядерных) к сумме лимфоцитов, моноцитов и эозинофилов [5, 7].

Лейкоцитарный индекс (ЛИ) – соотношение (%) лимфоцитов к нейтрофилам, характеризующее взаимодействие гуморального и клеточного звеньев иммунной системы.

Ядерный индекс Г. Д. Даштаянца (ЯИ) – процентное отношение суммы моноцитов и палочкоядерных нейтрофилов к уровню сегментоядерных нейтрофилов [7].

Индекс Кребса (ИК) – процентное соотношение общего количества нейтрофилов к лимфоцитам; служит маркером интоксикации [7].

Индекс сдвига лейкоцитов периферической крови (ИСЛК) – отражает соотношение гранулоцитов и агранулоцитов. Рассчитывается как отношение (%) суммы эозинофилов, базофилов и нейтрофилов к сумме моноцитов и лимфоцитов [7].

Индекс соотношения нейтрофилов и моноцитов (ИСНМ) – показывает равновесие между (%) нейтрофилами и моноцитами, позволяя оценить состояние микрофагально-макрофагальной системы [7].

Индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов (ИСЛМ) – демонстрирует баланс между лимфоцитами и моноцитами, отражая взаимодействие аффлекторного и эффекторного звеньев иммунологического процесса [7].

Таблица 1

Процентное содержание металлов в медно-цинковой колчеданной руде

Оксид	Доля оксида в пробе	Доля металла в пробе	Оксид	Доля оксида в пробе	Доля металла в пробе
1 Fe ₂ O ₃	17,603	12,312	6 CuO	0,123	0,0978
2 SiO ₂	12,803	12,803	7 As ₂ O ₃	0,083	0,063
3 P ₂ O ₅	2,541	5,985	8 PbO	0,065	0,060
4 ZnO	2,465	2,258	9 MnO	0,060	0,046
5 CaO	0,565	0,404	10 CdO	0,01	0,0088

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Индекс алергизации (ИА) – рассчитывается по формуле

$$\text{ИА} = (\text{лимфоциты} + 10 \times (\text{эозинофилы} + 1) / (\text{палочкоядерные нейтрофилы} + \text{сегментоядерные нейтрофилы} + \text{моноциты} + \text{базофилы}) [4, 5, 7].$$

Полученные данные анализировали с помощью программы STATISTICA 10 (StatSoft, США), рассчитывали медиану (Me), интерквартильные размахи (Q1; Q3), статистическую значимость отличий испытуемой группы от группы сравнения оценивали с помощью непараметрических критериев Манна – Уитни и Краскела – Уоллиса, ($p < 0,05$ и $p < 0,01$) [2, 3]. Эксперимент был одобрен биоэтическим советом ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Протокол № 5 13.09.2017).

Результаты исследования и их обсуждение

Эксперимент показал, что трехмесячное воздействие МЦКР на организм опытных крыс в условиях хронической интоксикации привело к существенным изменениям лейкоцитарной картины периферической крови (табл. 2).

На 60-е сутки эксперимента у крыс зафиксировано статистически значимое повышение в 1,2 раза абсолютного количества лейкоцитов относительно значений контрольной группы. К завершению исследования (90-е сутки) общее число лейкоцитов снизилось в 1,2 раза по сравнению с контрольными значениями, что свидетельствует о развитии лейкопении.

Изменения в популяции нейтрофилов: в оба срока наблюдения отмечался выраженный нейтрофилез: на 60-е сутки относительное количество сегментоядерных нейтрофилов возросло в 1,25 раза; на 90-е сутки – в 1,8 раза. Параллельно с увеличением

числа сегментоядерных нейтрофилов в периферической крови наблюдалось повышение количества палочкоядерных нейтрофилов. Вероятно, это связано с усиленным выходом данных клеток из костного мозга в системный кровоток.

Динамика эозинофилов. На 60-е сутки зафиксировано статистически значимое увеличение относительного количества эозинофилов в периферической крови – в 1,5 раза (табл. 1). По мере накопления МЦКР в организме и нарастания интоксикации развивалась эозинофилия. Однако к 90-м суткам эксперимента наблюдалась противоположная тенденция – эозинопения: относительное количество эозинофилов снизилось в 2,0 раза по сравнению с контрольной группой (табл. 1). Снижение числа эозинофилов при стрессовых воздействиях, как правило, обусловлено их перераспределением из кровотока в ткани организма [8–10].

Изменения моноцитов и лимфоцитов. В периферической крови белых крыс отмечалось повышение числа моноцитов: на 60-е сутки – в 1,6 раза; на 90-е сутки – в 2,0 раза. На 90-е сутки увеличение количества моноцитов по сравнению с контролем достигло статистической значимости (1,3 раза; табл. 1). Ранее в ходе изучения гистоморфологических изменений при хронической интоксикации МЦКР авторы наблюдали обширную генерализованную лимфомакрофагальную инфильтрацию в печени и легких [8]. Относительное количество лимфоцитов снизилось в 1,3 раза на 60-е сутки эксперимента (табл. 1).

Таблица 2

Динамика количества лейкоцитов крыс (Me, Q1; Q3)

Показатель	Группа 1, контрольная	Группа 2, 60 дней интоксикации	Группа 3, 90 дней интоксикации
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	17,84 [14,12–19,43]	21,54* [21,31–25,14]	15,43* [14,56–17,33]
Лимфоциты, %	76,05 [72,0–78,0]	67,10* [65,34–67,42]	58,3** [58,22–70,34]
Моноциты, %	5,0 [4,0–5,0]	8,0** [7,0–9,0]	10,0** [8,0–11,0]
Сегментоядерные нейтрофилы, %	16,0 [14,23–17,34]	20,0* [19,33–22,42]	29,0** [27,34–29,40]
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,0 [0,5–1,0]	2,0* [1,0–2,0]	2,0* [1,0–2,0]
Эозинофилы, %	2,0 [1,0–3,0]	3,0* [3,0–5,0]	1,0* [0,8–1,5]

Примечание: статистически значимые отличия опытных групп по отношению к контрольной группе: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

Составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 3

Лейкоцитарные индексы крыс (Ме, Q1; Q3)

Индексы	Группа 1, контрольная	Группа 2, 60 дней интоксикации	Группа 3, 90 дней интоксикации
Лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ)	0,07 [0,06–0,08]	0,08 [0,07–0,09]	0,24* [0,20–0,25]
Лейкоцитарный индекс (ЛИ)	4,47 [4,45–4,51]	3,05* [2,86–3,12]	1,87* [1,66–1,95]
Ядерный индекс (ЯИ)	0,38 [0,36–0,41]	0,51* [0,48–0,53]	0,41 [0,38–0,43]
Индекс Кребса (ИК)	0,22 [0,19–0,24]	0,33* [0,28–0,35]	0,53* [0,48–0,56]
Индекс сдвига лейкоцитов периферической крови (ИСЛК)	0,23 [0,21–0,26]	0,33* [0,31–0,36]	0,47* [0,45–0,49]
Индекс соотношения нейтрофилов и моноцитов (ИСНМ)	3,40 [3,26–3,42]	2,75* [2,53–2,86]	3,10 [2,87–3,23]
Индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов (ИСЛМ)	15,21 [14,78–16,23]	8,38** [7,78–8,56]	5,81** [5,62–6,13]
Индекс алергизации (ИА)	4,82 [4,52–4,87]	3,57* [3,23–3,72]	1,95** [1,34–2,12]

Примечание: статистически значимые отличия опытных групп по отношению к контрольной группе: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

Составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Оценка признаков интоксикации. Лейкоцитарные индексы, представленные в табл. 2, позволили объективно оценить признаки интоксикации у крыс, подвергавшихся воздействию МЦКР в течение 2-го и 3-го месяцев (табл. 3).

Анализ лейкоцитарных индексов при хронической интоксикации МЦКР [2]. Для оценки характера интоксикационных процессов, особенно при хронических стрессовых воздействиях, ключевое значение имеет лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ). В ходе эксперимента выявлено статистически значимое увеличение ЛИИ на 90-е сутки – в 3,4 раза относительно контрольных значений.

Лейкоцитарный индекс (ЛИ), отражающий функциональное состояние лимфоцитарной системы и общую реактивность организма, демонстрировал устойчивую тенденцию к снижению: на 60-е сутки – в 1,47 раза по сравнению с контролем; на 90-е сутки – в 2,41 раза.

Ядерный индекс Г. Д. Даштаянца (ЯИ) показал следующую динамику: на 60-е сутки – рост в 1,32 раза относительно контроля; к завершению эксперимента (90-е сутки) – снижение в 1,58 раза по сравнению с контрольными показателями [5, 7, 11].

Индекс Кребса (ИК), свидетельствующий об активности фагоцитарных реакций и факторов специфического иммунитета, продемонстрировал прогрессивное увеличение: на 60-е сутки – в 1,51 раза; на 90-е сутки – в 2,41 раза. Такая динамика указывает на функциональное угнетение пролиферативной активности костного мозга [7].

Индекс сдвига лейкоцитов периферической крови (ИСЛК), используемый для оценки реактивности организма при воспалении и раздражении (отражает соотношение гранулоцитов и агранулоцитов) [10], показал: рост в 1,43 раза на 60-е сутки; увеличение в 2,04 раза на 90-е сутки. Основной причиной такого изменения стало повышение процентной доли гранулоцитов, что свидетельствует о нарушении иммунологической реактивности у экспериментальных крыс.

Индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов (ИСЛМ) продемонстрировал статистически значимое снижение: в 1,82 раза на 60-е сутки; в 2,62 раза на 90-е сутки. Подобная динамика, вероятно, связана с повышением уровня моноцитов в периферической крови и указывает на формирующиеся нарушения иммунного ответа под воздействием МЦКР [7].

Индекс алергизации (ИА), выступающий этиологическим маркером воспалительных процессов, показал снижение: в 1,35 раза на 60-е сутки; в 2,47 раза на 90-е сутки (данные представлены в табл. 2).

Адаптационные реакции организма в ответ на длительное воздействие медноколчеданной руды в значительной мере выражаются в количественном и качественном изменении лейкоцитарной формулы периферической крови. Степень этих изменений зависит не только от силы и характера внешних воздействий, но и от реактивности организма [4, 11].

Полученные авторами данные свидетельствуют о компенсаторном повышении содержания лейкоцитов в крови к 60-м сут-

кам при длительном воздействии исследуемой руды. В лейкоцитарной формуле наблюдалось увеличение относительного количества моноцитов, что, возможно, связано с изменением активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Выброс в циркулирующую кровь юных форм нейтрофилов указывал на функциональную несостоятельность и срыв защитных механизмов лейкоцитарного звена. Повышение эозинофильных лейкоцитов по мере развития интоксикации рудой на 60-е сутки свидетельствовало о развитии аллергической реакции замедленного типа на фоне хронического воздействия компонентов руды на систему крови и костного мозга [6–8].

При длительном воздействии соединений тяжелых металлов в составе МЦКР на организм животных, на фоне развития определенных компенсаторных реакций, наблюдалось снижение адаптационных возможностей функциональной системы крови [3]. Ранее было показано, что одной из причин угнетения эритропоэза при введении руды может являться нарушение функциональных свойств костномозговых макрофагов, поддерживающих процессы дифференцировки и созревания эритробластов в эритробластических островках [7]. Вполне вероятно, что негативное влияние МЦКР затронуло как эритроцитарное звено [3], так и лейкоцитарное [2, 6]. Повышение сегментоядерных нейтрофилов, наряду со снижением количества лейкоцитов на протяжении всего эксперимента соотносится с аналогичными данными литературы при исследовании влияния кадмия на гематологические показатели у кроликов [9]. Соединения тяжелых металлов в составе МЦКР воздействовали на морфофункциональное состояние клеток крови и костного мозга, обусловленное вмешательством в процессы перекисного окисления липидов, синтеза ДНК, окислительного фосфорилирования у животных [6, 7].

В лейкограмме были выявлены следующие значительные изменения: так, на 60-е сутки отмечался лейкоцитоз (нейтрофилез, эозинофилия), а на 90-е сутки наблюдалась лейкопения (эозинопения, лимфопения и моноцитоз), что указывало на наличие признаков токсического воздействия МЦКР на органы лейкопоэза и клетки периферической крови.

Лимфопения, возможно, была вызвана выходом клеток из кровотока и воспалительным процессом в ткани, что указывало на напряженность иммунного ответа [8, 9]. К концу эксперимента (90-е сутки) авторы наблюдали усиление воспаления, о чем свидетельствовали мононуклеарная и лим-

фоцитарная инфильтрация тканей. В проведенных ранее исследованиях авторами было обнаружено, что введение руды в организм животных привело к воспалительным процессам в ткани желудка, повреждению гепатоцитов, а в легочной ткани появились признаки бронхопневмонии [6–8]. Под воздействием МЦКР наблюдалось системное нарушение гомеостаза [4, 10, 12]. Лейкоцитарные индексы позволили оценить уровень иммунологической реактивности [13, 14]. Проведенное исследование позволило определить неспецифические адаптационные реакции у исследуемых животных [10, 15].

Заключение

Выброс в циркулирующую кровь юных форм нейтрофилов указывал на функциональную несостоятельность и срыв защитных механизмов лейкоцитарного звена. Повышение эозинофильных лейкоцитов по мере развития интоксикации рудой на 60-е сутки свидетельствовало о развитии аллергической реакции замедленного типа на фоне хронического воздействия компонентов руды на систему крови и костного мозга. Анализ лейкоцитарных индексов позволил глубже изучить особенности иммунного ответа при хронической интоксикации медно-цинковой колчеданной рудой. Изменения интегральных лейкоцитарных индексов свидетельствовали о хроническом воспалении и подтвердили наличие интоксикации в организме исследуемых крыс в условиях длительного воздействия руды.

Список литературы

1. Новикова М. А., Пушкарев Б. Г., Судаков Н. П., Никифоров С. Б., Гольдберг О. А., Явербаум П. М. Влияние хронической свинцовой интоксикации на организм человека // Байкальский медицинский журнал. 2013. Т. 117 (2). С. 13–16. URL: <https://www.bmjjour.ru/jour/issue/view/issue/42/29> (дата обращения: 18.03.2026).
2. Самоходова Т. С., Каюмова А. Ф., Зиякаева К. Р., Киселева О. С. Влияние медно-цинковой колчеданной руды на костный мозг и лейкоциты крови в эксперименте // Вестник Башкирского государственного медицинского университета. 2022. Специальный выпуск № 5. С. 180–185. URL: <http://s.siteapi.org/7bd21d3a35e453b.ru/docs/4rt1rcaxr20w0oock88ocgooccs4k> (дата обращения: 18.03.2026).
3. Зиякаева К. Р. Исследование воздействия медно-цинковой колчеданной руды на эритропоэз в эксперименте: дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2020. 191 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_010254001/ (дата обращения: 18.03.2026).
4. Тимашева Г. В., Репина Э. Ф., Бакиров А. Б., Гильманов А. Ж., Валеева О. В., Фагамова А. З. Применение интегральных лейкоцитарных индексов при оценке степени токсического влияния химических факторов на организм работников химического производства // Медицинский алфавит. 2016. Т. 3 (19). С. 97–98. URL: <https://www.med-alphabet.com/jour/issue/archive?issuesPage=2#issues> (дата обращения: 18.03.2026).

5. Громов М. И., Рысев А. В., Журавлев Ю. Ф., Пивоварова Л. П., Арискина О. Б., Маркелова Е. В. Лейкоцитарный индекс интоксикации по В. К. Островскому как критерий оценки бактериальной инфекции // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. 2023. Т. 182 (2). С. 53–58. DOI: 10.24884/0042-4625-2023-182-2-53-58.
6. Гайнуллина А. А., Габдулхакова И. Р., Каюмова А. Ф., Зиякаева К. Р., Самоходова О. В. Состояние печени крыс в токсигенный период интоксикации полихлорированными бифенилами // Казанский медицинский журнал. 2025. Т. 106 (1). С. 70–78. URL: <https://kazanmedjournal.ru/kazanmedj/article/view/627352> (дата обращения: 23.03.2026). DOI: 10.17816/KMJ627352.
7. Ермашкевич Е. И., Клетикова Л. В., Мартынов А. Н., Якименко Н. Н. О возможности применения лейкоцитарных индексов в комплексной диагностике субклинических гепатозов у кур-несушек // Успехи современной науки и образования. 2016. № 2. С. 161–165. URL: <https://www.modernsciencejournal.org/>. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25447250> (дата обращения: 19.03.2026). EDN: VKWKPV.
8. Yihui Wang, Zhihong Xu, Yuhua Zhou, Mengqi Xie, Xing Qi, Zhiwei Xu, Qi Cai, Huiqiu Sheng, Erzhen Chen, Bing Zhao, Enqiang Mao Leukocyte cell population data from the blood cell analyzer as a predictive marker for severity of acute pancreatitis // J. Clin. Lab. Anal. 2021. Vol. 35. Is. 7. e23863. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34062621/> (дата обращения: 29.03.2026). DOI: 10.1002/jcla.23863.
9. Искалиев Е. А., Малахова Л. В., Решетняк В. В., Бурдейный В. В. Лейкоцитарные индексы крыс // Развитие науки и практики в контексте глобальных вызовов: сборник статей по материалам 75-й Международной научно-практической конференции (г. Караваяво, 25 января 2024 г.) Караваяво: Издательство ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», 2024. С. 74–79. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67096790&selid=67096811> (дата обращения: 29.03.2026). EDN: OEONBP.
10. Ткаченко Е. А., Дерхо М. А. Лейкоцитарные индексы при экспериментальной кадмиевой интоксикации мышей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. Т. 47 (3). С. 81–83. URL: <https://orensau.ru/ru/nauka/izvestiya-orenburgskogo-gau> (дата обращения: 25.03.2026). EDN: SJDSID.
11. Махнева Н. В., Сюч Н. И., Кузнецова Н. А. Неспецифические адаптационные реакции у амбулаторных пациентов дерматовенерологического профиля // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2021. Т. 24 (6). С. 553–563. URL: <https://rjsvd.com/1560-9588/article/view/100773> (дата обращения: 29.03.2026). DOI: 10.17816/dv100773.
12. Клетикова Л. В., Вирзум Л. В., Шашурина Ю. Н., Терентьев С. С., Горбунов П. А. Динамика лейкоцитов и лейкоцитарных индексов как маркеров адаптационных процессов у ягнят после отъема // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2025. Т. 34 (3). С. 59–67. URL: <http://vestnik.academy21.ru> (дата обращения: 30.03.2026). DOI: 10.48612/vch/79nt-x53h-a1nn.
13. Извин А. И., Рудзевич А. В. Лейкоцитарные индексы интоксикации при различных формах хронического тонзиллита, ассоциированного с хроническим описторхозом // Современные тенденции в развитии оториноларингологии: сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции оториноларингологов СКФО с международным участием (г. Махачкала, 05 июля 2024 г.). Махачкала: ИПЦ ДГМУ, 2024. С. 90–94. URL: <https://elibrary.ru/tskqt> (дата обращения: 28.03.2026). EDN: ORMCOZ.
14. Жуков А. П., Шарафутдинова Е. Б., Датский А. П. Информативность лейкоцитарных индексов в лабораторном скрининге легочной патологии у телят // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. Т. 59 (3). С. 101–104. URL: <https://orensau.ru/ru/nauka/izvestiya-orenburgskogo-gau> (дата обращения: 30.03.2026). EDN: ZFOXTN.
15. Калимуллин И. Ф., Шарафутдинова Е. Б., Жуков А. П. Использование интегральных лейкоцитарных индексов в оценке влияния стрессирующих факторов на гомеостаз коз // Известия ТСХА. 2023. № 3. С. 148–157. URL: <https://izvestia.timacad.ru/jour/article/view/293> (дата обращения: 29.03.2026). DOI: 10.26897/0021-342X-2023-3-148-157.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.