

Вариабельность лейкоцитарных индексов лабораторных крыс и мышей в норме и их прогностическая значимость

УДК 612.112.71:591.111.1

Аннотация. В настоящей работе представлен обзор современных интегральных лейкоцитарных индексов, значения которых впервые установлены для лабораторных крыс и мышей в физиологическом состоянии. Отражено взаимодействие различных звеньев иммунной системы, а также маркеров воспаления, интоксикации, процессов адаптации или стрессовой нагрузки. Оценена вариабельность этих показателей в зависимости от вида и пола животных. Выявлено отсутствие достоверных различий между самками и самцами в пределах одного вида, что позволило объединить группы для аналитической оценки. Полученные результаты направлены на формирование нормативной базы научных и доклинических исследований, а также разработки новых экспериментальных моделей патологических процессов.

Ключевые слова: лабораторные животные, лейкоцитарные индексы, гематология, иммунный статус, воспаление, интоксикация, мыши, крысы.

Для цитирования: Соболева О., Тихонович О., Пашкевич С. Вариабельность лейкоцитарных индексов лабораторных крыс и мышей в норме и их прогностическая значимость // Наука и инновации. 2026. №1. С. 73–78.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-01-73-78>



Ольга Соболева,
научный сотрудник
Центра мозга Института
физиологии
НАН Беларуси;
soboleva_volha@mail.ru



Ольга Тихонович,
ведущий научный сотрудник
Центра мозга Института
физиологии НАН Беларуси,
кандидат биологических наук,
доцент



Светлана Пашкевич,
заведующий Центром
мозга Института
физиологии НАН Беларуси,
кандидат биологических
наук, доцент

Внедрение информационных технологий в медицину привело к качественному скачку в области ранней диагностики различных заболеваний. Благодаря современным компьютеризированным системам расширился спектр исследований, связанных с биологическими жидкостями организма (жидкие среды – кровь, лимфа, тканевая жидкость, спинномозговая, слюна, моча, пот и другие, циркулирующие или находящиеся в полостях тела, обеспечивают транспортировку веществ, защищают от инфекций, поддерживают гомеостаз (постоянство внутренней среды) и участвуют в метаболизме), их структурированием и систематизацией, была раскрыта природа процессов, до этого не изученных в полной мере. Одним из важных достижений стал возрастающий интерес к расчетным лейкоцитарным (гематологическим) индексам как биомаркерам ранней диагностики [1–3].

Лейкоцитарные индексы – это математические соотношения между различными типами лейкоцитов в крови, которые применяются для определения степени интоксикации, воспаления и других патологических состояний. Их информативность для диагностики и прогнозирования течения различных заболеваний в настоящее время активно изучается [4–7].

Наиболее часто используемые в подобных исследованиях биомодели – крысы и мыши: их восприимчивость и способность к межвидовому переносу значительного количества болезней, встречающихся в популяции людей, хорошо известна. Однако на данный момент их лейкоцитарные индексы слабо изучены, и сведений про их информативность недостаточно [8, 9].

Цель данной работы – определить вариабельность интегральных лейкоцитарных индексов для лабораторных мышей и крыс при физиологической норме.

Материалы и методы

Данные, включенные в эту публикацию, были получены от интактных лабораторных животных за период с ноября 2022 г. по декабрь 2024 г.: самки ($n=120$) и самцы ($n=130$) крыс Вистар; самки аутбредных мышей линии CD-1 ($n=160$) и самцы инбредных мышей линии Af ($n=160$).

Все животные были половозрелыми, возрастом 2–2,5 мес., с массой тела 20–23 г (мыши) и 190–230 г (крысы); содержались в комнатах барьерного типа с контролируемыми условиями окружающей среды: температура 18–26 °С, относительная влажность 30–70%, 100%-е вентилирование. Особи находились в индивидуальных клетках по 8–10 голов, на полноценной диете со свободным доступом к воде в виварии Института физиологии НАН Беларуси, соответствующем требованиям СанПиН 2.1.2.12–18–2006.

Исследования проводились с соблюдением положений Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS N 123). Все манипуляции были одобрены комитетом по биоэтике Института физиологии НАН Беларуси.

Материал для изучения (кровь) получали без наркоза из поверхностной височной вены (*superficial temporal vein*) мышей и крыс с дальнейшим сохранением жизни животных.

В цельной крови гематологические показатели были определены с помощью автоматического анализатора МЕК-6450К (Япония). Дифференцировка лейкоцитов по 5 фракциям (лейкоцитарная формула) проводилась ручным микроскопическим методом на окрашенных по Романовскому – Гимзе мазках крови.

Были рассчитаны следующие индексы (значения, полученные на основе лейкоцитарной формулы и представляющие собой отношения между количеством разных видов лейкоцитов) [10–12].

Индекс алергизации (ИА) – соотношение суммы лимфоцитов и эозинофилов к остальным клеткам белой крови, по формуле:

$$\text{ИА} = (\text{лимфоциты \%} + 10 \times (\text{эозинофилы \%} + 1) / (\text{палочкоядерные нейтрофилы \%} + \text{сегментоядерные нейтрофилы \%} + \text{моноциты \%} + \text{базофилы \%}).$$

Индекс Гаркави (ИГ) – отношение процента лимфоцитов к проценту сегментоядерных нейтрофилов от общего числа лейкоцитарных клеток, по формуле:

$$\text{ИГ} = \text{лимфоциты \%} / \text{сегментоядерные нейтрофилы \%}.$$

Индекс иммунореактивности (ИИР) – соотношение суммы относительного числа (%) лимфоцитов и эозинофилов к процентному количеству моноцитов, по формуле:

$$\text{ИИР} = (\text{лимфоциты \%} + \text{эозинофилы \%}) / \text{моноциты \%}.$$

Индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ) – отношение суммы эозинофилов, базофилов и нейтрофилов к сумме моноцитов и лимфоцитов (%), по формуле:

$$\text{ИСЛ} = (\text{эозинофилы} + \text{базофилы} + \text{миелоциты} + \text{метамиелоциты} + \text{палочкоядерные} + \text{сегментоядерные}) / (\text{моноциты} + \text{лимфоциты}).$$

Индекс соотношения лимфоцитов к моноцитам (ИСЛМ) – соотношение количества ($10^9/\text{л}$) лимфоцитов и моноцитов в крови, по формуле:

$$\text{ИСЛМ} = \text{лимфоциты} / \text{моноциты}.$$

Индекс соотношения лимфоцитов к эозинофилам (ИСЛЭ) – соотношение количества ($10^9/\text{л}$) лимфоцитов и эозинофилов, по формуле:

ИСЛЭ = лимфоциты / эозинофилы (при наличии эозинофилов),

ИСЛЭ = лимфоциты (при отсутствии эозинофилов).

Индекс соотношения нейтрофилов и моноцитов (ИСНМ) – отношение количества нейтрофилов к количеству моноцитов в крови, по формуле:

ИСНМ = миелоциты + метамиелоциты + палочкоядерные нейтрофилы + сегментоядерные нейтрофилы / моноциты.

Лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ЛГИ) – показатель отношения лимфоцитов к гранулоцитам в общем анализе крови, по одной из формул:

ЛГИ = лимфоциты × 10 / (эозинофилы + базофилы + миелоциты + метамиелоциты + палочкоядерные + сегментоядерные) либо

ЛГИ = (лимфоциты × 10) / (гранулоциты).

Лейкоцитарный индекс (ЛИ) – отношение количества лимфоцитов к нейтрофилам, по формуле: ЛИ = лимфоциты / нейтрофилы.

Лейкоцитарный индекс интоксикации Я.Я. Кальф-Калифа (ЛИИ Каль-Калифа), по формуле Кальф-Калифа:

ЛИИ Кальф-Калифа = $(4 \times \text{миелоциты} + 3 \times \text{метамиелоциты} + 2 \times \text{палочкоядерные нейтрофилы} + 1 \times \text{сегментоядерные нейтрофилы}) \times (\text{плазматические клетки} + 1) / ((\text{моноциты} + \text{лимфоциты}) \times (\text{эозинофилы} + 1))$.

Лейкоцитарный индекс интоксикации в модификации Б.А. Рейса (ЛИИ Рейса) – соотношение между суммарным количеством «незрелых» и «зрелых» нейтрофильных лейкоцитов и суммарным количеством «остальных» лейкоцитов (моноциты, лимфоциты, эозинофилы), по формуле:

ЛИИ Рейса = (миелоциты + метамиелоциты + палочкоядерные нейтрофилы + сегментоядерные нейтрофилы) / (моноциты + лимфоциты + эозинофилы).

Нейтрофильно-лимфоцитарный коэффициент (НЛК) – отношение общего количества ($10^9/\text{л}$) нейтрофилов к лимфоцитам, по формуле:

НЛК = (миелоциты + метамиелоциты + палочкоядерные нейтрофилы + сегментоядерные нейтрофилы) / лимфоциты.

Индекс Крэбса (ИК) – отношение суммы процентного содержания нейтрофилов к сумме процентного содержания лимфоцитов в общем анализе крови, по формуле:

ИК = нейтрофилы % / лимфоциты %.

Тромбоцитарно-лимфоцитарный индекс (ТЛИ) – отношение абсолютного числа тромбоцитов к абсолютному числу лимфоцитов периферической крови, по формуле:

ТЛИ = тромбоциты / лимфоциты.

Ядерный индекс степени эндотоксикоза (ЯИСЭ) – отношение общего количества моноцитов и палочкоядерных нейтрофилов к уровню сегментоядерных нейтрофилов, по формуле:

ЯИСЭ = (моноциты + метамиелоциты + палочкоядерные нейтрофилы) / сегментоядерные нейтрофилы.

Ядерный индекс Г.Д. Дашта-янца (ЯИ) отношение общего количества (%) моноцитов и палочкоядерных нейтрофилов к числу сегментоядерных нейтрофилов, по формуле:

ЯИ = (моноциты + юные + палочкоядерные нейтрофилы) / сегментоядерные нейтрофилы.

Ядерный индекс сдвига (ЯИС) – показатель, отражающий соотношение зрелых и незрелых

нейтрофилов в лейкоцитарной формуле крови, по формуле:

ЯИС = (миелоциты + метамиелоциты + палочкоядерные нейтрофилы) / сегментоядерные нейтрофилы.

Для обработки данных использовали стандартизированные статистические методы с применением программного обеспечения Microsoft Office 2016 (Microsoft Excel) и вариационной статистики. Данные представлены в виде медианы (Me) и межквартильного размаха (IQR=Q1-Q3).

Результаты и обсуждение

В табл. 1 и 2 представлены используемые для расчета лейкоцитарных индексов гематологические показатели (лейкоциты, тромбоциты) и типы лейкоцитов (лимфоциты, моноциты, нейтрофилы, эозинофилы, базофилы). Анализ массива данных лейкоформулы крови мышей и крыс продемонстрировал, что между особями разных полов при физиологической норме не наблюдается существенных различий ($p > 0,05$). В связи с этим было решено обобщить сведения по крысам и мышам для дальнейших математических расчетов индексов.

Впервые нами был рассчитан и проанализирован максимально возможный перечень лейкоцитарных индексов для лабораторных мышей и крыс (табл. 3). Рассмотрим их прогностическую значимость.

Индекс алергизации (ИА) может использоваться для оценки адаптивности организма и его способности противостоять инфекциям, выявления неблагоприятного воздействия лекарств, определения степени выраженности аллергии, иммунного ответа на вирусные инфекции, а также при

| Показатель | Ед | Крысы Вистар | | |
|--------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | Самки, n=120 | Самцы, n=130 | Общее, n=250 |
| Лейкоциты (WBC) | 10 ⁹ /л | 12,0 [10,3–13,3] | 10,9 [9,4–13] | 11,6 [9,8–13,2] |
| Лимфоциты (ЛФ) | % | 73 [70–78] | 73 [71–77] | 73 [71–77] |
| | 10 ⁹ /л | 8,9 [7,5–9,8] | 8,8 [7,3–9,8] | 8,8 [7,4–9,8] |
| Моноциты (Мн) | % | 3 [2–5] | 4 [2–5] | 4 [2–5] |
| | 10 ⁹ /л | 0,36 [0,2–0,6] | 0,37 [0,21–0,58] | 0,37 [0,21–0,59] |
| Нейтрофилы (Нф) | % | 19 [16–23] | 20 [17–23] | 20 [16–23] |
| | 10 ⁹ /л | 2,2 [1,8–2,7] | 2,3 [1,9–2,9] | 2,2 [1,8–2,7] |
| Сегментоядерные Нф | % | 17 [14–20] | 17 [14–21] | 17 [14–20] |
| | 10 ⁹ /л | 1,9 [1,6–2,4] | 2,0 [1,6–2,4] | 2,0 [1,6–2,4] |
| Палочкоядерные Нф | % | 2 [1–3] | 2 [1–3] | 2 [1–3] |
| | 10 ⁹ /л | 0,25 [0,13–0,37] | 0,27 [0,13–0,42] | 0,25 [0,13–0,40] |
| Эозинофилы (Эф) | % | 3 [1–4] | 2 [1–3] | 2 [1–4] |
| | 10 ⁹ /л | 0,33 [0,14–0,48] | 0,26 [0,13–0,42] | 0,27 [0,14–0,45] |
| Базофилы (Бф) | % | 0 [0–0] | 0 [0–0] | 0 [0–0] |
| | 10 ⁹ /л | 0 [0–0] | 0 [0–0] | 0 [0–0] |
| Тромбоциты (PLT) | 10 ⁹ /л | 945 [904–1030] | 905 [845–989] | 927 [858–1014] |

Таблица 1. Показатели периферической крови лабораторных крыс при физиологической норме (Me [IQR])

дифференциальной диагностике лейкозов и для оценки эффективности их лечения. Нормативные значения: для крыс – 4,0–6,0 у.е.; для мышей – 3,6–5,2 у.е.

Индекс Гаркави (ИГ) отражает баланс между гуморальным и клеточным иммунитетом, а также способен указывать на наличие воспалительного процесса или стрессового состояния. ИГ может быть полезен для оценки состояния иммунной системы, прогнозирования развития осложнений при некоторых заболеваниях, включая инфекционные, воспалительные и аутоиммунные. Нормативные значения: для крыс – 3,5–5,5 у.е.; для мышей – 3,3–4,5 у.е.

Индекс иммунореактивности (ИИР) отражает иммунологическую активность организма, то есть насколько эффективно иммунная система реагирует на различные факторы, например инфекции или воспаления. ИИР может применяться также для выявления причин патологических

состояний и мониторинга эффективности лечения. Нормативные значения: для крыс – 15,0–41,0 у.е.; для мышей – 14,5–37,5 у.е.

| Показатель | Ед | Мыши | | |
|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | Самки CD-1, n=160 | Самцы AF, n=160 | Общее, n=320 |
| Лейкоциты (WBC) | 10 ⁹ /л | 11,5 [9,3–13,6] | 9,4 [8,2–10,8] | 10,5 [8,6–12,4] |
| Лимфоциты (ЛФ) | % | 72 [68–75] | 71 [69–73] | 71 [69–74] |
| | 10 ⁹ /л | 7,9 [6,7–10,0] | 6,6 [5,8–7,6] | 7,4 [6,2–9,0] |
| Моноциты (Мн) | % | 4 [2–6] | 3 [2–4] | 3 [2–5] |
| | 10 ⁹ /л | 0,40 [0,25–0,60] | 0,29 [0,17–0,42] | 0,35 [0,21–0,54] |
| Нейтрофилы (Нф) | % | 22 [18–25] | 22,5 [21–24] | 22 [19–25] |
| | 10 ⁹ /л | 2,4 [1,8–2,9] | 2,1 [1,9–2,4] | 2,2 [1,8–2,8] |
| Сегментоядерные Нф | % | 19 [15–21] | 19 [17–21] | 19 [16–21] |
| | 10 ⁹ /л | 2,1 [1,6–2,6] | 1,7 [1,6–2,0] | 1,9 [1,6–2,3] |
| Палочкоядерные Нф | % | 3 [2–4] | 4 [3–5] | 3 [2–4] |
| | 10 ⁹ /л | 0,32 [0,17–0,44] | 0,33 [0,24–0,41] | 0,32 [0,20–0,43] |
| Эозинофилы (Эф) | % | 3 [2–4] | 3 [2–4] | 3 [2–4] |
| | 10 ⁹ /л | 0,33 [0,22–0,45] | 0,3 [0,17–0,38] | 0,32 [0,19–0,43] |
| Базофилы (Бф) | % | 0 [0–0] | 0 [0–0] | 0 [0–0] |
| | 10 ⁹ /л | 0 [0–0] | 0 [0–0] | 0 [0–0] |
| Тромбоциты (PLT) | 10 ⁹ /л | 1172 [1069–1234] | 1144 [1083–1211] | 1159 [1070–1229] |

Таблица 2. Показатели периферической крови лабораторных мышей при физиологической норме (Me [IQR])

Индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ) может являться маркером реактивности организма при остром воспалительном процессе. Нормативные значения: для крыс – 0,23–0,35 у.е.; для мышей – 0,28–0,39 у.е.

Индекс соотношения лимфоцитов к моноцитам (ИСЛМ) (другие названия: лимфоцитарно-моноцитарный коэффициент (ЛМК), лимфоцитарно-моноцитарный индекс (ЛМИ), lymphocyte-monocyte ratio (LMR)) отражает взаимоотношение афферторного и эфферторного звеньев иммунологического процесса. Может быть полезен для оценки иммунного статуса организма и прогнозирования течения различных заболеваний, в том числе онкологических. Нормативные значения: для крыс – 14,5–39,5 у.е.; для мышей – 14,0–36,0 у.е.

Индекс соотношения лимфоцитов к эозинофилам (ИСЛЭ), либо лимфоцитарно-эозинофильный

индекс (ЛЭИ), может помочь в диагностике, в том числе дифференциальной, различных заболеваний, особенно тех, которые связаны с иммунными реакциями, аллергическими состояниями и паразитарными инфекциями. Нормативные значения: для крыс – 18,5–71,0 у.е.; для мышей – 17,5–37,0 у.е.

Индекс соотношения нейтрофилов и моноцитов (ИСНМ), либо нейтрофильно-моноцитарный индекс (НМИ), может использоваться для оценки иммунного статуса организма, особенно в контексте инфекционных и воспалительных процессов; позволяет делать выводы о количественном соотношении компонентов фагоцитарной системы, что говорит о фагоцитарной активности клеток в целом. Нормативные значения для крыс – 3,8–12,0 у.е.; для мышей – 4,3–11,5 у.е.

Лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ЛИГИ) отражает соотношение между клеточным (лимфоциты) и гуморальным (гранулоциты) звеньями иммунной системы, что важно для оценки иммунного статуса. Это позволяет дифференцировать аутоинтоксикацию и инфекционную интоксикацию. Нормативные значения: для крыс – 27,0–41,0 у.е.; для мышей – 25,0–33,0 у.е.

Лейкоцитарный индекс (ЛИ), либо lymphocyte-to-neutrophil ratio (LNR), отображает взаимоотношения гуморального и клеточного звеньев иммунной системы. Может использоваться как биомаркер, определяющий баланс между адаптивным и врожденным иммунитетом. Нормативные значения: для крыс – 3,1–4,7 у.е.; для мышей – 2,8–3,8 у.е.

Лейкоцитарный индекс интоксикации Я.Я. Кальф-Калифа (ЛИИ Кальф-Калифа) на сегодняшний день является самым распростра-

| Интегральные лейкоцитарные индексы, у.е. | Крысы, n=250 | | Мыши, n=320 | |
|---|--------------|-----------|-------------|-----------|
| | Me | IQR | Me | IQR |
| Индекс аллергии | 4,7 | 4,0–6,0 | 4,4 | 3,6–5,2 |
| Индекс Гаркави | 4,3 | 3,5–5,5 | 3,7 | 3,3–4,5 |
| Индекс иммунореактивности | 21,3 | 15–41 | 23,3 | 14,5–37,5 |
| Индекс Крэбса (Krebs) | 0,26 | 0,21–0,32 | 0,31 | 0,26–0,35 |
| Индекс сдвига лейкоцитов | 0,30 | 0,23–0,35 | 0,33 | 0,28–0,39 |
| Лейкоцитарный индекс | 3,8 | 3,1–4,7 | 3,2 | 2,8–3,8 |
| Лейкоцитарный индекс интоксикации Б.А. Рейса | 0,25 | 0,19–0,30 | 0,28 | 0,23–0,33 |
| Лейкоцитарный индекс интоксикации Я.Я. Кальф-Калифа | 0,08 | 0,06–0,12 | 0,08 | 0,06–0,11 |
| Лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс | 32,7 | 27–41 | 28,4 | 25–33 |
| Лимфоцитарно-моноцитарный индекс | 21 | 14,5–39,5 | 21,7 | 14–36 |
| Лимфоцитарно-эозинофильный индекс | 32,5 | 18,5–71,0 | 24 | 17,5–37,0 |
| Нейтрофильно-лимфоцитарный индекс | 0,26 | 0,21–0,32 | 0,31 | 0,26–0,35 |
| Нейтрофильно-моноцитарный индекс | 6,0 | 3,8–12,0 | 6,5 | 4,3–11,5 |
| Тромбоцитарно-лимфоцитарный индекс | 106,7 | 93–128 | 155,6 | 128–191 |
| Ядерный индекс Г.Д. Даштаянца | 0,35 | 0,22–0,50 | 0,36 | 0,25–0,48 |
| Ядерный индекс сдвига | 0,12 | 0,07–0,21 | 0,16 | 0,11–0,24 |
| Ядерный индекс степени эндотоксикоза | 0,35 | 0,22–0,50 | 0,36 | 0,25–0,48 |

Таблица 3. Вариабельность интегральных лейкоцитарных индексов для лабораторных крыс и мышей (медиана, межквартильный размах)

ненным в различных отраслях медицины для оценки распада тканей организма и тяжести интоксикации. Впервые был применен в 1941 г., сейчас широко задействован в хирургии, онкологии, гинекологии. ЛИИ помогает дифференцировать вирусные и бактериальные инфекции, так как при первых он снижается, а при вторых – повышается. Нормативные значения: для крыс – 0,06–0,12 у.е.; для мышей – 0,06–0,11 у.е.

Лейкоцитарный индекс интоксикации в модификации Б.А. Рейса (ЛИИ Рейса) учитывает соотношение уровня всех клеток крови, повышающегося и снижающегося при воспалительных заболеваниях без каких-либо дополнительных коэффициентов, что объективно отражает суть происходящих процессов в организме. Нормативные значения: для крыс – 0,19–0,30 у.е.; для мышей – 0,23–0,33 у.е.

Хотим обратить внимание на отличия между ЛИИ Кальф-Калифа и ЛИИ Рейса: 1) используются разные формулы для расчета; 2) оцениваются различные аспекты, хотя оба индекса связаны с воспалением и интоксикацией: ЛИИ Кальф-Калифа выявляет степень эндогенной интоксикации, то есть вызванной внутренними процессами в организме, и остроту воспаления, а ЛИИ Рейса – соотношение различных типов лейкоцитов для определения наличия и степени воспалительного процесса и/или интоксикации.

Нейтрофильно-лимфоцитарный индекс (НЛИ) (другие названия – нейтрофильно-лимфоцитарный коэффициент (НЛК), neutrophil-lymphocyte ratio (NLR)) отражает соотношение неспецифической и специфической защиты организма. Косвенно

характеризует активность фагоцитарных реакций и факторов специфического иммунитета и их участие в поддержании общей реактивности организма. Нормативные значения: для крыс – 0,21–0,32 у.е.; для мышей – 0,26–0,35 у.е.

Индекс Крэбса (ИК) показывает соотношение между нейтрофилами и лимфоцитами, которые являются основными клетками иммунной системы, в связи с этим может использоваться для оценки остроты воспаления, интоксикации и других патологических состояний. Нормативные значения: для крыс – 0,21–0,32 у.е.; для мышей – 0,26–0,35 у.е.

Следует отметить, что ИК и НЛИ – два различных показателя, ИК рассчитывается на основе процентного содержания клеток, а НЛИ – на основе их абсолютного количества. Однако наше исследование продемонстрировало одинаковые значения для данных индексов при физиологической норме.

Тромбоцитарно-лимфоцитарный индекс (ТЛИ), либо platelet-lymphocyte ratio (PLR), может использоваться для оценки функциональной активности тромбоцитов и тромбогенности. Нормативные значения: для крыс – 93,0–128,0 у.е.; для мышей – 128,0–191,0 у.е.

Ядерный индекс степени эндотоксикоза (ЯИСЭ) и ядерный индекс (ЯИ), предложенный Г.Д. Даштаянцем, характеризуют скорость регенерации нейтрофилов и моноцитов, а также продолжительность их циркуляции в кровяном русле, что позволяет судить о выраженности воспалительного процесса и эффективности проводимой терапии. Нормативные значения: для крыс – 0,22–0,50 у.е.; для мышей – 0,25–0,48 у.е.

Ядерный индекс сдвига (ЯИС) – широкое понятие, включающее в себя ЯИ и некоторые другие показатели, связанные со сдвигом в лейкоцитарной формуле. Отражает реакцию организма на патологический стимул и может использоваться для оценки степени воспаления и тяжести состояния организма. Нормативные значения: для крыс – 0,07–0,21 у.е.; для мышей – 0,11–0,24 у.е.

Полученные значения лейкоцитарных индексов при физиологической норме у лабораторных мышей и крыс могут быть рекомендованы в качестве интегральных показателей при оценке иммунного статуса, адаптационного потенциала организма, уровня стресса и интоксикации, течения и прогноза различных заболеваний. ■

■ **Summary.** The present study provides an overview of modern integral leukocyte indices, the values of which have been established for the first time in laboratory rats and mice under physiological conditions. It highlights the interplay between various components of the immune system, as well as markers of inflammation, intoxication, adaptation processes, and stress response. The variability of these parameters was evaluated depending on the species and sex of the animals. The data revealed no statistically significant differences between males and females within the same species, which allowed for the combination of groups for analytical assessment. The findings are intended to contribute to the establishment of a normative framework for scientific and preclinical research, as well as the development of new experimental models of pathological processes.

■ **Keywords:** laboratory animals, leukocyte indices, hematology, immune status, inflammation, intoxication, mice, rats.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2026-01-73-78>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Choe J.-Y. Association between Novel Hematological Indices and Measures of Disease Activity in Patients with Rheumatoid Arthritis / J.-Y. Choe, C.U. Lee, S.-K. Kim // *Medicina*. 2023. Vol. 59, №117. <https://doi.org/10.3390/medicina59010117>.
2. Прогнозирующая значимость гематологических индексов при реконструктивных операциях на аорте: проспективное наблюдательное исследование / О.О. Гринь [и др.] // *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова*. 2024. Т.1. С. 82–93. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2024-1-82-93>.
3. Интегральные гематологические индексы как способ оценки реактивных изменений крови на нагрузку антиоксидантами / В.В. Леонов [и др.] // *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2022. №4. Публикация 3–7. DOI: 10.24412/2075-4094-2022-4-3-7.
4. Роль гематологических индексов в прогнозировании исходов у больных с острым коронарным синдромом / Л.В. Борисова [и др.] // *Лабораторная служба*. 2018. Т.7, №2. С. 49–55.
5. Hematological indices as indicators of silent inflammation in achalasia patients: A cross-sectional study / F. López-Verdugo [et al.] // *Medicine*. 2020. Vol. 99, №9. (e19326).
6. Тодосюк Т. Динамика гематологических показателей у кроликов при остеозамещении гидроксипатитовой керамикой, легированной германием и в комплексе с активатором свертывания крови / Т. Тодосюк, М. Рубленко, В. Власенко // *Научный вестник ЛНУ им. Тараса Шевченко по ветеринарии и биотехнологиям. Серия: Ветеринарные науки*. 2021. Т. 23, №102. С. 78–86. <https://doi.org/10.32718/nlvet10212>.
7. De Siqueira R.F. Dynamic Hematological Responses in Endurance Horses: Unraveling Blood Physiological Markers of Exercise Stress and Recovery / R.F. De Siqueira, W.R. Fernandes // *International Journal of Equine Science*. 2024. Vol. 3, №2. P. 74–81. <https://rasayely-journals.com/index.php/ijes/article/view/116>.
8. Влияние даларгина на гематологические индексы у мышей с экспериментальным язвенным колитом / А.Ю. Ляшев [и др.] // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2025. Т. 22, №1. С. 75–79.
9. Ломако В.В. Лейкоцитарные показатели крови у самцов крыс разного возраста / В.В. Ломако // *Успехи геронтологии*. 2019. №6. С. 923–939.
10. Крячко О.В. Влияние технологического стресса на иммунологическую реактивность поросят / О.В. Крячко, А.О. Будник // *Международный вестник ветеринарии*. 2020. №2. С. 155–161.
11. Leukocyte indexes for equine immune status assessment / N.V. Burkat [et al.] // *BIO Web of Conferences*. 2024. 108. 10.1051/bioconf/202410823005. DOI:10.1051/bioconf/202410823005.
12. Егорова В.И., Волкова И.В. Динамика интегральных гематологических индексов рыб при хронической интоксикации // *Рыбное хозяйство*. 2024 №1. С. 81–88. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-1-81-88>.

Статья поступила в редакцию
01.07.2025 г.