

### **Владислав Чумак**

кандидат ветеринарних наук, доцент, доцент кафедри фізіології, біохімії тварин і лабораторної діагностики

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна  
ORCID ID 0000-0002-0140-3982

email: chumak.v.o@dsau.dp.ua

### **Марина Гаращук**

кандидатка ветеринарних наук, доцентка, доцент кафедри фізіології, біохімії тварин і лабораторної діагностики

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна  
ORCID ID 0000-0003-1533-6490

email: garashukmi@gmail.com

### **Валентин Єфімов**

кандидат ветеринарних наук, доцент, доцент кафедри фізіології, біохімії тварин і лабораторної діагностики

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна  
ORCID ID 0000-0002-4286-8567

email: yefimov.v.h@dsau.dp.ua

## **ДЕЯКІ ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЗА БАБЕЗІОЗУ СОБАК ПІД ЧАС АНЕМІЇ**

### **Анотація**

*У роботі досліджено особливості взаємозв'язків між маркерами запалення та імунологічної реактивності і морфологічними показниками крові у собак за умов появи анемічного синдрому при наявності бабезій у мазках крові. Актуальність проблеми зумовлена пошуком додаткових джерел доклінічного виявлення метаболічних порушень у тварин, що дозволяють прогнозувати можливі ускладнення і запланувати вчасно провести корекцію лікування. У ветеринарній медицині застосовуються розрахунки співвідношення тромбоцитів і окремих класів лейкоцитів з метою одержати більш повне уявлення щодо стану тварин за різної патології. У дослідженні використано зразки крові собак одержані на автоматичному гематологічному аналізаторі з подальшим використанням формул для розрахунку індексів. Одержано значення співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів, лімфоцитів до моноцитів, нейтрофілів до моноцитів, співвідношення тромбоцитів до лімфоцитів, тромбоцитів до нейтрофілів, а також комплексні індекси - системного імунозапального процесу, хронічного запалення, системної запальної відповіді, агрегований індекс системного запалення. Взаємозв'язок між розрахованими індексами і показниками крові визначали за коефіцієнтом кореляції. За умов анемії виявлена кореляція індексу системного імунозапального процесу із значеннями гемоглобіну +0,592, гематокриту +0,554 і еритроцитів +0,521, а також у індексу співвідношення тромбоцитів до лімфоцитів із вмістом гемоглобіну +0,521. Отримані дані підтверджують доцільність використання лейкоцитарних і тромбоцитарних індексів крові для оцінки поточного стану здоров'я собак і прогнозування можливих ускладнень.*

**Ключові слова:** гемолітична анемія, лейкоцити, тромбоцити

**Вступ.** Гематологічні параметри є чутливими, ефективними та важливими показниками фізіологічних та патологічних змін у людей і тварин. Видові, вікові і навіть породні особливості у тварин виявляються під час лабораторних досліджень як у здорових, так і за певних захворювань заразної та незаразної патології. Залучення розрахованих індексів відбувається особливо часто за патологічних процесів, які супроводжуються значною прямою або опосередкованою реакцією клітин крові на дію пошкоджувальних факторів, зокрема за анемії, порушення гемостазу або системної запальної відповіді.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів найширше використовують співвідношення для діагностики та прогнозування запальних, інфекційних, ендокринних, серцево-судинних та неопластичних захворювань у тварин. Цей маркер використовується для оцінки балансу між запаленням та імунітетом. Його вищий рівень спостерігають у собак з дерматитом, панкреатитом, імуноопосередкованою анемією, захворюваннями кишечника, сепсисі. Крім того, фізіологічний стрес та кортикостероїди можуть збільшити концентрацію нейтрофілів та зменшувати лімфоцитів. Індекс відображає зв'язок між вродженою (нейтрофіли) та адаптивною клітинною імунною відповіддю (лімфоцити) під час хвороби та різних патологічних станів. Щоденне визначення має надійну прогностичну та прогнозовану цінність за гострого захворювання, стресу та запалення. Динамічні зміни у крові випереджають клінічні прояви за кількох годин [27].

У телят із підтвердженням системної запальної відповіді (SIRS) виявлено значні відмінності значень лейкоцитів, нейтрофілів та співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів [6].

За тейлеріозу корів вивчали співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів і кореляцію з іншими показниками. Збільшення індекса мало сильну кореляцію із IL-1 $\beta$  [5]. Тропічний тейлеріоз великої рогатої худоби характеризується різноманітними клінічними ознаками, включаючи лихоманку, лімфаденопатію, анемію та іноді гемоглобінурію, може зумовити синдром системної запальної відповіді (понад 86% інфікованих тварин). Виявили підвищення нейтрофільно-лімфоцитарного співвідношення у 57,89%, тромбоцитарно-лімфоцитарного співвідношення у 42,10% інфікованих, а у 31,57% тварин спостерігається підвищення обох індексів [16].

Загальний аналіз крові широко використовується для оцінки характеру та тяжкості захворювань коней. Інтерпретація зазвичай обмежується тим, чи знаходяться значення в межах референтних інтервалів; однак цей підхід не враховує взаємозв'язки між лейкоцитами, які можуть свідчити про запалення. Прості коефіцієнти лейкоцитів (наприклад, співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів, співвідношення моноцитів до лімфоцитів) характеризують швидку, неспецифічну вроджену імунну відповідь порівняно з повільнішою, адаптивною імунною відповіддю, яка спрямована на конкретні патогени. До поширених індексів належать індекс системного запалення (SI);

порівняння кількості нейтрофілів і тромбоцитів з кількістю лімфоцитів), індекс системної запальної відповіді (SIRI; порівняння кількості нейтрофілів і моноцитів з кількістю лімфоцитів) та сукупний індекс системного запалення (AISI; порівняння кількості нейтрофілів, моноцитів, тромбоцитів і лімфоцитів). Індокси є цінним інструментом для виявлення запалення у коней [13].

Піроплазмоз коней (ПК) – це кліщове захворювання, яке спричиняють *Theileria equi*, *Theileria haneyi* та *Babesia caballi*. Інфекція *B. caballi* викликала зміни, а саме були статистично нижчими співвідношення нейтрофілів до моноцитів ( $p = 0,03$ ), лімфоцитів до моноцитів ( $p = 0,004$ ), тромбоцитів до лейкоцитів ( $p = 0,03$ ), тромбоцитів до нейтрофілів ( $p = 0,03$ ) та тромбоцитів до моноцитів ( $p = 0,03$ ), а моноцитів до лімфоцитів ( $p = 0,004$ ) вищими порівняно з кіньми з негативним результатом. Проте не спостерігалось жодної різниці між кіньми, інфікованими *T. equi*, та кіньми з негативним результатом ПЛР [9].

Співвідношення моноцитів до лімфоцитів дозволяє аналізувати відмінності між клітинами вродженого та адаптивного імунітету за аутоімунних та серцево-судинних захворюваннях, цукрового діабету собак [25].

У дослідженні виявлена статистично значуща різниця між значеннями співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів, тромбоцитів до лімфоцитів та тромбоцитів до нейтрофілів у крові інфікованих та здорових собак, що свідчить про те, що ці параметри є корисними інструментами у діагностиці важкості перебігу парвовірусного ентериту собак [23].

Найпоширенішою ознакою бабезіозу у інфікованих собак є гемолітична анемія та тромбоцитопенія. Найчастіше документовані ускладнення включають синдром системної запальної відповіді (SIRS) та синдром поліорганної недостатності (MODS), що проявляються коагулопатію, нирковою, печінковою, дихальною, серцево-судинною недостатністю, імуноопосередкованою гемолітичною анемією. Імунологічна відповідь відіграє важливу роль у патогенезі бабезіозу собак через механізм руйнування циркулюючих еритроцитів за допомогою антитіл. При бабезіозі у хворих собак гепаторенальний синдром є слідством функціональної недостатності печінки, посиленої функції нирок та їх ураження [7, 18, 19, 26, 28].

Докладна інформація щодо усіх аспектів діагностики, лікування та динаміки показників крові за бабезіозу собак в Україні викладено у роботах Пруса М.П., Горальської І.Ю., Дубової О.А. та їх співавторів [1, 2, 10].

У тварин за коронавірусного ентериту відмічали достовірне збільшення лейкоцитарного індексу інтоксикації, показника реактивності організму, індексу зсуву лейкоцитів крові, достовірне зменшення ядерного, лейкоцитарного, співвідношення еозинофілів до лейкоцитів та сегментоядерних і паличкоядерних нейтрофілів, співвідношення лімфоцитів і еозинофілів, алергізації та імунореактивності, співвідношення лейкоцитів і ШОЕ, лімфоцитарно-гранулоцитарного, лімфоцитів і моноцитів до ШОЕ [3].

За парвовірусної інфекції собак достовірне збільшуються індекси лейкоцитарний інтоксикації, реактивної відповіді нейтрофілів, зсуву лейкоцитів

крові та достовірно знижуються індекси Гаркаві, алергізації, імунореактивності, співвідношення сегментоядерних і паличкоядерних нейтрофілів [4].

У собак за лептоспірозу встановлено достовірне зменшення індексів алергізації, імунореактивності, співвідношення сегментоядерних та паличкоядерних нейтрофілів, співвідношення еозинофілів і лімфоцитів, співвідношення лейкоцитів і моноцитів до ШОЕ, та достовірне збільшення індексу співвідношення лейкоцитів і ШОЕ. Розрахунки індексів надають інформацію щодо імунологічної реактивності організму тварин та допомагають визначити стратегію подальших лікувальних або профілактичних заходів [22].

**Мета.** Визначення змін лейкоцитарних і тромбоцитарних індексів крові собак за анемії, зумовленої збудником бабезіозу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Лабораторні дослідження проводились в Науково-дослідному центрі біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК «Biosafety-Center» Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Використано зразки крові, які надіслані від собак з підозрою на бабезіоз і у мазках виявлено присутність бабезій. Дослідження виконано на гематологічному аналізаторі PCE90VET, додатково виготовлено мазки, які фарбували для виявлення бабезій.

Розраховували лейкоцитарні індекси, а саме співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів (Neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR), лімфоцитів до моноцитів (Lymphocyte-to-monocyte ratio, LMR), нейтрофілів до моноцитів (Neutrophil-to-monocyte ratio, NMR), тромбоцитарні індекси, зокрема співвідношення тромбоцитів до лімфоцитів (Platelet-to-lymphocyte ratio, PLR), тромбоцитів до нейтрофілів (Platelet-to-neutrophil ratio, PNR), а також комплексні індекси - системного імунозапального процесу Systemic immune-inflammation index, SII), хронічного запалення (Chronic inflammation index, CII), системної запальної відповіді (Systemic inflammation response index, SIRI), агрегований індекс системного запалення (Aggregate index of systemic inflammation, AISI).

Формули, використані для розрахунку комплексних індексів

$$SII = (\text{Тромбоцити} \times \text{нейтрофіли}) / \text{лімфоцити}$$

$$CII = (\text{Тромбоцити} \times \text{моноцити}) / \text{лімфоцити}$$

$$SIRI = (\text{Нейтрофіли} \times \text{моноцити}) / \text{лімфоцити}$$

$$AISII = (\text{Нейтрофіли} \times \text{моноцити} \times \text{тромбоцити}) / \text{лімфоцити} [17].$$

Одержані результати були статистично оброблені з визначенням медіани і квантилів, а також обрахунком коефіцієнту кореляції індексів із гематокритом, концентрацією гемоглобіну, еритроцитів і тромбоцитів за допомогою прикладних програм пакету Libre Office Calc.

У таблиці 1 наведено результати показників крові, які характеризують синдром анемії у собак.

Табл. 1

**Динаміка гематологічних показників крові  
(Медіана, 1–3 квантили, n = 10)**

Показники	Собаки, інвазовані бабезіями
-----------	------------------------------

	Медіана	1 – 3 квартили	Референсні значення
Гемоглобін, г/л	107	84 – 122	120 – 180
Гематокрит, %	27	23 – 31	37 – 55
Еритроцити, Т/л	3,8	3,2 – 4,4	5.5 – 8.5
MCV (середній об'єм еритроцита), фл	71,5	69,9 – 73,4	60 – 77
MCH (середня маса гемоглобіна в еритроциті), пг	27,3	25,1 – 28,1	19,5 – 24,5
MCHC (середня концентрація гемоглобіна в еритроциті), г/л	377	356 – 401	320 – 360
Тромбоцити, Г/л	82	68 – 92	117 – 460
Лейкоцити, Г/л	7,3	4,8 – 10,1	6 – 17

*Примітка. Референсні значення показників за результатами НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК «Biosafety-Center» ДДАЕУ.*

У всіх тварин були ознаки, характерні для анемії і тромбоцитопенії, у половини також і лейкопенії. Індекс MCV був у межах референсних значень, а індекси MCH і MCHC перевищували у 70% собак.

За бабезіозу собак розвивається анемія, спочатку вона нормоцитарна, нормохромна та нерегенеративна, а на 2–3-й день перебігу розвивається макроцитарна, гіпохромна анемія з ретикулоцитозом [15].

У таблиці 2 наведено результати обрахунку індексів крові, які виявлено за синдрому анемії у собак.

Табл. 2

**Динаміка гематологічних індексів крові  
 (Медіана, 1–3 квартили, n = 10)**

Показники	Собаки, інвазовані бабезіями		Референсні значення
	Медіана	1 – 3 квартили	
Співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів	2,46	1,88 – 3,90	2,92 – 3,75
Співвідношення нейтрофілів до моноцитів	14,63	8,32 – 22,9	11,88 – 20,63
Співвідношення лімфоцитів до моноцитів	4,23	3,55 – 8,31	3,75 – 5,25

Співвідношення тромбоцитів до лімфоцитів	54,22	21,17 – 71,64	108,27 – 144,42
Співвідношення тромбоцитів до нейтрофілів	15,54	10,40 – 22,72	36,81 – 38,27
Індекс системного імунозапального процесу	229,75	148,50 – 318,70	65,30 – 98,40
Індекс хронічного запалення	11,57	3,34 – 18,02	52,96 – 119,88
Індекс системної запальної відповіді	0,62	0,13 – 2,18	1,44 – 3,31
Індекс агрегований індекс системного запалення	55,45	9,02 – 137,8	532 – 1480

*Примітка. Референсні значення індексів за власними результатами авторів.*

За умов анемії виявлена кореляція індексу системного імунозапального процесу із значеннями гемоглобіну +0,592, гематокриту +0,554 і еритроцитів +0,521, а також у індексу співвідношення тромбоцитів до лімфоцитів із вмістом гемоглобіну +0,521.

За лептоспірозу собак встановлено достовірне зменшення індексу співвідношення нейтрофілів і моноцитів майже у п'ять разів, за парвовірусної інфекції і коронавірусного ентериту. Співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів або індекс Кребса за парвовірусної інфекції і коронавірусного ентериту достовірно збільшується, а за лептоспірозу зменшується. У собак співвідношення лімфоцитів до моноцитів за коронавірусного ентериту, парвовірусної інфекції і лептоспірозу достовірно зменшується [3, 4, 22].

Співвідношення тромбоцитів до лімфоцитів вважається новим маркером запалення, який пов'язують із несприятливими наслідками при серцево-судинних та неопластичних захворюваннях. При ентеропатії собак індекс корелював із загальним білком ( $P = 0,0152$ ,  $r = -0,39$ ), альбуміном ( $P = 0,0297$ ,  $r = -0,35$ ) та індексом клінічної активності хронічної ентеропатії у собак (CCECAI,  $P = 0,0368$ ,  $r = +0,33$ ) [21].

За хронічної ентеропатії у собак співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів, індекс системного імунозапалення та співвідношення тромбоцитів до лімфоцитів були значно підвищені порівняно з референтними значеннями, але протягом лікування значно знижувались. На 9 добу перші два індекси не відрізнялися від референтних значень, але третій залишався вищим [8].

У собак із синдромом системної запальної відповіді (SIRS) та за появи синдрому поліорганної дисфункції (MODS) оцінювали співвідношення

нейтрофілів до лімфоцитів, індекс системного імунзапалення, співвідношення тромбоцитів до лімфоцитів. У собак із SIRS/MODS спостерігали підвищення перших двох індексів, але третій значно знижувався [24].

Запропоновано референтні інтервали для собак співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів (NLR) 1,3 – 7,1, моноцитів до лімфоцитів (MLR) 0,1 – 0,3, тромбоцитів до лімфоцитів (PLR) 40,4 – 271,1 та системного індексу запалення (SII) 224,6 – 2191,7, які використовуються при гострих запальних захворюваннях, неопластичних станах, патологіях печінки та шлунково-кишкового тракту, а також діють як біомаркери для раннього виявлення пухлин та кардіореспіраторних захворювань [20].

Встановлено референтні значення у котів співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів (NLR) 0,8 – 7,1, моноцитів до лімфоцитів (MLR) 0,1 – 0,6, тромбоцитів до лімфоцитів (PLR) 22,7 – 374,6, системний імунзапальний індекс (SII) 130 – 2454, агрегований індекс системного запалення (AISI) 39,5 – 1542,8 та індекс системної запальної відповіді (SIRI) 0,2 – 6,1 [12].

За парвовірозу собак у якості прогностичних показників досліджувалася співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів (NLR), яке у переживших було у межах 3,07 (0,59 – 6,97), а не переживших 1,93 (0,34 – 5,61,  $P=0.328$ ), тоді як моноцитів до лімфоцитів (MLR) 0,56 (0,25 – 1,09) і 0,32 (0,11 – 1,22),  $P=0.077$ , тромбоцитів до лімфоцитів (PLR) 217,65 (117,67 – 389,65) і 336,56 (159,84 – 635,77),  $P = 0,003$  відповідно. Таким чином, PLR при госпіталізації може бути корисним маркером тяжкості захворювання та мати прогностичне значення у собак за парвовірозу [14].

За моноцитарного ерліхіозу собак часто виникає синдром системної запальної відповіді (SIRS). Індекси SII ( $1332 \pm 372$ ), SIRI ( $6,4 \pm 1,6$ ) і співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів ( $9,9 \pm 2,6$ ) були значно вищими у собак з SIRS порівняно з собаками без SIRS та здоровими тваринами ( $946 \pm 253$ ,  $3,1 \pm 1$  і  $4,8 \pm 1$  та  $722 \pm 122$ ,  $1,0 \pm 0,2$  і  $2,4 \pm 0,4$  відповідно) [11].

### **Висновки та перспективи подальших досліджень.**

1. На відміну від індивідуальних параметрів крові, гематологічні коефіцієнти менш чутливі до таких факторів, як вік, стать, зневоднення та обробка зразків крові, що дозволяє точніше оцінити запалення та імунітет. Оскільки абсолютна кількість клітин крові виражається як гематологічні коефіцієнти, численні фактори, що впливають на результат, такі як зневоднення, не враховуються в рівнянні, тому відносні коефіцієнти можуть бути кориснішими за абсолютні показники.

2. У ветеринарній медицині гематологічні індекси можуть використовуватися для прогнозування результатів захворювань, зокрема серцево-судинних, імуно опосередкованих, інфекційних та паразитарних, пухлин, запалення, септичного шоку, розладів печінки тощо.

3. Визначення індивідуальної динаміки індексів доцільно використовувати для оцінки ефективності лікування тварин.

Перспективним напрямком подальших досліджень є дослідження змін окремих індексів крові за різної патології тварин.

### Список використаної літератури

1. Бабезіоз собак (гепаторенальний синдром – діагностика і лікування) : монографія / Горальська І. Ю., Горальський Л. П., Сокульський І. М. Колеснік Н. Л.. Житомир : Поліський національний університет, 2024. 212 с.
2. Прус М. П., Семенко О.В., Галат М. В. Бабезіоз собак. Київ : «КОМПРИНТ», 2017. 259 с.
3. Радзиховський М. Л., Горальський Л. П., Борисевич Б. В., Дишкант О. В. Інтегральні індекси інтоксикації у собак за коронавірусного ентериту. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2018. №2. С. 13-19. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2018-144-2-13-19>
4. Радзиховський М. Л., Горальський Л. П., Дишкант О. В. Динаміка лейкоцитарних індексів за парвовірусного ентериту в собак. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2019. № 7(1). С. 3-7. <https://doi.org/10.32819/2019.71001>
5. Aktas, M. S., Eren, E., Kucukler, S., Eroglu, M. S., Ilgun, M., Yanar, K. E., & Aydin, O. (2023). Investigation of haematological, inflammatory and immunological response in naturally infected cattle with *Theileria annulata*. *Parasite immunology*, 45(9), e13002. <https://doi.org/10.1111/pim.13002>
6. Aydin, Ö., & Apaydin Yildirim, B. (2024). Determination of systemic inflammation response index (SIRI), systemic inflammatory index (SII), HMGB1, Mx1 and TNF levels in neonatal calf diarrhea with systemic inflammatory response syndrome. *Veterinary immunology and immunopathology*, 275, 110815. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2024.110815>
7. Chan, K., Bęczkowski, P. M., & Almendros, A. (2025). Clinical and Clinicopathological Features of 108 Dogs Infected with *Babesia gibsoni* in Hong Kong. *Animals : an open access journal from MDPI*, 15(5), 645. <https://doi.org/10.3390/ani15050645>
8. Cristóbal, J. I., Duque, F. J., Usón-Casaús, J., Barrera, R., López, E., & Pérez-Merino, E. M. (2022). Complete Blood Count-Derived Inflammatory Markers Changes in Dogs with Chronic Inflammatory Enteropathy Treated with Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells. *Animals : an open access journal from MDPI*, 12(20), 2798. <https://doi.org/10.3390/ani12202798>
9. Duaso, J., Perez-Ecija, A., Martínez, E., Navarro, A., De Las Heras, A., & Mendoza, F. J. (2025). Assessment of Common Hematologic Parameters and Novel Hematologic Ratios for Predicting Piroplasmosis Infection in Horses. *Animals : an open access journal from MDPI*, 15(10), 1485. <https://doi.org/10.3390/ani15101485>
10. Dubova, O., Kovalova, L., Dubovyi, A., Kovalov, P. & Chala, I. (2022). Shock status and anti-shock infusion therapy in canine acute spontaneous babesiosis, *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 52 (1), 135-143. <https://doi.org/10.56808/2985-1130.3198>
11. Erdogan, H., Ozalp, T., Erdogan, S., & Ural, K. (2025). Assessment of novel haematological inflammatory markers (NLR, SII, and SIRI) as predictors of SIRS in dogs with canine monocytic ehrlichiosis. *Veterinarska Stanica*, 56(2), 235–243. <https://doi.org/10.46419/vs.56.2.5>
12. Erturk, A., Ozturk, A. S., & Ozdemir, R. (2026). Evaluation of Hemogram-Derived Inflammatory Markers in Healthy Cats. *Veterinary Sciences*, 13(3), 238. <https://doi.org/10.3390/vetsci13030238>
13. Friend, M. M., McGaffigan, E. M., Hall, S. M., Staniar, W. B., & Smarsh, D. N. (2025). Changes in equine complete blood count parameters and inflammatory indices with inflammation. *Journal of equine veterinary science*, 155, 105705. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2025.105705>
14. González-Domínguez, A., Cristobal-Verdejo, J. I., López-Espinar, C., Fontela-González, S., Vázquez, S., Justo-Domínguez, J., González-Caramazana, J., Bragado-Cuesta, M., Álvarez-Punzano, A., & Herrería-Bustillo, V. J. (2024). Retrospective evaluation of hematological

ratios in canine parvovirus: 401 cases. *Journal of veterinary internal medicine*, 38(1), 161–166. <https://doi.org/10.1111/jvim.16972>

15. Holovakha, V. I., Piddubnyak, O. V., Bakhur, T. I., Vovkotrub, N. V., Antipov, A. A., Anfiorova, M. V., Gutyj, B. V., Slivinska, L. G., Kurdeko, O. P., & Macynovich, A. O. (2018). Changes in erythrocytopenia indices in dogs with babesiosis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(3), 379–383. <https://doi.org/10.15421/021856>

16. Kumar Gupta, K., Punia, S., Dutta, N., & Sudan, V. (2025). Clinico-Laboratory Biomarkers of Systemic Inflammatory Response Syndrome Associated with *Theileria annulata* Infection in Cattle and its Prognostic Significance. *Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 21(2), 115–117. <https://doi.org/10.48165/ijvsbt.21.2.24>

17. Leisewitz, A. L., Mrljak, V., Dear, J. D., & Birkenheuer, A. (2023). The Diverse Pathogenicity of Various Babesia Parasite Species That Infect Dogs. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 12(12), 1437. <https://doi.org/10.3390/pathogens12121437>

18. Lotfalizadeh, Narges, & Nazifi, Saeed (2026). Clinical applications of blood cell ratios in veterinary hematology: From diagnosis to prognosis. *Veterinary and Animal Science*, 32, 100622. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2026.100622>

19. Máthé, A., Dobos-Kovács, M., & Vörös, K. (2007). Histological and ultrastructural studies of renal lesions in Babesia canis infected dogs treated with imidocarb. *Acta veterinaria Hungarica*, 55(4), 511–523. <https://doi.org/10.1556/AVet.55.2007.4.10>

20. Navarro, P. F., Monroig, M., & Gil-Vicente, L. (2025). Reference Intervals for Hematological Inflammatory Ratios in Healthy Dogs. *Animals*, 15, 3376. <https://doi.org/10.3390/ani15233376>

21. Pierini, A., Esposito, G., Gori, E., Benvenuti, E., Ruggiero, P., Lubas, G., & Marchetti, V. (2021). Platelet abnormalities and platelet-to-lymphocyte ratios in canine immunosuppressant-responsive and non-responsive enteropathy: A retrospective study in 41 dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, 83 (2). 248–253. <https://doi.org/10.1292/jvms.20-0291>

22. Radzikhovskiy, M., Nedosekov, V., Dyshkant, O., Sokulsky, I., Antoniuk, A., & Rusinko, M. (2021). Integrated indices as a criterion for evaluation of the level of endogenous intoxication for leptospirosis in dogs. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 23(104), 77–83. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10413>

23. Sevim, K., Çolakoğlu, E., & Kaya, U. (2025). Evaluation of hematologic indices in parvovirus infected dogs with systemic inflammatory response syndrome (SIRS). *Topics in Companion Animal Medicine*, 66, Article 100977. <https://doi.org/10.1016/j.tcam.2025.100977>

24. Sindhu, O. K. Vinu David, P., Madhavan Unny, N., Ambily, V. R., Dinesh, P T. C., Deepa, K., & Muhasin Asaf, V. N. (2025). Tracking Systemic Inflammatory Progression in Dogs: Blood Indices As Predictive Tools. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 28 (7), 128–35. <https://doi.org/10.9734/jabb/2025/v28i72532>.

25. Vaitaitis, G., Webb, T., Webb, C., Sharkey, C., Sharkey, S., Waid, D., & Wagner, D.H., (2024). Canine diabetes mellitus demonstrates multiple markers of chronic inflammation including Th40 cell increases and elevated systemic-immune inflammation index, consistent with autoimmune dysregulation. *Frontiers in Immunology*, 14:1319947. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1319947>

26. Welzl, C., Leisewitz, A. L., Jacobson, L. S., Vaughan-Scott, T., & Myburgh, E. (2001). Systemic inflammatory response syndrome and multiple-organ damage/dysfunction in complicated canine babesiosis. *Journal of the South African Veterinary Association*, 72(3), 158–162. <https://doi.org/10.4102/jsava.v72i3.640>

27. Zahorec, R. (2021). Neutrophil-to-lymphocyte ratio, past, present and future perspectives. *Bratislava Medical Journal*, 122(7), 474–488. [http://doi.org/10.4149/BLL\\_2021\\_078](http://doi.org/10.4149/BLL_2021_078)

28. Zygner, W., Rodo, A., Gójska-Zygner, O., Górski, P., Bartosik, J., & Kotomski, G. (2021). Disorders in Blood Circulation As a Probable Cause of Death in Dogs Infected with *Babesia Canis*. Journal of veterinary research, 65(3), 277–285. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2021-0036>

### **Vladyslav Chumak**

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physiology, Animal Biochemistry and Laboratory Diagnostics, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-0140-3982

email: [chumak.v.o@dsau.dp.ua](mailto:chumak.v.o@dsau.dp.ua)

### **Maryna Harashchuk**

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physiology, Animal Biochemistry and Laboratory Diagnostics, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID ID 0000-0003-1533-6490

email: [garashukmi@gmail.com](mailto:garashukmi@gmail.com)

### **Valentyn Yefimov**

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physiology, Animal Biochemistry and Laboratory Diagnostics, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-4286-8567

email: [yefimov.v.h@dsau.dp.ua](mailto:yefimov.v.h@dsau.dp.ua)

## **SOME HEMATOLOGICAL INDICES IN CANINE BABESIOSIS WITH ANEMIA**

### **Abstract**

*This study examines the relationships between markers of inflammation and immunological reactivity and morphological blood parameters in dogs with anemic syndrome and the presence of Babesia in blood smears. The relevance of this problem stems from the search for additional sources of preclinical detection of metabolic disorders in animals, allowing for the prediction of potential complications and timely treatment adjustments. In veterinary medicine, calculations of platelet ratios and individual leukocyte classes are used to obtain a more complete understanding of the condition of animals with various pathologies. The study utilized canine blood samples obtained on an automated hematology analyzer, followed by the use of formulas for calculating indices. The obtained values included the neutrophil-to-lymphocyte ratio, lymphocyte-to-monocyte ratio, neutrophil-to-monocyte ratio, platelet-to-lymphocyte ratio, and platelet-to-neutrophil ratio, as well as complex indices—systemic immunoinflammatory process, chronic inflammation, systemic inflammatory response, and aggregation. The relationship between the calculated indices and blood parameters was determined using the correlation coefficient. In anemia, a correlation was found between the systemic immune inflammatory process index and hemoglobin values of +0.592, hematocrit of +0.554, and red blood cell count of +0.521. The platelet-to-lymphocyte ratio also correlated with hemoglobin levels of +0.521. The obtained data confirm the usefulness of using leukocyte and platelet indices for assessing current health and predicting potential complications.*

**Keywords:** hemolytic anemia, leukocytes, platelets

### **References**

1. Aktas, M. S., Eren, E., Kucukler, S., Eroglu, M. S., Ilgun, M., Yanar, K. E., & Aydin, O. (2023). Investigation of haematological, inflammatory and immunological response in naturally infected cattle with *Theileria annulata*. *Parasite immunology*, 45(9), e13002. <https://doi.org/10.1111/pim.13002>
2. Aydın, Ö., & Apaydın Yıldırım, B. (2024). Determination of systemic inflammation response index (SIRI), systemic inflammatory index (SII), HMGB1, Mx1 and TNF levels in neonatal calf diarrhea with systemic inflammatory response syndrome. *Veterinary immunology and immunopathology*, 275, 110815. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2024.110815>
3. Chan, K., Bęczkowski, P. M., & Almendros, A. (2025). Clinical and Clinicopathological Features of 108 Dogs Infected with *Babesia gibsoni* in Hong Kong. *Animals : an open access journal from MDPI*, 15(5), 645. <https://doi.org/10.3390/ani15050645>
4. Cristóbal, J. I., Duque, F. J., Usón-Casaús, J., Barrera, R., López, E., & Pérez-Merino, E. M. (2022). Complete Blood Count-Derived Inflammatory Markers Changes in Dogs with Chronic Inflammatory Enteropathy Treated with Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells. *Animals : an open access journal from MDPI*, 12(20), 2798. <https://doi.org/10.3390/ani12202798>
5. Duaso, J., Perez-Ecija, A., Martínez, E., Navarro, A., De Las Heras, A., & Mendoza, F. J. (2025). Assessment of Common Hematologic Parameters and Novel Hematologic Ratios for Predicting Piroplasmiasis Infection in Horses. *Animals : an open access journal from MDPI*, 15(10), 1485. <https://doi.org/10.3390/ani15101485>
6. Dubova, O., Kovalova, L., Dubovyi, A., Kovalov, P. & Chala, I. (2022). Shock status and anti-shock infusion therapy in canine acute spontaneous babesiosis, *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 52 (1), 135-143. <https://doi.org/10.56808/2985-1130.3198>
7. Erdogan, H., Ozalp, T., Erdogan, S., & Ural, K. (2025). Assessment of novel haematological inflammatory markers (NLR, SII, and SIRI) as predictors of SIRS in dogs with canine monocytic ehrlichiosis. *Veterinarska Stanica*, 56(2), 235–243. <https://doi.org/10.46419/vs.56.2.5>
8. Erturk, A., Ozturk, A. S., & Ozdemir, R. (2026). Evaluation of Hemogram-Derived Inflammatory Markers in Healthy Cats. *Veterinary Sciences*, 13(3), 238. <https://doi.org/10.3390/vetsci13030238>
9. Friend, M. M., McGaffigan, E. M., Hall, S. M., Staniar, W. B., & Smarsh, D. N. (2025). Changes in equine complete blood count parameters and inflammatory indices with inflammation. *Journal of equine veterinary science*, 155, 105705. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2025.105705>
10. González-Domínguez, A., Cristobal-Verdejo, J. I., López-Espinar, C., Fontela-González, S., Vázquez, S., Justo-Domínguez, J., González-Caramazana, J., Bragado-Cuesta, M., Álvarez-Punzano, A., & Herrería-Bustillo, V. J. (2024). Retrospective evaluation of hematological ratios in canine parvovirus: 401 cases. *Journal of veterinary internal medicine*, 38(1), 161–166. <https://doi.org/10.1111/jvim.16972>
11. Goralska, I. Yu., Goralskyi, L. P., Sokulskyi, I. M., & Kolesnik, N. L. (2024). Babezioz sobak (hepatorenalniy syndrom – diahnozyka i likuvannia) [Babesiosis in dogs (hepatorenal syndrome – diagnostics and treatment)]. Zhytomyr: Polesie National University. (in Ukrainian).
12. Holovakha, V. I., Piddubnyak, O. V., Bakhur, T. I., Vovkotrub, N. V., Antipov, A. A., Anfiorova, M. V., Gutyj, B. V., Slivinska, L. G., Kurdeko, O. P., & Macynovich, A. O. (2018). Changes in erythropoiesis indices in dogs with babesiosis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(3), 379-383. <https://doi.org/10.15421/021856>
13. Kumar Gupta, K., Punia, S., Dutta, N., & Sudan, V. (2025). Clinico-Laboratory Biomarkers of Systemic Inflammatory Response Syndrome Associated with *Theileria annulata* Infection in Cattle and its Prognostic Significance . *Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 21(2), 115-117. <https://doi.org/10.48165/ijvsbt.21.2.24>
14. Leisewitz, A. L., Mrljak, V., Dear, J. D., & Birkenheuer, A. (2023). The Diverse Pathogenicity of Various *Babesia* Parasite Species That Infect Dogs. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 12(12), 1437. <https://doi.org/10.3390/pathogens12121437>



15. Lotfalizadeh, Narges, & Nazifi, Saeed (2026). Clinical applications of blood cell ratios in veterinary hematology: From diagnosis to prognosis. *Veterinary and Animal Science*, 32, 100622. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2026.100622>
16. Máthé, A., Dobos-Kovács, M., & Vörös, K. (2007). Histological and ultrastructural studies of renal lesions in *Babesia canis* infected dogs treated with imidocarb. *Acta veterinaria Hungarica*, 55(4), 511–523. <https://doi.org/10.1556/AVet.55.2007.4.10>
17. Navarro, P. F., Monroig, M., & Gil-Vicente, L. (2025). Reference Intervals for Hematological Inflammatory Ratios in Healthy Dogs. *Animals*, 15, 3376. <https://doi.org/10.3390/ani15233376>
18. Pierini, A., Esposito, G., Gori, E., Benvenuti, E., Ruggiero, P., Lubas, G., & Marchetti, V. (2021). Platelet abnormalities and platelet-to-lymphocyte ratios in canine immunosuppressant-responsive and non-responsive enteropathy: A retrospective study in 41 dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, 83 (2). 248-253. <https://doi.org/10.1292/jvms.20-0291>
19. Prus, M. P., Semenکو, O. V., & Galat, M. V. (2017). Babezioz sobak [Babesiosis in dogs]. Kyiv: “CPU “KOMPRINT”. (in Ukrainian).
20. Radzyhovskiy, M. L., Horalskiy, L. P., Borysevich, B. V., & Dyskhant, O. V. (2018). Integral indices of intoxication in dogs with coronavirus enteritis. *Scientific Bulletin of Veterinary Medicine*, 2, 13-19. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2018-144-2-13-19> (in Ukrainian).
21. Radsikhovskii, M. L. Goralskii, L. P., & Dyshkant, O. V. (2019). Dynamics of leukocytic indices for parvoviral enteritis at dogs. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(1), 3–7. <https://doi.org/10.32819/2019.71001> (in Ukrainian).
22. Radzikhovskiy, M., Nedosekov, V., Dyskhant, O., Sokulsky, I., Antoniuk, A., & Rusinko, M. (2021). Integrated indices as a criterion for evaluation of the level of endogenous intoxication for leptospirosis in dogs. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 23(104), 77–83. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10413> (in Ukrainian).
23. Sevim, K., Çolakoğlu, E., & Kaya, U. (2025). Evaluation of hematologic indices in parvovirus infected dogs with systemic inflammatory response syndrome (SIRS). *Topics in Companion Animal Medicine*, 66, Article 100977. <https://doi.org/10.1016/j.tcam.2025.100977>
24. Sindhu, O. K. Vinu David, P., Madhavan Unny, N., Ambily, V. R., Dinesh, P T. C., Deepa, K., & Muhasin Asaf, V. N. (2025). Tracking Systemic Inflammatory Progression in Dogs: Blood Indices As Predictive Tools. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 28 (7), 128-35. <https://doi.org/10.9734/jabb/2025/v28i72532>.
25. Vaitaitis, G., Webb, T., Webb, C., Sharkey, C., Sharkey, S., Waid, D., & Wagner, D.H., (2024). Canine diabetes mellitus demonstrates multiple markers of chronic inflammation including Th40 cell increases and elevated systemic-immune inflammation index, consistent with autoimmune dysregulation. *Frontiers in Immunology*, 14:1319947. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1319947>
26. Welzl, C., Leisewitz, A. L., Jacobson, L. S., Vaughan-Scott, T., & Myburgh, E. (2001). Systemic inflammatory response syndrome and multiple-organ damage/dysfunction in complicated canine babesiosis. *Journal of the South African Veterinary Association*, 72(3), 158–162. <https://doi.org/10.4102/jsava.v72i3.640>
27. Zahorec, R. (2021). Neutrophil-to-lymphocyte ratio, past, present and future perspectives. *Bratislava Medical Journal*, 122(7), 474–488. [http://doi.org/10.4149/BLL\\_2021\\_078](http://doi.org/10.4149/BLL_2021_078)
28. Zygnier, W., Rodo, A., Gójska-Zygnier, O., Górski, P., Bartosik, J., & Kotomski, G. (2021). Disorders in Blood Circulation As a Probable Cause of Death in Dogs Infected with *Babesia Canis*. *Journal of veterinary research*, 65(3), 277–285. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2021-0036>

Стаття надійшла до редакції 02.04.2026

Стаття пройшла рецензування 04.05.2026

Стаття опублікована 29.05.2026