

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Енотовидные собаки характеризовались высоким относительным содержанием эозинофилов в периферической крови. Эозинофильные лейкоциты различались морфологически: клетки с нормальным высоким, а также клетки с низким уровнем зернистости цитоплазмы. Последние в некоторых случаях содержали ВГ, что зафиксировано у енотовидной собаки впервые. Наличие ВГ связывают с полным отсутствием или значительным снижением содержания МВР-1, главного компонента кристаллоида специфических гранул. Вакуолизация гранул может быть обусловлена дефектами гена, кодирующего этот белок, аномалиями развития эозинофилов, процессами дегрануляции, влиянием мембраноактивирующих веществ, а также незрелостью гранул вследствие высвобождения из костного мозга клеточной популяции, находящейся в процессе созревания (терминальной дифференцировки). Зависимость от пола выражается в более высокой доле эозинофилов с низким уровнем зернистости цитоплазмы у самцов по сравнению с самками, тогда как у самок обнаружены более высокие значения морфометрических показателей (числа и средней площади гранул в одной клетке, соотношения площади, занимаемой гранулами, к площади клетки). Поскольку причины появления эозинофилов с низким уровнем грануляции цитоплазмы у енотовидных собак не до конца ясны, остается необходимость в дальнейших исследованиях этого вопроса.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают искреннюю благодарность и глубокую признательность Л.Б. Узенбаевой (Институт биологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск) за ценные советы и рекомендации при обсуждении результатов исследования, а также Э.Ф. Печориной (Институт биологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск) за помощь в обработке данных.

Лабораторные исследования выполнены на научном оборудовании Центра коллективного пользования Федерального исследовательского центра “Карельский научный центр Российской академии наук”.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена за счет средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (FMEN-2022-0003).

## СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Все процедуры, выполненные с участием животных, соответствовали этическим стандартам, утвержденным правовыми актами РФ, принципам Базельской декларации и рекомендациям биоэтического комитета ИБ КарНЦ РАН (протокол № 1 от 16.01.2023).

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анаев Э.Х.* 2002. Эозинофилы и эозинофилии. Атмосфера. Пульмонология, аллергология. Т. 6. № 3. С. 15. (*Anaev E.H.* 2002. Eozinofily i eozinofilii. Atmosfera. Pul'monologiya, allergologiya. V. 6. № 3. P. 15.)
- Бондарь Т.П., Ишкова Н.М., Эльканова А.Б.* 2011. Изучение денситометрических характеристик эозинофилов периферической крови при заболеваниях инфекционно-аллергической природы. Наука. Инновации. Технологий. Т. 74. С. 5. (*Bondar' T.P., Ishkova N.M., El'kanova A.B.* 2011. Izuchenie densitometricheskikh harakteristik eozinofilov perifericheskoj krovi pri zabolovanijah infekcionno-allergicheskoj prirody. Nauka. Innovacii. Tekhnologii. V. 74. P. 5.)
- Бондарь Т.П., Эльканова А.Б.* 2014. Механизм изменения морфофункционального состояния эозинофилов при эозинофилиях различного генеза у детей. Современные проблемы науки и образования. Т. 2. С. 345. (*Bondar' T.P., El'kanova A.B.* 2014. Mekhanizm izmeneniya morfofunkcional'nogo sostoyaniya eozinofilov pri eozinofilijah razlichnogo geneza u detej. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. V. 2. P. 345.)
- Минзюк Т.В., Кавцевич Н.Н., Светочев В.Н.* 2015. Новые данные о клеточном составе крови морского зайца. Доклады РАН. Т. 462. № 6. С. 727. (*Minzyuk T.V., Kavcevich N.N., Svetochev V.N.* 2015. Novye dannye o kletocnom sostave krovi morskogo zaitca. Doklady RAN. V. 462. № 6. P. 727.)
- Узенбаева Л.Б., Голубева А.Г., Илюха В.А., Тютюнник Н.Н., Коросов С.А.* 2007. Морфофункциональные особенности лейкоцитов млекопитающих, разводимых в неволе в условиях европейского севера. Труды Карельского научного центра Росс. академии наук. Т. 11. С. 109. (*Uzenbaeva L.B., Golubeva A.G., Ilyuha V.A., Tyutyunnik N.N., Korosov S.A.* 2007. Morfofunkcional'nye osobennosti leukocitov mlekopitayushchih, razvodimyh v nevole v usloviyah evropeiskogo severa. Trudy Karel'skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. V. 11. P. 109.)
- Хейхоу Ф.Г., Кваглино Д.* 1983. Гематологическая цитохимия. М.: Медицина. (*Heihou F.G., Kvaglino D.* 1983. Gematologicheskaya tsitohimiya. M.: Medicina.)
- Шубич М.Г.* 1974. Выявление катионного белка в цитоплазме лейкоцитов с помощью бромфенолового синего. Цитология. Т. 16. № 10. С. 1321. (*Shubich M.G.* 1974. Vyyavlenie kationnogo belka v tsitoplazme leukocitov s pomoshch'yu bromfenolovogo sinego. Tsitologiya. V. 16. № 10. P. 1321.)
- Abu-Ghazaleh R.I., Dunnette S.L., Loegering D.A., Checked J.L., Kita H., Thomas L.L., Gleich G.J.* 1992. Eosinophil granule proteins in peripheral blood granulocytes. Journal of leukocyte biology. V. 52. № 6. P. 611.
- Bebo B.F.Jr., Fyfe-Johnson A., Adlard K., Beam A.G., Vandembark A.A., Offner H.* 2001. Low-dose estrogen therapy ameliorates experimental autoimmune encephalomyelitis in two different inbred mouse strains. J. Immunol. V. 166. P. 2080.
- Denzler K.L., Farmer S.C., Crosby J.R., Borchers M., Cieslewicz G., Larson K.A., Cormier-Regard S., Lee N.A., Lee J.J.* 2000.

- Eosinophil major basic protein-1 does not contribute to allergen-induced airway pathologies in mouse models of asthma. *J. Immunol.* V. 165. P. 5509.
- Fettrelet T., Gigon L., Karaulov A., Yousefi S., Simon H.U. 2021. The enigma of eosinophil degranulation. *Int. J. Sci.* V. 22. P. 7091.
- Giori L., Gironi S., Scarpa P., Anselmi A., Gualtieri M., Paltrinieri S. 2011. Grey eosinophils in sighthounds: frequency in 3 breeds and comparison of eosinophil counts determined manually and with 2 hematology analyzers. *Vet. Clin. Pathol.* V. 40. P. 475.
- Hamano N., Terada N., Maesako K., Numata T., Konno A. 1998. Effect of sex hormones on eosinophilic inflammation in nasal mucosa. *Allergy Asthma Proc.* V. 19. P. 263.
- Holmes E., Raskin R., McGill P., Szladovits B. 2021. Morphologic, cytochemical, and ultrastructural features of gray eosinophils in nine cats. *Vet. Clin. Pathol.* V. 50. P. 52.
- Iazbik M.C., Couto C.G. 2005. Morphologic characterization of specific granules in Greyhound eosinophils. *Vet. Clin. Pathol.* V. 34. P. 140.
- Matthews S.P., McMillan S.J., Colbert J.D., Lawrence R.A., Watts C. 2016. Cystatin F ensures eosinophil survival by regulating granule biogenesis. *Immunity.* V. 44. P. 795.
- Melo R.C., Weller P.F. 2018. Contemporary understanding of the secretory granules in human eosinophils. *J. Leukocyte Biol.* V. 104. P. 85.
- Morales-Montor J., Togno-Pierce C., Munoz-Cruz S. 2011. Non-reproductive effects of sex steroids: their immunoregulatory role. *Current Topics Med. Chem.* V. 11. P. 1714.
- Mustonen A.M., Asikainen J., Aho J., Nieminen P. 2007. Selective seasonal fatty acid accumulation and mobilization in the wild raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*). *Lipids.* V. 42. P. 1155.
- Newsome F.V., Ebeigbe P. 1991. Blood eosinophil degranulation and vacuolation in helminthic infection. *Ann. Tropical Med. Parasitol.* V. 85. P. 239.
- Nowakowicz-Dębek B., Zoń A., Jakubczak A., Wnuk W. 2013. Hematological parameters of wild and farm mink, red fox and raccoon dog. *Med. Wet.* V. 69. P. 40.
- Prin L., Capron M., Tonnel A.B., Bletry O., Capron A. 1983. Heterogeneity of human peripheral blood eosinophils: variability in cell density and cytotoxic ability in relation to the level and the origin of hypereosinophilia. *International Archives of Allergy and Immunology.* V. 72. № 4. P. 336.
- Rodrigo-Muñoz J.M., Gil-Martínez M., Sastre B., del Pozo V. 2021. Emerging Evidence for pleiotropism of eosinophils. *Int. J. Mol. Sci.* V. 22. P. 7075.
- Tai P.C., Spry C.J. 1976. Studies on blood eosinophils. I. Patients with a transient eosinophilia. *Clinical Exper. Immunol.* V. 24. P. 415.
- Tai P.C., Spry C.J.F. 1981. The mechanisms which produce vacuolated and degranulated eosinophils. *British J. Haematol.* V. 49. P. 219.
- Tchernitchin A.N., Barrera J., Arroyo P., Mena M.A., Vilches K., Grunert G. 1985. Degranulatory action of estradiol on blood eosinophil leukocytes *in vivo* and *in vitro*. *Agents Actions.* V. 17. P. 60.

## Morphological Features and Morphometric Parameters of Peripheral Blood Eosinophiles in Raccoon Dogs *Nyctereutes procyonoides* (Grey, 1834)

S. N. Kalinina<sup>a</sup>, \*, A. G. Kizhina<sup>a</sup>, and V. A. Ilyukha<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Institute of Biology of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center "Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences", Petrozavodsk, 185910 Russia

\*e-mail: cvetnick@yandex.ru

The aim of this work was to analyze the morphology and morphometric parameters of peripheral blood eosinophils and eosinophilic granules in raccoon dogs *Nyctereutes procyonoides* (Grey, 1834). On blood smears stained by Pappenheim, the composition of the leukocyte formula was determined, the morphological features and morphometric parameters of eosinophils and their granules were evaluated. Cytochemical methods revealed the localization of peroxidase and cationic proteins in eosinophils. ANOVA was used to assess the effect of sex. As a result of the study, it was found that raccoon dogs are characterized by a high relative content of eosinophils (7–10%), as well as the presence of large secretory granules in them. Along with the common eosinophils, there were cells with abnormal granularity (low number of secretory granules, the presence of vacuole-like granules that did not stain with the dyes used). The influence of sex was expressed in a higher proportion of eosinophils with abnormal granularity in males compared to females, while the latter had higher morphometric parameters (the number and average area of granules in one cell, the ratio of the area occupied by granules to the area of the cell). Since the causes of abnormally granular eosinophils in raccoon dogs are not completely clear, there is a need for further research into this issue.

**Keywords:** eosinophils, granules, vacuoles, raccoon dog