



ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ГРЫЗУНОВ (ORYCTOLAGUS CUNICULUS) ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ОПИСТОРХОЗЕ

Сидельникова А.А.

Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия, e-mail: alieva-alevtina@mail.ru

Для цитирования:

Сидельникова А.А. Лейкоцитарная формула периферической крови у грызунов (*oryctolagus cuniculus*) при хроническом описторхозе. Морфологические ведомости. 2021;29(2):550. [https://doi.org/10.20340/mv-mm.2021.29\(2\).550](https://doi.org/10.20340/mv-mm.2021.29(2).550)

Резюме. В лабораторных исследованиях лейкоцитарной формулы крови у человека при остром описторхозе отмечается выраженная эозинофилия и нейтрофильный лейкоцитоз, а в эксперименте у грызунов (*Oryctolagus cuniculus*) при моделировании описторхозной инвазии отмечается псевдоэозинофильный лейкоцитоз и базофилия, без выраженной эозинофилии. У людей при описторхозе отмечается сохранение эозинофилии в половине случаев при переходе заболевания в хроническую форму, в то время как в модельных экспериментах это явление не исследовано. Цель исследования – определение количественных изменений форменных элементов крови при описторхозе в эксперименте в поздние сроки наблюдения. Моделирование описторхоза осуществляли на половозрелых кроликах-самцах в возрасте 6 месяцев (n=16). Заражение проводили однократно перорально, вводя по 50 метацирковий каждому животному. Предварительно метацирковий *Opisthorchis felinus* выделяли под контролем светового микроскопа из мышечной ткани рыб *Leuciscus idus*, отловленных в реке Томь (материал кафедры ихтиологии и гидробиологии Томского государственного университета, г. Томск). К проведению исследования приступали спустя 3 месяца после заражения в хронической фазе инвазии. Мазки капиллярной крови уха животных фиксировали и окрашивали по Романовскому-Гимза и Май-Грюнвальду. Анализ результатов показал восстановление нормальных значений отдельных показателей за исключением количества эозинофилов и базофилов и всех видов псевдоэозинофилов при нарастании числа моноцитов. В целом лейкоцитарная формула в хронической фазе описторхоза у животных характеризовалась моноцитозом, эозинофилией, базофилией, псевдоэозинофильным лейкоцитозом и лимфопенией. Количество эозинофилов в группе наблюдения по сравнению с нормой и группой животных в острую фазу описторхоза было больше в 3,96 раза (p<0,05). При увеличении срока инвазии количество лимфоцитов у животных возвращается к норме, но не достигает нормальных значений. Можно предположить, что организм хозяина адаптируется к хронической инвазии, а картина крови приобретает вид, приближенный к норме. Таким образом, при описторхозе у кроликов через 3 месяца в формуле крови отмечаются изменения, сходные с организмом человека при хронизации процесса, что позволяет рассматривать экспериментальную модель адекватной для моделирования хронизации инвазии.

Ключевые слова: описторхоз; кролики; кровь; лейкоцитарная формула

Статья поступила в редакцию 21 октября 2020

Статья принята к публикации 6 июля 2021

PERIPHERAL BLOOD LEUKOCYTE FORMULA IN RODENTS (ORYCTOLAGUS CUNICULUS) WITH CHRONIC OPISTHORCHIASIS

Sidel'nikova AA

Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia, e-mail: alieva-alevtina@mail.ru

For the citation:

Sidel'nikova AA. Peripheral blood leukocyte formula in rodents (*oryctolagus cuniculus*) with chronic opisthorchiasis. *Morfologicheskie Vedomosti – Morphological Newsletter*. 2021;29(2):550. [https://doi.org/10.20340/mv-mm.2021.29\(4\).550](https://doi.org/10.20340/mv-mm.2021.29(4).550)

Summary. In laboratory studies of the leukocyte blood count in humans with acute opisthorchiasis, pronounced eosinophilia and neutrophilic leukocytosis are noted, also in an experiment in rodents (*Oryctolagus cuniculus*), when modeling opisthorchiasis invasion, pseudo-eosinophilic leukocytosis and basophilia are noted, without pronounced eosinophilia. In humans with opisthorchiasis, eosinophilia persists in half of the cases during the transition of the disease to a chronic form, while this phenomenon has not been studied in model experiments. The aim of the study was to determine the quantitative changes in white blood cells in opisthorchiasis in the experiment in the late periods of observation. Modeling of opisthorchiasis was carried out on sexually mature male rabbits at the age of 6 months (n = 16). Infection was carried out once orally, introducing 50 metacercariae to each animal. The metacercariae of *Opisthorchis felinus* were preliminarily isolated under the control of a light microscope from the muscle tissue of *Leuciscus idus* fish caught in the Tom River (material from the Department of Ichthyology and Hydrobiology of Tomsk State University, Tomsk). The study was started 3 months after infection in the chronic phase of invasion. Ear capillary blood smears of animals were fixed and stained according to Romanovsky-Giemsa and May-Grunwald. The analysis of the results showed the restoration of normal values of individual indicators, with the exception of the number of eosinophils and basophils and all types of pseudo-eosinophils with an increase in the number of monocytes. In general, the leukocyte formula in the chronic phase of opisthorchiasis in animals was characterized by monocytosis, eosinophilia, basophilia, pseudo-eosinophilic leukocytosis and lymphopenia. The number of eosinophils in the observation group compared with the norm and in the group of animals in the acute phase of opisthorchiasis was 3.96 times higher (p < 0.05). With an increase in the period of invasion, the number of lymphocytes in animals returns to normal, but does not reach normal values. It can be assumed that the host organism adapts to chronic invasion, and the blood picture takes on a form close to normal. Thus, in case of opisthorchiasis in rabbits after 3 months, changes in the blood formula are noted that are similar to the human body during the chronization of the process, which makes it possible to consider an experimental model adequate for modeling the chronization of invasion.

Key words: opisthorchiasis; rabbits; blood; leukocyte formula

Article received 21 October 2020

Article accepted 6 July 2021

Введение. Описторхоз имеет две фазы течения – острую, длящуюся в течение первого месяца после заражения, и хроническую, протекающую после 2-3 месяца до 15-25 лет [1-2]. Заболевание приводит к формированию холангиокарциномы, неоплазии, паразит-ассоциированному раку [3-6]. Лабораторные исследования количественных и качественных показателей крови в острую фазу характеризуются у человека выраженной эозинофилией и нейтрофильным лейкоцитозом, в хроническую фазу – сохранением эозинофилии в 50% случаев [7]. При изучении периферической крови при остром описторхозе в эксперименте у кроликов были обнаружены количественные изменения состава лейкоцитов крови, как гранулоцитов, так и агранулоцитов [8-10]. В лейкоцитарной формуле был отмечен нейтрофильный и базофильный лейкоцитоз, при сравнительно невысокой эозинофилии, а количество моноцитов – значительно снижено. Следовательно, при переходе заболевания в хроническую фазу, через 3 месяца после заражения, показатели лейкоцитарной формулы крови все еще могут иметь отличия от нормальных значений.

Цель исследования: изучить количественные изменения состава форменных элементов крови при описторхозе в эксперименте в хроническую фазу описторхоза.

Материалы и методы исследования. Проведено исследование процентного соотношения лейкоцитов периферической крови (лейкоцитарной формулы) у половозрелых самцов кроликов *Oryctolagus cuniculus* в возрасте 6 месяцев ($n=16$) в хроническую фазу описторхоза. Вид животного выбран с учетом высокой реактивности метаболизма, высокой восприимчивости к разным воздействиям [11]. Авторы руководствовались положениями «Международных рекомендаций по проведению биомедицинских исследований с использованием животных» (1985). Заражение животных проведено *per os*, однократно в инвазионной дозе по 50 метацеркариев *Opisthorchis felinus* (Rivolta, 1884) *per os*, исследование проведено спустя 3 месяца после заражения, как описано ранее [8]. Выделение инвазионного материала (видовая принадлежность – язь, мышечная

ткань) выловленных в реке Томь и полученных на кафедре ихтиологии и гидробиологии Томского государственного университета (Томск), проводилось вручную, с помощью компрессориума, под световым микроскопом при увеличении в 200 раз. Отбор метацеркариев осуществлялся при наличии маятниковых движений. Состоявшуюся инвазию подтверждали положительными анализами экскрементов методами Като-Миура и Парасер с обнаружением яиц трематод, как описано ранее [8]. Мазки крови изготовлены из капиллярной крови, взятой из сосудов уха животных. Взятие материала проведено в утренние часы, натощак. От каждого животного изготовлено по 3 микропрепарата (мазка крови). Фиксация мазков крови проведена азур-2-эозином по Май-Грюнвальду, окраска эозином-метиленовым синим по Романовскому-Гимза. Подсчет лейкоцитов проведен методом меандров, в расчете на 100 клеток, с использованием светового микроскопа MC 300 (Austria) при увеличении $\times 1000$, с применением иммерсионной микроскопии. Статистическая обработка полученных данных проведена с вычислением среднего арифметического, межгрупповое сравнение данных для выборок с ненормальным распределением проведено непараметрическим критерием Манна-Уитни при уровне доверительной вероятности $p \leq 0,05$. В качестве контроля выбраны данные литературы для животных в сквозном диапазоне возраста от 6 месяцев до 1 года [12], поскольку возрастной диапазон животных в сроке наблюдения увеличился. Данные по лейкоцитарной формуле для животных в возрасте 9 месяцев отсутствуют. Для сравнения данных по фазам описторхозной инвазии взяты собственные данные предыдущих исследований при острой фазе описторхоза через 33 суток (около 1 месяца), которые составили контроль-опыт [8].

Результаты исследования и обсуждение. При подсчете лейкоцитарной формулы периферической крови было установлено, что количество сегментоядерных псевдоэозинофилов по сравнению с нормой 1 больше на 13,5%, а с нормой 2 – на 10,15% (таблица 1). Количество палочкоядерных псевдоэозинофилов по сравнению

с нормой меньше на 0,42% и 0,12% соответственно. Общее число псевдоэозинофилов

меньше на 12,73% и 10,73%, то есть 1,51-1,67 раз.

Таблица 1

Количество лейкоцитов в крови у кроликов при описторхозе через 3 месяца (в %, М)

Показатель	Норма 1*	Норма 2**	Контроль-опыт	Группа наблюдения (n=16)
Псевдоэозинофилы сегментоядерные	17	20	23,5	30,15
Псевдоэозинофилы палочкоядерные	2	1,7	3,5	1,58
Псевдоэозинофилы (общее количество)	19	21	27	31,73
Эозинофилы	1,2	1,2	1,2	4,76
Базофилы	0,8	1,1	5,5	11,1
Лимфоциты (общее количество)	77	73	62,3	53,16
Моноциты	2	3	3,1	0,04
Лимфоциты/Псевдоэозинофилы	4,05	3,36	2,3	1,67

*- по данным литературы для здоровых животных в возрасте 6 месяцев.

** - по данным литературы для здоровых животных в возрасте 1 год.

Таким образом, количество псевдоэозинофилов через 3 месяца все еще остается повышенным, что свидетельствует о протекающем в организме воспалении, общей интоксикации. По сравнению с контролем число псевдоэозинофилов стало выше на 4,73%, то есть возросло в 1,17 раза, различия уровня признака статистически значимы ($U=3$, $p<0,05$). Эти результаты характеризуют нарастание воспалительного процесса в динамике. Соотношение количества форм нейтрофилов имеет существенное значение для диагностики заболеваний, так как при воспалении число палочкоядерных форм всегда больше [13]. Таким образом, происходит нарастание воспалительного ответа, несмотря на переход процесса в хроническую фазу.

Количество эозинофилов в группе наблюдения по сравнению с нормой и контролем стало больше на 3,56%, то есть в возросло в 3,96 раза, различия уровня признака статистически значимы ($U=4$, $p<0,05$). Отсюда следует, что, нарастание числа этих клеток характеризует антипаразитарный ответ организма у кроликов лишь к 3 месяцу протекания инвазии. Эозинофилы выделяют противовоспалительный цитокин – интерлейкин-10 [14], что может свидетельствовать о стихании острой фазы воспаления. Увеличение по-

казателя указывает на возрастание аллергического фона и сенсибилизацию организма на чужеродные белки, получаемые организмом при инвазии. Значительное число эозинофилов в периферической крови через 3 месяца указывает на неспецифический ответ организма хозяина, поскольку, как известно, эозинофилия отмечается в острую фазу описторхоза, то есть в сроки 1-1,5 месяца.

Количество базофилов у животных через 3 месяца превышает данные нормы 1 на 10,3%, то есть в 13,87 раз, нормы 2 – на 10%, то есть в увеличено в 10 раз. При сравнении с контролем число базофилов больше на 5,6%, то есть выше в 2 раза, различия уровня признака статистически значимы ($U=4$, $p<0,05$). Полученные данные свидетельствуют о высоком аллергическом фоне у кроликов, вероятно, спровоцированном инвазией. У мышей при влиянии стресса в сочетании с инвазией также отмечалось наличие базофилии и эозинофилии [15]. Количество базофилов у кроликов, возросшее в два раза по сравнению с контролем, подтверждает состоявшуюся инвазию, а также неспецифический ответ организма с появлением иммунных комплексов антиген-антитело, оседающих на аналогах тучных клеток. Поскольку время нахождения базофилов в русле составляет половину суток [16], сле-

довательно, выброс аллергена происходит как минимум двукратно за сутки. При этом базофилы, по данным литературы, сами фагоцитируют антигены, фрагментируют их и презентуют Т-хелперам [16]. При постоянном поступлении аллергена число базофилов для презентации, вероятно, было бы значительно больше, так как большее число клеток нагружалось бы антигеном. Относительно большое число клеток, возможно, связано с жизненным циклом паразита внутри хозяина, при котором происходит постепенное поступление антигенов к базофилам. Также, нарастание числа базофилов характеризует манифестацию развития гуморального ответа на инвазию не ранее, чем к 3 месяцу. Кроме того, базофилы способны к синтезу простагландинов и лейкотриенов, модулирующих воспаление, отек и экссудацию в слизистых оболочках [16]. Следовательно, рост базофилов крови характеризует протекание острого или подострого воспаления в слизистых оболочках желудочно-кишечного тракта, в том числе, желчевыводящих путях.

Количество лимфоцитов по полученным данным в группе наблюдения меньше, по сравнению с нормой 1 – на 14,7% и нормы 2 – на 10,7%, то есть в целом меньше в 1,2 и в 1,17 раз, соответственно. Однако, по сравнению со случаем-контролем результат больше на 9,14%, различия уровня признака статистически значимы ($U=3$, $p<0,05$). В этом случае можно считать, что при увеличении срока инвазии, количество лимфоцитов у животных возвращается к норме, хотя и не достигает нормальных значений. В данном случае можно также предположить, что организм хозяина адаптируется к инвазии, а картина крови приобретает приближенные к нормальным показателям. Такие данные можно трактовать, как выход из острой фазы воспаления при инвазии.

При исследовании состава лимфоцитов, исходя из их морфологической классификации, можно отметить, что большая часть приходится на средние лимфоциты (рис. 1), а меньшая часть – на большие лимфоциты (рис. 2). Соотношение лимфоцитов (большие: средние: ма-

лые) при описторхозе у кроликов составляет 1:3,44:2,88. Как известно, лимфоциты играют важную роль в усвоении и синтезе белков. Следовательно, при увеличении их числа восстанавливается, в некоторой мере, белковый обмен, несмотря на поражение печени. Однако, соотношение лимфоцитов в пользу средних форм может трактоваться как отражение работы иммунной системы, так как в норме большее их число в крови приходится на малые лимфоциты.

При сравнении числа моноцитов у зараженных животных через 3 месяца показатель соответствует норме 2, и несколько меньше нормы 1. Однако, при сравнении со случаем-контролем этот показатель значительно больше, на 3,06%, различия уровня признака статистически значимы ($U=0$, $p<0,05$). В данном случае это можно рассматривать как возврат числа моноцитов к нормальным значениям и выход из фазы активного воспаления. Следовательно, моноциты остаются в кровеносном русле, не мигрируя в большинстве своем в ткани. Проявления активного фагоцитоза блокируются определенными факторами. Среди них могут быть такие, как ограничение паразита собственными тканями организма (формирование капсулы) либо адаптация организма повышенной продукцией данного пула клеток, либо их ускоренной миграцией в ткани, что приводит в итоге к нормальным значениям относительного показателя числа моноцитов.

При отслеживании соотношения числа лимфоцитов к псевдоэозинофилам (аналогам нейтрофилов у человека) установлено, что и этот показатель по сравнению со случаем-контролем возрос на 0,63%. Однако он значений показателей нормы 1 и 2 не достигает. По сравнению с нормой 1 он возрастает лишь в 1,76 раза, нормой 2 в 1,46 раза. Отмечается усиление функции нейтрофилов в купировании асептического воспаления при инфекциях описторхидами [17-18]. Тем не менее важно отметить, что у кролика профиль лейкоцитарной формулы является лимфоцитарным [12], через 3 месяца инвазии число псевдоэозинофилов снижается, а число лимфоцитов возрастает. В нашем случае

можно считать, что фаза реактивного воспаления к этому времени заканчивается.

Соотношение числа эозинофилов к числу базофилов обычно не учитывается при рассмотрении лейкоцитарной формулы. Мы предлагаем вводить данный показатель для уточнения характера аллергического процесса. Как известно эозинофилы реагируют на чужеродный белок и их число обычно велико лишь в ранние сроки инвазии, до формирования защитных барьеров организма и поступления эндотоксинов разрушенных клеток и экзотоксинов паразита в крово- и лимфоток [19]. В дальнейшем их число снижается, и этот показатель информативность теряет. В нашем случае число эозинофилов возросло, но также возросло и число базофилов, причем последних вдвое. Базофилы по данным литературы выполняют функции, сходные с тучными клетками соединительной ткани при влиянии разных факторов [20]. Следовательно, они реагируют на иммунные комплексы «аллерген-антитело класса Е». Продукция антител данного типа вероятно значительна, поскольку число данного вида лейкоцитов значительно возрастает. Если нормальные показатели соотношения эозинофилов к базофилам 1:1,1 или 1:1,3, то при инвазии

через 3 месяца этот показатель уже равен 1:4,58, а на ранних сроках 1:2,33. Таким образом, число иммунных комплексов нарастает, что проявляется в повышенном содержании числа базофилов, по сравнению с эозинофилами, роль последних отходит на второй план. Как известно, представление антигена на своей поверхности могут не только макрофаги, дендритные клетки, фибробласты и эпителиоциты, но также по данным Тарасовой И.В. эти функции могут выполнять базофилы, тучные клетки и тромбоциты [16]. Так, по данным автора, базофилы способны выделять интерлейкин-4, усиливая работу Т-хелперов. На начальном этапе развития аллергии базофилы активируют Т-хелперы 2 типа, что обеспечивает дифференцировку В-лимфоцитов, это приводит к образованию иммуноглобулинов плазматическими клетками. Такие иммуноглобулины связываются одним концом с аллергеном, а другим – с базофилом или тучной клеткой [5, 16]. В этом случае, число последних нарастает с повышением продукции специфических антител. В этом случае, также можно наблюдать низкое содержание моноцитов в крови у зараженных животных на ранних этапах инвазии.

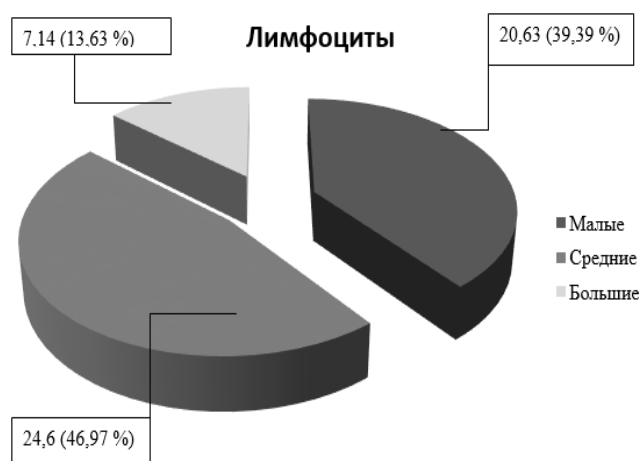


Рис. 1. Распределение видов лимфоцитов у кроликов при описторхозе через 3 месяца в абсолютных и относительных числах.

При этом в норме показатель отношения числа моноцитов к числу базофилов для косвенной оценки работы иммунной си-

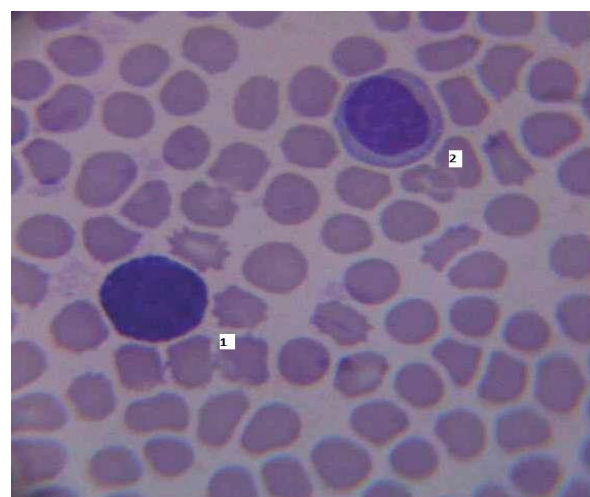


Рис. 2. Мазок крови кролика через 3 месяца после заражения описторхозом. Базофил (1) и большой лимфоцит (2). Окр.: по Романовскому-Гимза. Ув.: x900.

стемы может иметь значение при длительно протекающем воспалительно-аллергическом процессе. В норме этот по-

казатель у кроликов составляет 2,5-2,7. При инвазии этот показатель падает до 0,003 в ранние стадии, и возрастает до 0,56 через 3 месяца. Следовательно, при анализе этого показателя можно выявить существенные изменения в лейкоцитарной формуле крови при незначительном изменении исходных значений содержания отдельных видов клеток.

Заключение. Таким образом, при описторхозе у кроликов через 3 месяца после заражения отмечается частичное восстановление некоторых показателей в лейкоцитарной формуле периферической крови с тенденцией возврата к нормальным значениям. Число базофилов и псевдоэозинофилов остается значительным, возрастает количество моноцитов, незначительное в острой фазе инвазии.

Литература References

1. Jurlova NI, Jadrenkina EN, Rastjazhenko NM et al. *Opistorhoz v Zapadnoj Sibiri: Epidemiologija i rasprostranenie v populacijah cheloveka, ryb, ulitok i zhivotnyh. Parazitol Int.* 2017;66(4):355-364. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2016.11.017>.
2. Plotnikova EYu, Baranova EN. *Problemy lecheniya opistorkhoznoj invazii. RMZH «Meditsinskoye obozreniye».* 2018;(3):53-56
3. Gouveia MJ, Pakharukova M, Laha T et al. *Infektsiya Opisthorchis felinus vyzyvayet intraepitelial'nuyu neoplaziyu zhelchnykh putey na modeli gryzunov. Kantserogenez.* 2017;38(9):929-937. URL: <https://doi.org/10.1093/carcin/bgx042> (27.10.2020).
4. Feng M, Cheng X. *Parasite-Associated Cancers (Blood Flukes/Liver Flukes). Adv Exp Med Biol.* 2017;1018:193-205. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5765-6_12. PMID:29052139.
5. Sripa B, Haswell MR. *Mast cell hyperplasia in cholecystitis associated with Opisthorchis viverrini. Parasitol Res.* 2021;120(1):373-376. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06937-4>.
6. Surapaitoon A, Suttiaprapa S, Khuntikeo N. et al. *Cytokine profiles of Opisthorchis viverrini stimulated peripheral blood mononuclear cells in patients with cholangiocarcinoma. Parasitol Int.* 2017;66(1):889-892. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2016.10.009>.
7. Chernogorjuk GJe. *Eozinofilija pri hronicheskom opistorhoze kak factor riska jerozivno-jazvennoj patologii zheludka i vospalitel'nyh zabolevanij bronho-legochnoj sistemy (kliniko-morfologicheskie aspekty). Diss. na soisk uch. st. dokt. med. nauk. Tomsk, 2002. 268s.*
8. Sidel'nikova AA, Nacheva LV. *Citologicheskie osobennosti krovi krolikov pri jeksperimental'nom opistorhoze. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* 2015;(2-3). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24028> (27.10.2020).
9. Sidel'nikova AA, Nacheva LV. *Morfologicheskij analiz formennykh jelementov perifericheskoy krovi v otdalennye sroki razvitija ostrogo opistorhoza. Materialy I Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Sovremennaja medicina: Tradicii i innovacii». Vyp. 2. Stavropol', 2016. S. 62-66.*
10. Sidel'nikova AA, Nacheva LV, Boborykin MS. *Leykotsitarnaya formula krovi v razlichnykh variantakh lecheniya indutsirovannogo opistorkhoza. Materialy nauchnoy konferentsii «Teoriya i praktika parazitarnykh bolezney zhivotnykh». Moskva, 2017. S. 444-446.*
11. Abrashova TV, Gushchin YaA, Kovaleva MA et al. *Spravochnik. Fiziologicheskiye, biokhimicheskiye i biometricheskiye pokazateli normy eksperimental'nykh zhivotnykh. Sankt-Peterburg: LEMA, 2013. 116s.*
12. Lubin NA, Konova NB. *Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu i ustraneniyyu gemogramm u zhivotnykh. Ul'yanovsk, 2005. 62s.*
13. Abdulkadyrov M. *Gematologiya. Moskva: Eksmo, 2004. 928s.*
14. Huang Lu, Gebreselassie NG, Gagliardo LF et al. *Eosinophil-Derived IL-10 Supports Chronic Nematode Infection. J Immunol* 2014;193:4178-4187. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1400852>.
15. Orlovskaja IA, Toporkova LB, L'vova MN et al. *Social'noe porazhenie stress usugubljaet narusheniya v krovi u myshej, inficirovannykh Opisthorchis felinus. Exp Parasitol.* 2018;193:33-44. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2018.08.004>.
16. Tarasova IV. *Bazofily, tuchnye kletki i trombocity kak immunnnye i jeffektornye kletki. Allergologija i immunologija v pediatrii.* 2010;1(2):32-36.

17. Salao K, Spofford EM, Price C. et al. Increased neutrophil function in *Opisthorchis viverrini* infections and correlation with progressive periductal fibrosis. *Int J Parazit.* 2020;50(2):145-152. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2019.11.007>.
18. Silvestre-Roig C, Fridlender ZG, Glogauer M, Scapini P. A variety of neutrophils in health and disease. *Trends In Immunology.* 2019;40(7):565-583. <https://doi.org/10.1016/j.it.2019.04.012>.
19. Wongsena W, Charoensuk L, Dangtakot R et al. Melatonin suppresses eosinophils and Th17 cells in hamsters treated with a combination of human liver fluke infection and a chemical carcinogen. *Pharmacol Rep.* 2018;70(1):98-105. <https://doi.org/10.1016/j.pharep.2017.07.017>.
20. Tripathi T, Suttiaprapa S, Sripa B. Unusual redox metabolism of thiol-based parasitic trematodes. *Parasitol Int.* 2017;66(4):390-395. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2016.05.013>.

Автор заявляет об отсутствии каких-либо конфликтов интересов при планировании, выполнении, финансировании и использовании результатов настоящего исследования.

The author declares that they have no conflicts of interest in the planning, implementation, financing and use of the results of this study.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сидельникова Алевтина Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент, кафедра морфологии и судебной медицины, Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия;
e-mail: alieva-alevtina@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alevtina A. Sidel'nikova, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Morphology and Forensic Medicine, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia;
e-mail: alieva-alevtina@mail.ru