

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11630
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.7:616.99:616.995.121:616.41

The impact of dipylidiasis infestation on hematological parameters of sick dogs

V. Melnychuk^{1,2✉}, A. Nikitan¹

¹Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

²Institute of Veterinary Medicine of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 17.10.2024

Received in revised form

18.11.2024

Accepted 19.11.2024

Poltava State Agrarian University,
Skovorody Str., 1/3, Poltava,
36003, Ukraine.

Institute of Veterinary Medicine of
the National Academy of
Agrarian Sciences of Ukraine,
Donetska Str., 30, Kyiv,
03151, Ukraine.
Tel.: +38-066-674-78-09
E-mail: melnychuk86@ukr.net

Melnichuk, V., & Nikitan, A. (2024). The impact of dipylidiasis infestation on hematological parameters of sick dogs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(116), 206–211. doi: 10.32718/nvlvet11630

Dipylidium caninum, caused by the cucumber tapeworm, is a common intestinal parasite of dogs. The causative agent of dipylidiosis is one of the most common types of helminthiasis observed in carnivorous animals. The danger of this parasite is also based on the fact that there is a risk of infection in humans, especially children. The leading link in the pathogenesis of the helminthic process is the formation of relationships consisting of factors of the influence of helminths on the animal body and the characteristics of reactions from their hematological indicators. The work aimed to investigate the effect of dipylidium invasion on the hematological indicators of dogs spontaneously infected with cestodes *Dipylidium caninum*. Three experimental groups of dogs were formed, which were infested with dipylidia with different invasion intensities: up to 2 cocoons in 1 g of feces, from 3 to 7 cocoons in 1 g of feces, from 8 to 14 cocoons in 1 g of feces. According to the results of the conducted studies, it was established that changes in hematological indicators in dogs with spontaneous dipylidiasis depend on the indicators of the intensity of infection of animals. With an invasion intensity of 3 to 7 cocoons/g and from 8 to 14 cocoons/g, the hematocrit index in the blood of dogs infested with dipylidia significantly decreased by 14.8 % ($P < 0.05$) and 20.9 % ($P < 0.01$), respectively, compared with clinically healthy animals. In the experimental groups of dogs, a decrease in hemoglobin content, the number of erythrocytes and platelets was found, depending on the intensity of the invasion, by 24.4–36.7 % ($P < 0.001$), 17.1–23.2 % ($P < 0.01$... $P < 0.001$) and 32.1–43.3 % ($P < 0.05$... $P < 0.001$). At the same time, in dogs infected with dipylidia, depending on the intensity of the invasion, an increase in the number of leukocytes was found, respectively, by 16.3–56.3 % ($P < 0.05$... $P < 0.001$) and ESR indicators – up to 2 times ($P < 0.001$) compared to similar indicators in clinically healthy dogs. The results expand existing data on certain links in the pathogenesis of dipylidiasis in dogs, allow us to understand the changes that occur in the blood of infected dogs, and effectively prescribe comprehensive treatment for animals.

Key words: parasitology, dipylidiasis, dogs, pathogenesis, hematological parameters.

Вплив дипілідіозної інвазії на гематологічні показники хворих собак

В. В. Мельничук^{1,2✉}, А. Д. Нікітан¹

¹Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

²Інститут ветеринарної медицини НААН України, м. Київ, Україна

Дипілідіоз, що викликається огірковим цип'яком, є поширеним кишковим паразитом собак. Збудник дипілідіозу *Dipylidium caninum* є одним з найбільш поширених видів гельмінтозів, що спостерігаються у м'ясоїдних тварин. Небезпечність даного паразита ґрунтується і на тому, що є ризик зараження людей, особливо дітей. Провідною ланкою в патогенезі гельмінтозного процесу є формування взаємовідносин, що складаються з факторів впливу гельмінтів на організм тварин та особливостей реакцій з боку їх гематологічних показників. Метою роботи було дослідити вплив дипілідіозної інвазії на гематологічні показники собак спонтанно інвазованих цестодами *Dipylidium caninum*. Було сформовано три дослідні групи собак, які були інвазовані дипілідіями з різною інтенсивністю інвазії: до 2 коконів у 1 г фекалій, від 3 до 7 коконів у 1 г фекалій, від 8 до 14 коконів у 1 г фекалій. За результатами проведених досліджень встановлено, що зміни гематологічних показників у собак за спонтанного дипілідіозу залежать від показ-

ників інтенсивності зараження тварин. За інтенсивності інвазії від 3 до 7 кококів/г та від 8 до 14 кококів/г показник гематокриту в крові інвазованих дипілідіями собак значно зменшувався відповідно на 14,8 % ($P < 0,05$) та 20,9 % ($P < 0,01$) порівняно з клінічно здоровими тваринами. В дослідних групах собак встановлювали зниження вмісту гемоглобіну, кількості еритроцитів та тромбоцитів залежно від інтенсивності інвазії відповідно на 24,4–36,7 % ($P < 0,001$), 17,1–23,2 % ($P < 0,01$... $P < 0,001$) та 32,1–43,3 % ($P < 0,05$... $P < 0,001$). Одночасно у інвазованих дипілідіями собак залежно від інтенсивності інвазії виявляли зростання кількості лейкоцитів відповідно на 16,3–56,3 % ($P < 0,05$... $P < 0,001$) та показників ШОЕ – до 2 разів ($P < 0,001$) порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорових собак. Отримані результати розширюють вже існуючі дані щодо певних ланок патогенезу за дипілідіозу в собак, дозволяють розуміти зміни, що відбуваються в крові заражених собак та ефективно призначати комплексне лікування тварин.

Ключові слова: паразитологія, дипілідіоз, собаки, патогенез, гематологічні показники.

Вступ

Відомо, що гельмінти можуть локалізуватися в найрізноманітніших органах та тканинах собак. Причому, найчастіше нематоди локалізуються в кишковому тракту цих тварин (Ramírez-Barríos et al., 2004; Fontanarrosa et al., 2006; Palmer et al., 2008; Dubie et al., 2023). Однак, незважаючи на таку велику відмінність у локалізації паразитів, всі вони мають прямий і непрямий вплив на гомеостаз. У патогенезі гельмінтозів важлива роль відводиться механічним ушкодженням у період міграції та локалізації паразитів, розвитку алергічних реакцій та порушень діяльності травного тракту (Smith et al., 2005; Rouf et al., 2017; Saichenko et al., 2021; Kryvoruchenko, 2022).

Зокрема, дослідники встановили, що за одночасного паразитування дирофілярій та анкілостом в крові інвазованих собак відбувалося зниження кількості еритроцитів, лейкоцитоз, підвищення лімфоцитів, моноцитів і еозинофілів та зниження нейтрофілів (Kumar, 2021). Інші дослідники виявляли за кишкових паразитозів у собак анемію, яка виникала внаслідок токсичної дії метаболітів гельмінтів, що негативно впливало на еритропоез (Silva et al., 2021).

Також, було доведено, що за паразитозів у крові собак знижується величина гематокриту та середній об'єм еритроцита, що пов'язано, на думку авторів, з порушенням транспортування кисню до тканин і органів, що виникає внаслідок механічної та трофічної дії паразитів. Одночасно у крові інвазованих собак встановлювали зростання кількості лейкоцитів і еозинофілів, що вказує на розвиток запального процесу і алергізації організму хворих тварин (Shamsi et al., 2018; Miglio et al., 2020).

Виявлено, що за одночасного паразитування *Ancylostoma caninum*, *Toxascaris* spp. і *Dipylidium caninum* в крові інвазованих собак встановлено нижчий рівень гемоглобіну, середнього об'єму еритроцита і кількості еритроцитів порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорових собак ($P < 0,01$). Дослідження гематологічного профілю виявило нормоцитарну гіпохромну анемію у хворих собак (Qadir et al., 2011).

У крові собак спонтанно інвазованих *Angiostrongylus vasorum* виявлено еозинофілію у 100 % дослідних тварин. Водночас, підвищення в крові загальної кількості лейкоцитів і нейтрофілію дослідники спостерігали лише у 4,2 % дослідних тварин (Willesen et al., 2009).

Є повідомлення, де у собак кишкові паразитози супроводжувалися розвитком анемії, лейкоцитозом,

тромбоцитопенією, еозинофілією. Автори зазначають, що такі зміни можуть служити ознакою наявності паразитів і ці дані можна використовувати в поєднанні з копрологічними дослідженнями для отримання кращої оцінки тяжкості перебігу паразитарної інвазії в організмі хазяїна (Silva et al., 2021).

Тому, актуальним є встановлення певних ланок патогенезу за тих чи інших гельмінтозів з боку впливу інвазії на гематологічні показники заражених собак.

Мета дослідження

Метою роботи було дослідити вплив дипілідіозної інвазії на гематологічні показники собак спонтанно інвазованих цестодами *Dipylidium caninum*.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися впродовж 2024 року на базі ветеринарної клініки “Айболить” (м. Полтава) та в умовах лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету. Діагноз на дипілідіоз встановлювали на основі проведення копроскопічних досліджень загальновідомим методом флотації.

Було сформовано три дослідні групи собак віком до 1 року різних порід. До дослідних груп підібрані собаки, які були інвазовані дипілідіями з різною інтенсивністю інвазії, до контрольної групи – клінічно здорові собаки (по 6 голів у кожній групі). Залежно від інтенсивності дипілідіозної інвазії в першу дослідну групу були віднесені собаки з II до 2 коконів у 1 г фекалій; у другу групу – з II від 3 до 7 коконів у 1 г фекалій; у третю групу – від 8 до 14 коконів у 1 г фекалій.

Кров для досліджень отримували з поверхневої вени передпліччя або вени сафена, зранку перед годівлею. Визначення гематологічних показників проводили за загальноприйнятими методами. ШОЕ визначали за методом Панченкова. За допомогою автоматичного аналізатора “Dumind DH 33” (виробник Dumind Biotechnology, Китай) у крові собак визначали такі показники: кількість еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів, вміст гемоглобіну, показник гематокриту.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft “EXCEL” шляхом визначення середнього арифметичного (M), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (P) з використанням методики од-

нофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера.

Результати та їх обговорення

За результатами проведених досліджень встановлено, що зміни гематологічних показників у собак інвазованих збудником дипілідіозу залежать від показників інтенсивності інвазії. Зокрема, показник гема-

токрити в крові дослідних собак за інтенсивності інвазії до 2 коконів/г був меншим на 6,1 % ($46,50 \pm 5,13$ %) порівняно з клінічно здоровими тваринами ($49,50 \pm 5,17$ %). Водночас, за інтенсивності інвазії від 3 до 7 коконів/г та від 8 до 14 коконів/г показник гематокрити в крові інвазованих собак значно зменшувався відповідно на 14,8 % ($42,17 \pm 4,88$ %, $P < 0,05$) та 20,9 % ($39,17 \pm 5,19$ %, $P < 0,01$) порівняно з клінічно здоровими тваринами (рис. 1).

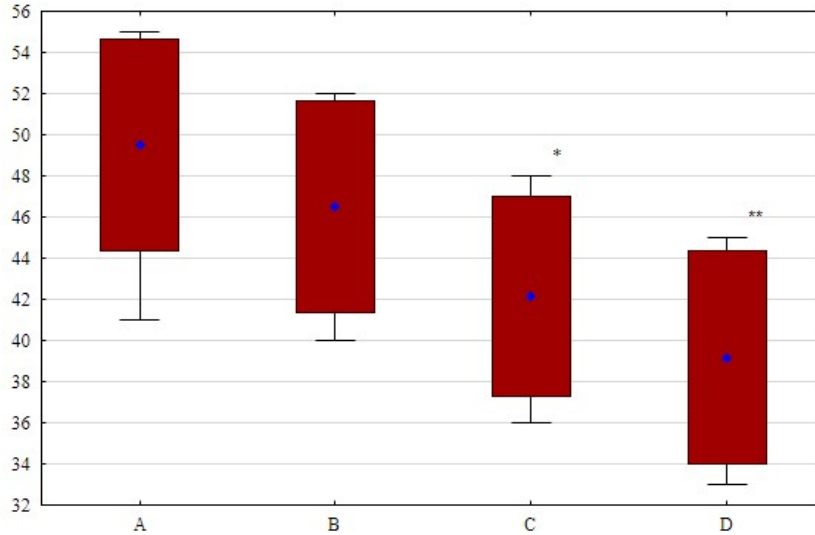


Рис. 1. Показники гематокрити (%) в крові собак інвазованих *Dipylidium caninum* за різної інтенсивності інвазії: В – до 2 коконів/г, С – від 3 до 7 коконів/г, D – від 8 до 14 коконів/г; А – клінічно здорові тварини; * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$ – відносно А

Вміст гемоглобіну та кількість еритроцитів, також, в крові дослідних собак знижувалися порівняно з клінічно здоровими тваринами ($149,67 \pm 8,29$ г/л та $6,25 \pm 0,78$ Т/л) за інтенсивності інвазії до 2 коконів/г – на 7,2 та 0,8 % ($138,83 \pm 9,83$ г/л та $6,20 \pm 0,70$ Т/л),

від 3 до 7 коконів/г – на 24,4 та 17,1 % ($113,17 \pm 8,13$ г/л, $P < 0,001$ та $5,18 \pm 0,28$ Т/л, $P < 0,01$), від 8 до 14 коконів/г – на 36,7 та 23,2 % ($94,67 \pm 6,47$ г/л та $4,80 \pm 0,35$ Т/л, $P < 0,001$) (рис. 2, 3).

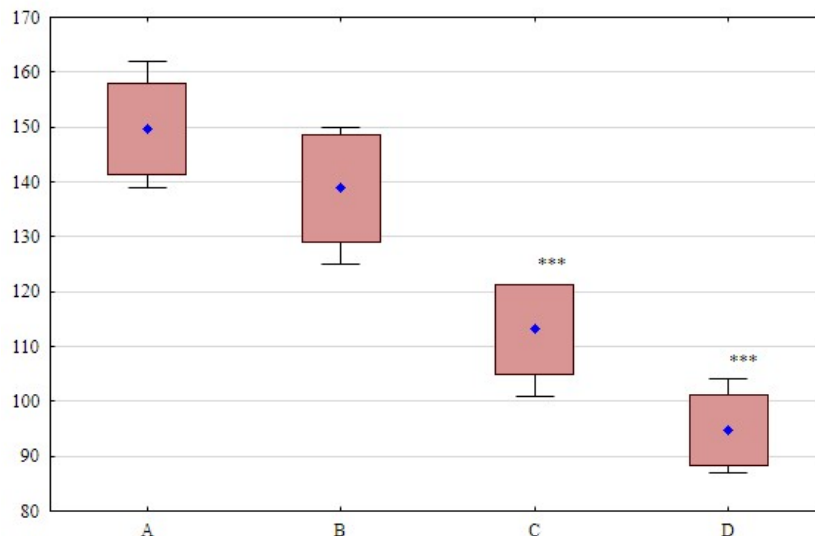


Рис. 2. Вміст гемоглобіну (г/л) в крові собак інвазованих *Dipylidium caninum* за різної інтенсивності інвазії: В – до 2 коконів/г, С – від 3 до 7 коконів/г, D – від 8 до 14 коконів/г; А – клінічно здорові тварини; *** – $P < 0,001$ – відносно А

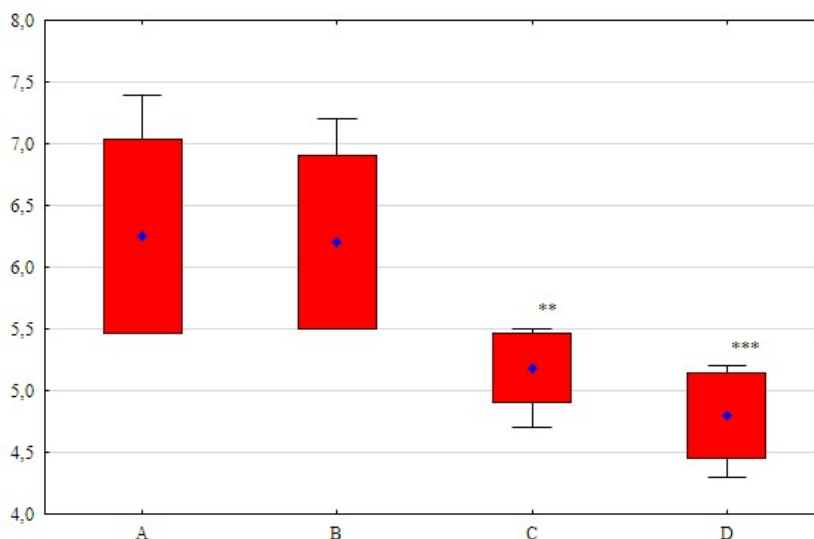


Рис. 3. Кількість еритроцитів (Т/л) в крові собак інвазованих *Dipylidium caninum* за різної інтенсивності інвазії: В – до 2 коконів/г, С – від 3 до 7 коконів/г, D – від 8 до 14 коконів/г; А – клінічно здорові тварини; ** – $P < 0,01$, *** – $P < 0,001$ – відносно А

Кількість лейкоцитів та показник ШОЕ, навпаки, зростали в крові дослідних собак порівняно з клінічно здоровими тваринами ($7,87 \pm 0,72$ Г/л та $13,17 \pm 2,71$ мм/год) за інтенсивності інвазії до 2 коконів/г на 16,3 % ($9,15 \pm 1,16$ Г/л, $P < 0,05$) та 11,4 % ($14,67 \pm$

$3,93$ мм/год), від 3 до 7 коконів/г – на 38,9 % ($10,93 \pm 2,30$ Г/л, $P < 0,01$) та 35,4 % ($17,83 \pm 3,82$ мм/год, $P < 0,01$), від 8 до 14 коконів/г – на 56,3 % ($12,30 \pm 0,73$ Г/л, $P < 0,001$) та у 2 рази ($26,67 \pm 1,86$ мм/год, $P < 0,001$) (рис. 4, 5).

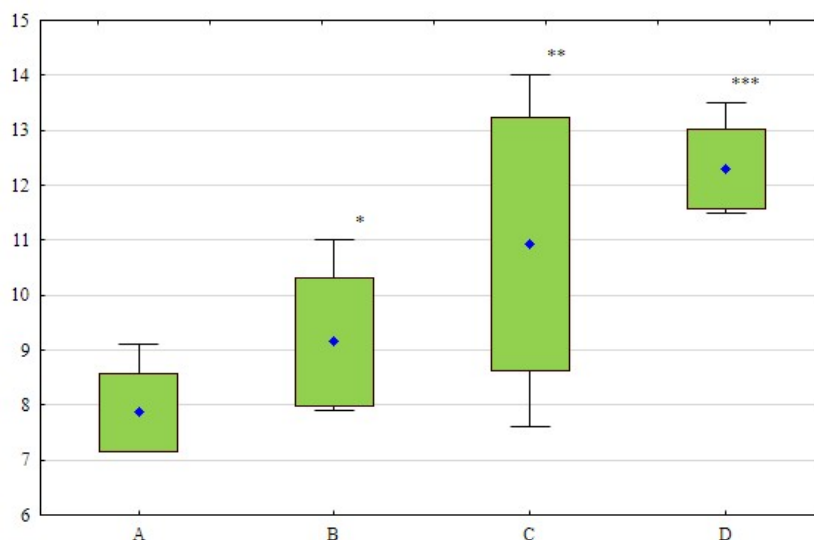


Рис. 4. Кількість лейкоцитів (Г/л) в крові собак інвазованих *Dipylidium caninum* за різної інтенсивності інвазії: В – до 2 коконів/г, С – від 3 до 7 коконів/г, D – від 8 до 14 коконів/г; А – клінічно здорові тварини; * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$, *** – $P < 0,001$ – відносно А

Також в крові хворих на дипілідіоз собак виявляли зниження кількості тромбоцитів: за інтенсивності інвазії до 2 коконів/г – на 14,6 % ($268,50 \pm 89,54$ Г/л), від 3 до 7 коконів/г – на 32,1 % ($213,50 \pm 15,19$ Г/л, $P < 0,05$), від 8 до 14 коконів/г – на 43,3 % ($178,17 \pm 37,60$ Г/л, $P < 0,001$), порівняно з показниками у клінічно здорових собак ($314,33 \pm 68,86$ Г/л) (рис. 6).

Світова література зазначає, що провідною ланкою в патогенезі за гельмінтозних інвазій є формування взаємовідносин, що складаються з факторів впливу гельмінтів на організм тварин та особливостей реакцій з боку їх гематологічних показників (Niwetpathomwat et al., 2007; Bulashev et al., 2016; Edana et al., 2023; Wężyk et al., 2023).

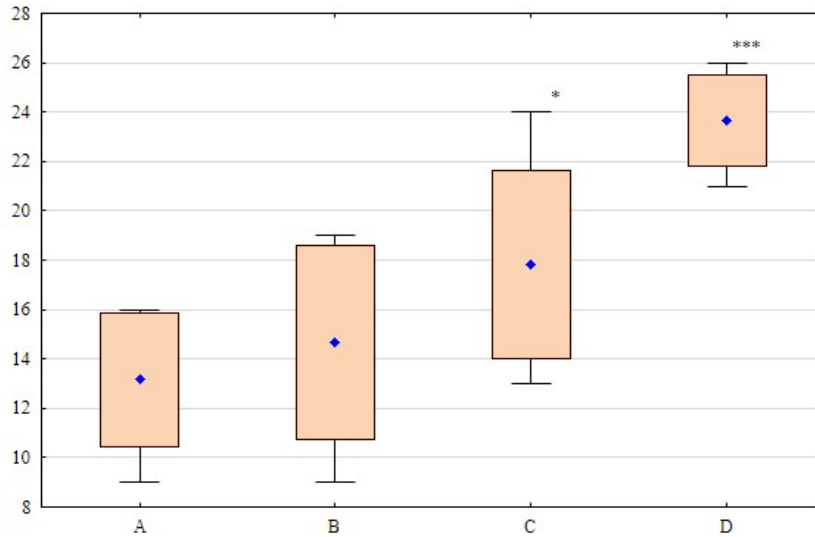


Рис. 5. Показники ШОЕ (мм/год) в крові собак інвазованих *Dipylidium caninum* за різної інтенсивності інвазії: В – до 2 коконів/г, С – від 3 до 7 коконів/г, D – від 8 до 14 коконів/г; А – клінічно здорові тварини; * – $P < 0,05$, *** – $P < 0,001$ – відносно А

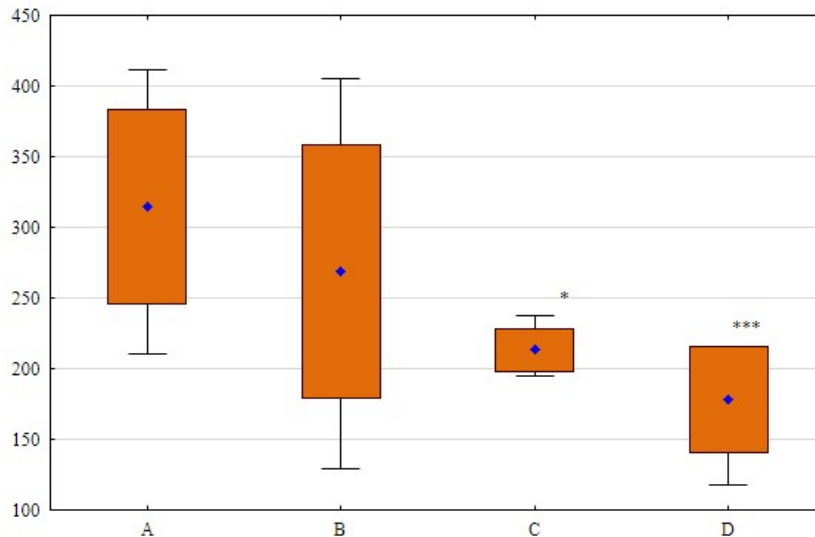


Рис. 6. Кількість тромбоцитів (Г/л) в крові собак інвазованих *Dipylidium caninum* за різної інтенсивності інвазії: В – до 2 коконів/г, С – від 3 до 7 коконів/г, D – від 8 до 14 коконів/г; А – клінічно здорові тварини; * – $P < 0,05$, *** – $P < 0,001$ – відносно А

За результатами проведених досліджень встановлено, що зміни гематологічних показників у собак за спонтанного дипілідіозу залежать від показників інтенсивності інвазії. За інтенсивності інвазії від 3 до 7 коконів/г та від 8 до 14 коконів/г показник гематокриту в крові інвазованих собак значно зменшувався відповідно на 14,8 % ($P < 0,05$) та 20,9 % ($P < 0,01$) порівняно з клінічно здоровими тваринами. В цих же групах собак встановлювали зниження вмісту гемоглобіну, кількості еритроцитів та тромбоцитів залежно від інтенсивності інвазії відповідно на 24,4–36,7 % ($P < 0,001$), 17,1–23,2 % ($P < 0,01$... $P < 0,001$) та 32,1–43,3 % ($P < 0,05$... $P < 0,001$). Одночасно у інвазованих дипілідіями собак залежно від інтенсивності інвазії виявляли зростання кількості лейкоцитів відповідно на 16,3–56,3 % ($P < 0,05$... $P < 0,001$) та показника ШОЕ – до 2 разів ($P < 0,001$) порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорових собак.

Схожі дані були отримані науковцями, які за паразитування у собак дирофілярій, анкілостом та інших кишкових гельмінтозів виявляли зниження величини гематокриту, кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну та одночасне зростання лейкоцитів, що, на думку авторів, пов'язано з токсичною дією метаболітів гельмінтів, яка негативно впливає на еритропоез. Разом з тим, внаслідок механічної дії гельмінтів розвиваються запальні процеси, що і супроводжується лейкоцитозом (Silva et al., 2015; Shamsi et al., 2018; Miglio et al., 2020; Kumar, 2021).

Отримані результати розширюють вже існуючі дані щодо певних ланок патогенезу за дипілідіозу в собак, дозволяють розуміти зміни, що відбуваються в крові заражених собак та ефективно призначати комплексне лікування тварин.

Висновки

Встановлено, що паразитування цестод виду *Dipylidium caninum* у собак призводить до змін у їх гематологічних показниках. Причому, тяжкість цих змін залежить від інтенсивності інвазії. У крові інвазованих собак встановлювали ознаки розвитку анемії та запальних явищ, про що свідчило зменшення показника гематокриту (на 14,8–20,9 %, $P < 0,05$... $P < 0,01$), вмісту гемоглобіну (на 24,4–36,7 %, $P < 0,001$), кількості еритроцитів (на 17,1–23,2 %, $P < 0,01$... $P < 0,001$) та тромбоцитів (на 32,1–43,3 %, $P < 0,05$... $P < 0,001$), збільшення кількості лейкоцитів (на 16,3–56,3 %, $P < 0,05$... $P < 0,001$) та показника ШОЕ (до 2 разів, $P < 0,001$).

Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- Bulashev, A., Akibekov, O., Tokpan, S., Serikova, S., & Abulgazimova, G. (2016). Hematological and serological investigation of dogs during experimental echinococcosis. *Cardiovascular & Hematological Agents in Medicinal Chemistry*, 14(1), 59–67. DOI: 10.2174/1871525714666160509130539.
- Dubie, T., Sire, S., Fentahun, G., & Bizuayehu, F. (2023). Prevalence of Gastrointestinal Helminths of Dogs and Associated Factors in Hawassa City of Sidama Region, Ethiopia. *Journal of Parasitology Research*, 2023, 6155741. DOI: 10.1155/2023/6155741.
- Edana, G. G., Preena, P., Balan, C., Sarangom, S. B., & Vijayakumar, K. (2023). Hematological characteristics of autochthonous hypermicrofilaremic dirofilariosis in dogs in Kannur District of Kerala. *Journal of Parasitic Diseases*, 47(4), 787–792. DOI: 10.1007/s12639-023-01622-6.
- Fontanarrosa, M. F., Vezzani, D., Basabe, J., & Eiras, D. F. (2006). An epidemiological study of gastrointestinal parasites of dogs from Southern Greater Buenos Aires (Argentina): age, gender, breed, mixed infections, and seasonal and spatial patterns. *Veterinary Parasitology*, 136(3-4), 283–295. DOI: 10.1016/j.vetpar.2005.11.012.
- Kryvoruchenko, D. (2022). Hematological parameters of dogs for parasitism *Dirofilaria immitis*. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(1), 36–41. DOI: 10.32718/ujvas5-1.06.
- Kumar, A. (2021). Haematological alterations during concurrent infection of *Dirofilaria immitis* and *Ancylostoma caninum* infections in dog and its therapeutic management: A case report. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 9(2), 185–186. URL: <https://www.entomoljournal.com/archives/2021/vol9issue2/PartC/9-1-395-756.pdf>.
- Miglio, A., Gavazza, A., Siepi, D., Bagaglia, F., Misia, A., & Antognoni, M. T. (2020). Hematological and biochemical reference intervals for 5 adult hunting dog breeds using a blood donor database. *Animals*, 10(7), 1212. DOI: 10.3390/ani10071212.
- Niwetpathomwat, A., Kaewthamasorn, M., Tiawwirirup, S., Techangamsuwan, S., & Suvarnvibhaja, S. (2007). A retrospective study of the clinical hematology and the serum biochemistry tests made on canine dirofilariosis cases in an animal hospital population in Bangkok, Thailand. *Research in Veterinary Science*, 82(3), 364–369. DOI: 10.1016/j.rvsc.2006.09.002.
- Palmer, C. S., Thompson, R. C., Traub, R. J., Rees, R., & Robertson, I. D. (2008). National study of the gastrointestinal parasites of dogs and cats in Australia. *Veterinary Parasitology*, 151(2-4), 181–190. DOI: 10.1016/j.vetpar.2007.10.015.
- Qadir, S., Dixit, A. K., Dixit, P., & Sharma, R. L. (2011). Intestinal helminths induce haematological changes in dogs from Jabalpur, India. *Journal of Helminthology*, 85(4), 401–403. DOI: 10.1017/S0022149X10000726.
- Ramírez-Barrios, R. A., Barboza-Mena, G., Muñoz, J., Angulo-Cubillán, F., Hernández, E., González, F., & Escalona, F. (2004). Prevalence of intestinal parasites in dogs under veterinary care in Maracaibo, Venezuela. *Veterinary Parasitology*, 121(1-2), 11–20. DOI: 10.1016/j.vetpar.2004.02.024.
- Rouf, A., Khurana, K., Dar, S., Shah, O., Rather, M., & Khaliq, T. (2017). Prevalence and haemato-biochemical alterations in GI helminth infected dogs from Bareilly, India. *International Journal of Livestock Research*, 7(7), 166–170.
- Saichenko, I. V., Antipov, A. A., Bakhur, T. I., Bezditko, L. V., & Shmayun, S. S. (2021). Co-infection of *Trichuris vulpis* and *Toxocara canis* in different aged dogs: Influence on the haematological indices. *Biosystems Diversity*, 29(2), 129–134. DOI: 10.15421/012117.
- Savilla, T. M., Joy, J. E., May, J. D., & Somerville, C. C. (2011). Prevalence of dog intestinal nematode parasites in south central West Virginia, USA. *Veterinary parasitology*, 178(1-2), 115–120. DOI: 10.1016/j.vetpar.2010.12.034.
- Shamsi, S., Loukopoulos, P., McSpadden, K., Baker, S., & Jenkins, D. (2018). Preliminary report of histopathology associated with infection with tongue worms in Australian dogs and cattle. *Parasitology international*, 67(5), 597–600. DOI: 10.1016/j.parint.2018.05.011.
- Silva, B. J., Freire, I. M., Silva, W. B., & Amarante, E. E. (2021). Avaliação das alterações hematológicas nas infecções por helmintos e protozoários em cães (*canis lupus familiaris*, Linnaeus, 1758). *Neotropical Helminthology*, 4, 37–48. DOI: 10.24039/nh2010411090.
- Smith, V. H., Jones, T. P., & Smith, M. S. (2005). Host nutrition and infectious disease: An ecological view. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3(5), 268–274. URL: <https://www.jstor.org/stable/3868489>.
- Wężyk, D., Romanczuk, K., Rodo, A., Kavalevich, D., & Bajer, A. (2023). Haematological indices and immune response profiles in dogs naturally infected and co-infected with *Dirofilaria repens* and *Babesia canis*. *Scientific Reports*, 13(1), 2028. DOI: 10.1038/s41598-023-29011-2.
- Willesen, J. L., Jensen, A. L., Kristensen, A. T., & Koch, J. (2009). Haematological and biochemical changes in dogs naturally infected with *Angiostrongylus vasorum* before and after treatment. *Veterinary Journal*, 180(1), 106–111. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.10.018.