

## Diagnosis of cardiomyopathy in domestic dogs

S. Zarytskyi ✉

### Article info

Correspondence Author

S. Zarytskyi

E-mail:

[serhii.zarytskyi@pdaa.edu.ua](mailto:serhii.zarytskyi@pdaa.edu.ua)Poltava State Agrarian  
University,  
Skovorody Str., 1/3,  
Poltava, 36003,  
Ukraine**Citation:** Zarytskyi, S. (2023). Diagnosis of cardiomyopathy in domestic dogs. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 104–109. doi: 10.31210/spi2023.26.04.18

The article describes the methods of diagnosis and the results of the study of domestic dogs with cardiomyopathy. In addition to the generally accepted diagnostic methods, special attention was paid to special research methods, namely chest radiography and calculation of the cardiovertebral index, which is an indicator of heart size and echocardiography. These methods are non-invasive and allow for early diagnosis. Chest X-ray allows to visualize and evaluate the shape, size and contour of the heart, the presence of pulmonary edema, which are often signs of cardiovascular disease. Echocardiography allows us to examine the structure of the heart, ventricular walls, valves, and aorta, measure the size of the chambers and assess the ejection fraction and contractions, and identify arrhythmias. These are the two methods we chose to diagnose cardiomyopathy, but we should not forget about other additional diagnostic methods, such as electrocardiography and blood chemistry. The objects of our study were domestic dogs of the boxer, Doberman, Labrador retriever and German shepherd breeds. According to the literature, cardiomyopathy is most often recorded in these breeds due to breed predisposition. The breeds were divided into two groups: clinically healthy and experimental. The results of the cardiovertebral index calculation showed that in experimental animals of the Doberman and German Shepherd breeds, the index exceeded the index of clinically healthy animals by 22.8 % and 21.4 %, respectively. In boxers and Labrador retrievers, this figure was 20.1 and 18.1 % compared to clinically healthy animals. An increase in these indicators indicated myocardial dilation. The next step was to determine changes in the structure of the heart using echocardiography in M-mode. According to the results of echocardiography and indicators, it was found that domestic dogs of the Labrador Retriever and German Shepherd breeds of the experimental group had the most reliable values ( $p < 0.001$ ) in all indicators compared to the clinically healthy group.

**Keywords:** cardiovascular disease, research, cardiology, X-ray, cardiovertebral index, echocardiography.

## Діагностика кардіоміопатії у свійських собак

С. М. Зарицький

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

У статті наведені методи діагностики та результати дослідження свійських собак, хворих на кардіоміопатію. Окрім загально прийнятих методів діагностики особливу увагу було приділено спеціальним методам дослідження, а саме: рентгенографії грудної клітки та розрахуванню кардіовертебрального індексу, що є показником розміру серця і проведення ехокардіографії. Ці методи є неінвазивними та дають змогу поставити діагноз на ранніх стадіях. Рентгенографія грудної клітки дає змогу візуалізувати та оцінити форму, розмір та контур серця, наявність набряку легень, які часто є ознаками серцево-судинних захворювань. Ехокардіографія дає змогу дослідити структуру серця, стінки шлуночків, клапанів, аорти, виміряти розмір камер та оцінити фракцію викиду та скорочення і визначити аритмію. Саме ці два методи були обрані для діагностики кардіоміопатії, але не варто забувати про інші додаткові методи діагностики, такі як електрокардіографія та біохімічні показники крові. Об'єктами нашого дослідження були свійські собаки порід боксер, доberman, лабрадор ретривер та німецька вівчарка. Згідно з даними літератури саме у цих порід найчастіше, внаслідок породної схильності, реєструють кардіоміопатію. Породи були розподілені на дві групи: клінічно здорові та дослідні. За результатами обчислення кардіовертебрального індексу було встановлено, що у дослідних тварин порід доberman та німецької вівчарки індекс перевищував показники клінічно здорових тварин на 22,8 та 21,4 % відповідно. У боксерів та лабрадор ретриверів цей показник становив 20,1 та 18,1 % порівняно із клінічно здоровими тваринами. Збільшення таких показників свідчило про розширення міокарду. Наступним кроком було визначити зміни структури серця за допомогою ехокардіографії у М-режимі. За результатами проведення ехокардіографії та показників було встановлено, що у свійських собак породи лабрадор ретривер та німецька вівчарка дослідної групи були найбільш достовірні значення ( $p < 0,001$ ) в усіх показниках порівняно із клінічно здоровою групою.

**Ключові слова:** хвороба серцево-судинної системи, дослідження, кардіологія, рентген, кардіо-вертебральний індекс, ехокардіографія.**Бібліографічний опис для цитування:** Зарицький С. М. Діагностика кардіоміопатії у свійських собак. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 104–109.

## Вступ

Серцево-судинні захворювання є такими, що досить часто трапляються серед хвороб, пов'язаних із внутрішньою патологією дрібних тварин, та четвертою за поширеністю причиною раптової смерті свійських собак [1]. Серед найбільш розповсюджених серцевих захворювань виділяють кардіоміопатію [2, 1].

Кардіоміопатія – це група захворювань серця, яка характеризується ураженням міокарду. Ця патологія провокує порушення функції серця та спричиняє серцеву недостатність [3, 2]. Згідно з даними літературних джерел, кардіоміопатія може виникати в різних формах і класифікують її залежно від характеристик і типу ураження міокарду [4, 3].

Згідно з класифікацією за типом ураження міокарду розрізняють такі види кардіоміопатії: дилатаційну або розширену кардіоміопатію – стан, при якому реєструють дилатацію міокарду і порожнини серця, внаслідок чого порушується систола і знижується функція серця [5,6]. Гіпертрофічна кардіоміопатія характеризується збільшенням товщини міокарду лівого шлунку серця (іноді правого), що призводить до зменшення об'єму крові, яка під час систоли викачується в організм, що в подальшому призводить до застійної серцевої недостатності [7, 6]. Рестрективна кардіоміопатія – рідкісний тип ураження міокарду, який характеризується зменшенням гнучкості м'язових стінок лівого та/або правого шлуночка серця, що призводить до порушення правильного розширення та наповнення кров'ю камер серця. В подальшому це провокує зменшення фракції викиду (кількості крові, яка викидається з камер серця під час кожної систоли), а також підвищує тиск у венозних судинах [8, 6].

Кожен із вищезазначених типів кардіоміопатії є потенційно небезпечною хворобою, яка може призвести до зниження якості життя тварини-компаньйона і навіть до його раптової смерті [9, 10]. Нині є різні методи діагностики кардіоміопатій, серед них – рентгенографія грудної клітини, визначення кардіовертебрального індексу та проведення ехокардіографії серця [11].

Незважаючи на появу ехокардіографії, рентген грудної клітки залишається важливою частиною діагностики та лікування захворювань серця у собак [12–14]. Зміни форми та розміру контуру серця, аномальний розмір і форма легеневи судин, а також наявність набряку легень на рентгенограмах грудної клітки часто є рентгенологічно діагностичними ознаками серцевих захворювань у свійських собак [15–17].

Одним із методів визначення кардіоміопатії на рентгеновському знімку грудної клітки є визначення кардіовертебрального індексу або хребцевої шкали серця (VHS). Вперше цей метод описали Buchanan, & Bucheler, 1995 [18]. У своєму дослідженні автори використовували рентгеновські знімки грудної клітини бічної проекції у 100 собак і виявили, що існує кореляція між розмірами серця та довжиною тіла незалежно від конфігурації грудної клітки [19–27].

Іншим методом неінвазивної діагностики кардіоміопатії є ехокардіографія [28]. Окрім ранньої діагностики цей метод дозволяє візуалізувати

структуру серця, побачити стінки лівого та правого шлуночків, клапани серця, аорту, легеневу артерію та інші складники. Це допомагає виявити будь-які аномалії чи ознаки змін у структурі; вимірюванні розмірів камер, що важливо для оцінки розширення чи стиснення шлуночків, яке може бути пов'язане з кардіоміопатією [29–31]; оцінка функції насоса: ехокардіографія дозволяє виміряти фракцію викиду (кількість крові, яка виходить з камери серця під час систоли), зниження цього показника може свідчити про серцеву недостатність, що є спільним симптомом кардіоміопатії [32–34]; визначення аритмій та їх вплив на функцію серця; оцінка кровопостачання серця: метод може додатково оцінити, як добре отримує серце кров і як це впливає на його функцію [35–37].

З огляду на все вищезазначене, можна зробити висновок, що кардіоміопатія, незважаючи на види ураження міокарду, може призвести до погіршення якості життя тварини і навіть до летальних випадків. Вчасна та комплексна діагностика серцевої патології особливо на ранніх стадіях відіграє важливу роль у визначенні схеми лікування задля покращення загального стану тварини.

## Мета дослідження

Метою дослідження було визначити кардіовертебральний індекс та ехокардіографію серця як діагностичних критеріїв кардіоміопатії у собак.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі завдання: визначити кардіовертебральні та ехокардіографічні зміни за кардіоміопатії.

## Матеріали і методи

Дослідження проводили в умовах клінік ветеринарної медицини м. Полтави впродовж 2021–2023 років. За цей період було обстежено 44 свійські собаки різного віку, статі та породи, яких розділили на дві групи: дослідна (n=22), з ознаками кардіоміопатії та контрольна – клінічно здорові тварини (n=22).

Обстеження тварин проводили за такою схемою – збір анамнезу, загальне клінічне дослідження та спеціальне, що включало рентгенографію грудної клітки та ехокардіографію у М-режимі.

Рентгенографію грудної клітки собак проводили на рентгенологічному апараті Philips MCD-105 (Німеччина) у правому положенні, лежачи, в момент повного видиху. Після отримання рентгеновського знімку визначали кардіовертебральний індекс за методикою Buchanan & Bucheler [18]: за допомогою електронного штангенциркуля Electronic digital calliper (Китай, похибка у вимірюванні становить  $\pm 0,01$  мм) відміряли довгу вісь (LA), починаючи від вентральної межі головного стовбурового бронху до найвіддаленішого вентрального контуру верхівки серця; коротку вісь (SA) вимірювали в найширшій частині серця від краніальної до каудальної межі, перпендикулярно до найдовшої осі. Отримані довгу та коротку осі розмістили на грудні хребці, де початком виміру є краніальний край четвертого грудного хребця (T4), відстані оцінювались з точністю до 0,1 мм довжини тіла хребця.

Кількість хребців, які перетинали вісі, додавались між собою і таким чином вираховували кардіо-вертебральний індекс (v).

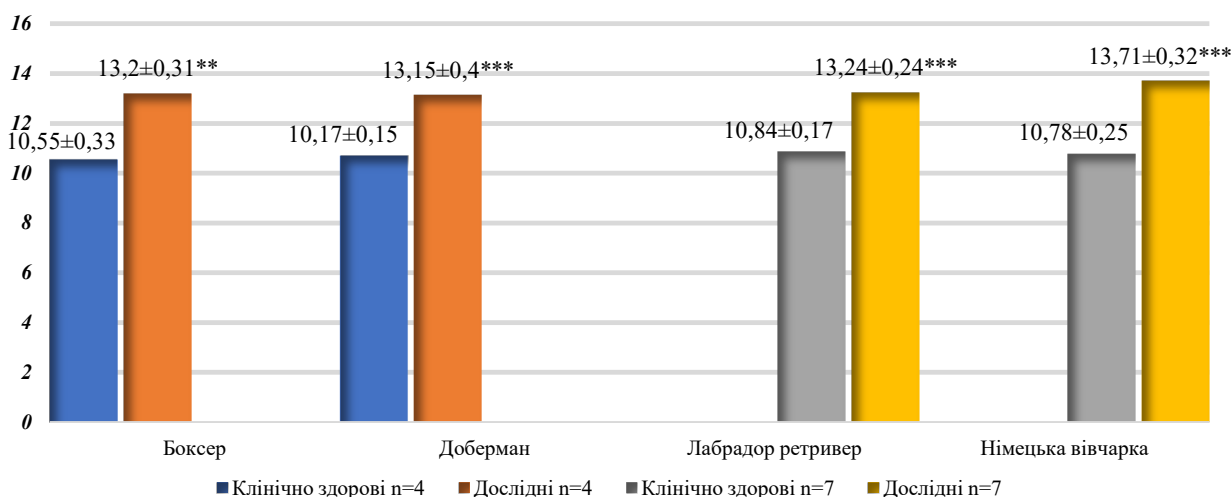
Ехокардіографію у М-режимі проводили на ультразвукографічному апараті Healisom HUC-570 (Китай), де візуалізували міжшлуночкову перегородку в систолу та діастолу, кінцевий систолічний та діастолічний об'єми, задню стінку лівого шлуночка, об'єм лівого передсердя, аорту, співвідношення лівого передсердя до аорти, фракції викиду та скорочення.

Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою персонального комп'ютера, стандартного пакету «Statistica» (Microsoft Excel 2019).

Обчислювали середнє арифметичне – М; середню похибку середнього значення – m. Визначали контрольний (початковий стан) і експериментальний показники, які базувалися на t-критерії Ст'юдента, а р<0,05 вважалося значущим значенням.

### Результати та їх обговорення

За результатами проведеного розрахунку кардіовертебрального індексу (рис. 1) встановлено, що у свійських собак дослідної групи реєстрували збільшення індексу порівняно з такими тваринами клінічно здорової групи.



**Рис. 1.** Показники кардіовертебрального індексу досліджених собак, М±m  
Примітки: \*\*p < 0,01; \*\*\*p < 0,001 порівняно із клінічно здоровими собаками

Кардіовертебральний індекс свійських собак породи боксер у дослідній групі був на 20,1 % більше, ніж у клінічно здорових тварин, у яких цей показник мав значення 10,55±0,33 v. У тварин інших порід, зокрема добермана та лабрадора ретривера, кардіовертебральний індекс дослідної групи був на 22,8 та 18,1 % (p<0,001) вище за такі показники у клінічно здорових тварин. У собак породи німецька вівчарка кардіовертебральний індекс дослідної групи на 21,4 % (p<0,001) був вищим за показник дослідної групи цієї породи.

### Таблиця 1

Зміни показників ехокардіографії у М-режимі за кардіопатії у собак, М±m

Показники та одиниці виміру	Боксери		Добермани		Лабрадор ретривер		Німецька вівчарка	
	клінічно здорові (n=4)	дослідні (n=4)	клінічно здорові (n=4)	дослідні (n=4)	клінічно здорові (n=7)	дослідні (n=7)	клінічно здорові (n=7)	дослідні (n=7)
IVSd, мм	10,02±1	5,92±0,25**	10,35±0,87	6,57±0,45**	12,1±0,4	6,0±0,13***	12,5±0,35	5,8±0,19***
IVSs, мм	12,72±0,6	9,22±0,25**	11,27±0,17	8,1±0,64**	14,01±0,55	8,67±0,32***	15,5±0,8	9,52±0,22***
ESV, мм	28,12±1,93	38,1±0,63**	33,62±1,71	41,1±0,61**	35,32±0,68	47,3±0,87***	36,95±0,8	50,4±1,15***
EDV, мм	40,62±1,37	51,35±1,81**	44,95±1,56	54,25±1,81**	45,3±0,8	58,4±0,98***	45,27±1,03	62,05±1,26***
LVPWs, мм	12,9±0,77	9,2±0,33**	12,7±0,42	9,4±0,19***	15,6±0,32	10,2±0,3***	14,2±0,36	9,7±0,41***
LVPWd, мм	8,17±0,31	6,07±0,24**	9,45±0,42	6,45±0,21***	11,82±0,42	5,97±0,12***	11,08±0,31	5,91±0,19***
LA, мм	25,9±0,94	31,42±0,74**	27,6±1,08	34,98±0,4***	30,22±1,08	35,95±0,32***	30,5±0,64	36,6±0,63***
Ao, мм	21,07±0,66	23,4±0,32*	20,5±0,27	24,2±0,61**	22,17±0,38	25,18±0,39***	22,41±0,27	25,95±0,63***
LA/Ao	1,35±0,04	1,47±0,04	1,22±0,04	1,32±0,04	1,31±0,05	1,65±0,03***	1,32±0,04	1,67±0,02***
EF, %	76,3±0,5	60,9±0,6***	78,3±1,3	57,9±0,8***	70,7±0,5	50,2±1,2***	73,9±1,1	46,0±2,2***
FS, %	33,75±1,6	21,05±0,5***	35,05±1,1	19,4±0,37***	37,01±0,98	20,48±0,57***	37,4±1,5	16,9±0,84***

Примітки: \*p < 0,05; \*\*p < 0,01; \*\*\*p < 0,001 порівняно із клінічно здоровими собаками.

Найбільш достовірні значення показників ехокардіографії відмічали в дослідній групі свійських собак породи лабрадор ретривер та німецька вівчарка, так розміри міжшлуночкової перегородки в діастолу (IVSd, мм) були меншими у 2 та 2,6 рази ( $p < 0,001$ ) порівняно із клінічно здоровими тваринами. У собак породи боксер та доберман дослідної групи також спостерігали зменшення IVSd у 1,7 та 1,6 рази ( $p < 0,01$ ) порівняно з такими тваринами контрольної групи.

Найбільш достовірні значення показників ехокардіографії відмічали в дослідній групі свійських собак породи лабрадор ретривер та німецька вівчарка, так розміри міжшлуночкової перегородки в діастолу (IVSd, мм) були меншими у 2 та 2,6 рази ( $p < 0,001$ ) порівняно із клінічно здоровими тваринами. У собак породи боксер та доберман дослідної групи також спостерігали зменшення IVSd у 1,7 та 1,6 рази ( $p < 0,01$ ) порівняно з такими тваринами контрольної групи.

Під час дослідження реєстрували зниження розміру міжшлуночкової перегородки в систолу (IVSs, мм) на 37,9 та 38,6 % у порід лабрадор ретривер та німецька вівчарка та на 27,5 і 28,1 % – боксер і доберман, відповідно, порівняно з клінічно здоровими тваринами.

Кінцевий систолічний об'єм (ESV, мм) у свійських собак породи лабрадор ретривер та німецька вівчарка і був вищим у 1,3 разу ( $p < 0,001$ ) порівняно з клінічно здоровими тваринами.

Показник кінцевого діастолічного об'єму (EDV, мм) збільшився на 20,9 % у дослідній групі породи боксер, 17,1 % – доберман, 22,4 % – лабрадор ретривер, та на 27 % у дослідній групі собак породи німецька вівчарка порівняно з клінічно здоровими тваринами цих порід.

Стоншення задньої стінки лівого шлуночка в систолу (LVPWs, мм) з високою вірогідністю спостерігали в собак, зокрема породи доберман у 1,3 ( $p < 0,001$ ), лабрадор ретривер – 1,5 ( $p < 0,001$ ) та німецької вівчарки – 1,4 ( $p < 0,001$ ) рази, а у собак породи боксер у 1,4 ( $p < 0,01$ ) рази порівняно із клінічно здоровими тваринами.

Аналогічні показники реєстрували у разі за стоншення задньої стінки лівого шлуночка в діастолу (LVPWd, мм), у дослідних порід цей показник зменшився на 25,7 % у боксерів, 31,7 % – доберманів, 49,5 % – лабрадор ретриверів та 46,6 % у породи німецька вівчарка порівняно із клінічно здоровими тваринами.

Показники об'єму лівого передсердя (LA, мм) дослідної групи збільшились у 1,3 рази ( $p < 0,001$ ) в собак породи доберман, 1,2 ( $p < 0,001$ ) – лабрадор ретриверів та у 1,2 ( $p < 0,001$ ) рази німецької вівчарки порівняно з контрольною групою.

Розмір поперечного розрізу аорти (Ao, мм) у дослідній групі собак породи лабрадор ретривер та німецька вівчарка був вищим на 11,9 та 13,6 % ( $p < 0,001$ ) порівняно із клінічно здоровими тваринами. Внаслідок збільшення поперечного розрізу аорти співвідношення лівого передсердя до аорти (LA/Ao) мали зміни лише у дослідній групі собак породи лабрадор ретривер та німецької вівчарки ( $p < 0,001$ ) порівняно з контрольною групою цих тварин.

Параметри фракції викиду (EF, %) та фракції скорочення (FS, %) у собак дослідної групи змінилися порівняно із клінічно здоровими тваринами, дилатації камер серця та зменшення товщини стінки м'язів шлуночків, спровокували зниження EF (20,2 % у боксерів, 26 – доберманів, 28,9 – лабрадор ретриверів та 37,5 % у німецьких вівчарок, порівняно із клінічно здоровими тваринами).

FS є найбільш інформативним показником роботи міокарда, при дослідженні у тварин дослідної групи цей показник знизився у 1,6 рази ( $p < 0,001$ ) у боксерів, 1,8 ( $p < 0,001$ ) – доберманів та лабрадор ретриверів, 2,2 рази ( $p < 0,001$ ) – німецьких вівчарок.

Отримані результати дослідження, викладені в цій статті, узгоджуються з даними інших авторів. Shen L. та ін. (2022) і Gaar-Humphreys K. зі співавторами (2022) зазначали, що такі породи свійських собак як боксер, доберман, лабрадор ретривер та німецька вівчарка частіше хворіють на кардіоміопатію внаслідок породної схильності [2, 4], саме тому ми обрали ці породи для діагностики.

Під час дослідження (ехокардіограма) собак з кардіоміопатією Vonagura J. зі співавторами (2022) виявили систолічну дисфункцію лівого шлуночка, яка характеризувалась прогресуючою дилатацією камер, змінним збільшенням лівого передсердя та правої камери серця, розширенням лівого шлуночка, що спровокувало збільшення кінцевого діастолічного об'єму [21]. У наших дослідженнях зареєстровано збільшення об'єму лівого передсердя та кінцевого систолічного об'єму у всіх тварин дослідної групи.

Serbu M. зі співавторами (2023) зауважили, що обов'язковими умовами для підтвердження діагнозу кардіоміопатії є стоншення та розширення лівого шлуночка серця та зниження систолічної функції [33].

Параметри проведення рентгенографії грудної клітки є важливим компонентом у разі визначення кардіовертебрального індексу. Vodh та ін. (2016) дійшли висновку, що отримати достовірні результати кардіовертебрального індексу у лабрадорів, можна лише якщо рентгенографія виконана у правому лежачому положенні [23]. Науковці Індійського ветеринарного науково-дослідного інституту отримали такі ж результати кардіовертебрального індексу та ехокардіографії серця при кардіоміопатії у собак [36], зокрема у дослідних тварин реєстрували збільшення кардіовертебрального індексу, кінцевого систолічного та діастолічного об'єму, стоншення міжшлуночкової перегородки, зниження фракції викиду та скорочення.

## Висновки

Кардіовертебральний індекс у собак породи боксер, доберман, лабрадор ретривер та німецька вівчарка на 20–22 % більший порівняно з клінічно здоровими тваринами, що вказує на дилатацію м'язової тканини лівого шлуночка та розвиток кардіомегалії.

У тварин дослідної групи реєстрували зміни ехокардіографічних показників, зокрема у порід лабрадор ретривер та німецька вівчарка ( $p < 0,001$ ): зниження розміру міжшлуночкової перегородки

в діастолу (на 50,4 та 53,6 %); міжшлуночкової перегородки в систолу (на 37,9 та 38,6 %); підвищення кінцевого систолічного об'єму на  $47,3 \pm 0,87$  мм ( $p < 0,001$ ), і  $50,4 \pm 1,15$  мм ( $p < 0,001$ ) порівняно із клінічно здоровими тваринами.

Отже, ехокардіографія залишається основним та найінформативнішим методом спеціальної діагностики кардіоміопатії у свійських собак.

*Перспективи подальших досліджень* полягають у дослідженні біохімічних змін у крові та електрокардіографічних змін за наявності кардіоміопатії у свійського собаки.

### Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

### References

- Roth, G. A., Mensah, G. A., & Fuster, V. (2020). The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks. *Journal of the American College of Cardiology*, 76 (25), 2980–2981. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.021>
- Shen, L., Estrada, A. H., Meurs, K. M., Sleeper, M., Vulpe, C., Martyniuk, C. J., & Pacak, C. A. (2022). A review of the underlying genetics and emerging therapies for canine cardiomyopathies. *Journal of Veterinary Cardiology*, 40, 2–14. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2021.05.003>
- Brambilla, P. G., Polli, M., Pradelli, D., Papa, M., Rizzi, R., Bagardi, M., & Bussadori, C. (2020). Epidemiological study of congenital heart diseases in dogs: Prevalence, popularity, and volatility throughout twenty years of clinical practice. *PLOS ONE*, 15 (7), e0230160. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230160>
- Gaar-Humphreys, K. R., Spanjersberg, T. C. F., Santarelli, G., Grinwis, G. C. M., Szatmári, V., Roelen, B. A. J., Vink, A., van Tintelen, J. P., Asselbergs, F. W., Fieten, H., Harakalova, M., & van Steenbeek, F. G. (2022). Genetic basis of dilated cardiomyopathy in dogs and its potential as a bidirectional model. *Animals*, 12 (13), 1679. <https://doi.org/10.3390/ani12131679>
- Zarytskyi, S. M., & Lokes-Krupka, T. P. (2023). Poridna skhylnist sviyskykh sobak do rozytyku kardiopatiyi za umov ozhyrinnya u Poltavi. *Aktual'ni pyttannya veterynarnoyi medytsyny: realiyi ta perspektivy: zbirnyk tez dopovidey vseukr. nauk.-prakt. konf. naukovtsiv, vykladachiv ta aspirantiv*. Kharkiv: DBTU [in Ukrainian]
- Zarytskyi, S., & Lokes-Krupka, T. (2022). Cardiopathy in a domestic dog on the background of obesity (literature review). *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 137–143. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.18>
- Schober, K. E., Fox, P. R., Abbott, J., Côté, E., Luis-Fuentes, V., Matos, J. N., Stern, J. A., Visser, L., Scollan, K. F., Chetboul, V., Schroppe, D., Glaus, T., Santilli, R., Pariaut, R., Stepien, R., Arqued-Soubeyran, V., Baron Toaldo, M., Estrada, A., MacDonald, K., Karlin, E. T., & Rush, J. (2022). Retrospective evaluation of hypertrophic cardiomyopathy in 68 dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 36 (3), 865–876. <https://doi.org/10.1111/jvim.16402>
- Fox, P. R. (2004). Endomyocardial fibrosis and restrictive cardiomyopathy: pathologic and clinical features. *Journal of Veterinary Cardiology*, 6 (1), 25–31. [https://doi.org/10.1016/s1760-2734\(06\)70061-3](https://doi.org/10.1016/s1760-2734(06)70061-3)
- Wess, G., Domenech, O., Dukes-McEwan, J., Häggström, J., & Gordon, S. (2017). European Society of Veterinary Cardiology screening guidelines for dilated cardiomyopathy in Doberman Pinschers. *Journal of Veterinary Cardiology*, 19 (5), 405–415. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2017.08.006>
- Lewis, T. W., Wiles, B. M., Llewellyn-Zaidi, A. M., Evans, K. M., & O'Neill, D. G. (2018). Longevity and mortality in Kennel Club registered dog breeds in the UK in 2014. *Canine Genetics and Epidemiology*, 5 (1). <https://doi.org/10.1186/s40575-018-0066-8>
- Pérez, J. M., Alessi, C., & Grzech-Wojciechowska, M. (2020). Diagnostic methods for the canine idiopathic dilated cardiomyopathy: A narrative evidence-based rapid review. *Research in Veterinary Science*, 128, 205–216. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.12.001>
- Santos, A., Fernández-Friera, L., Villalba, M., López-Melgar, B., España, S., Mateo, J., Mota, R. A., Jiménez-Borreguero, J., & Ruiz-Cabello, J. (2015). Cardiovascular imaging: what have we learned from animal models? *Frontiers in Pharmacology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fphar.2015.00227>
- Japp, A. G., Gulati, A., Cook, S. A., Cowie, M. R., & Prasad, S. K. (2016). The diagnosis and evaluation of dilated cardiomyopathy. *Journal of the American College of Cardiology*, 67 (25), 2996–3010. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.03.590>
- Duler, L., LeBlanc, N. L., Cooley, S., Nemanic, S., & Scollan, K. F. (2018). Interreader agreement of radiographic left atrial enlargement in dogs and comparison to echocardiographic left atrial assessment. *Journal of Veterinary Cardiology*, 20 (5), 319–329. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.07.004>
- Duler, L., Visser, L. C., Jackson, K. N., Phillips, K. L., Pollard, R. E., & Wanamaker, M. W. (2021). Evaluation of radiographic predictors of left heart enlargement in dogs with known or suspected cardiovascular disease. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 62 (3), 271–281. <https://doi.org/10.1111/vru.12949>
- Bagardi, M., Locatelli, C., Manfredi, M., Bassi, J., Spediacci, C., Ghilardi, S., Zani, D. D., & Brambilla, P. G. (2021). Breed-specific vertebral heart score, vertebral left atrial size, and radiographic left atrial dimension in Cavalier King Charles Spaniels: Reference interval study. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 63 (2), 156–163. <https://doi.org/10.1111/vru.13036>
- Marbella Fernández, D., García, V., Santana, A. J., & Montoya-Alonso, J. A. (2023). The thoracic inlet heart size, a new approach to radiographic cardiac measurement. *Animals*, 13 (3), 389. <https://doi.org/10.3390/ani13030389>
- Buchanan, J. W., & Bücheler, J. (1995). Vertebral scale system to measure canine heart size in radiographs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 206 (2), 194–199.
- Parmar, S. M., Patel, M. D., Jhala, S. K., Suthar, D. N., Vala, J. A., Mehta, S. A., & Mavadiya, S. V. (2022). Diagnostic Use of Vertebral Heart Score for Dilated Cardiomyopathy in Dogs. *Indian Journal of Veterinary Sciences & Biotechnology*, 18 (2), 126–128.
- Zarytskyi, S. M., & Kanivets, N. S. (2023). Vykorystannya kardiovertebral'noho indeksu za diahnozyky kardiomiopatiyi u sviys'koho sobaky. *Suchasni aspekty likuvannya i profilaktyky khvorob tvaryn: materialy VII Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi Internet-konferentsiyi, prysvyachenoyi 65- richchyu z dnya narodzhennya profesora P. I. Lokesa*. Poltava [in Ukrainian]
- Bonagura, J. D., & Visser, L. C. (2022). Echocardiographic assessment of dilated cardiomyopathy in dogs. *Journal of Veterinary Cardiology*, 40, 15–50. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2021.08.004>
- Flores Dueñas, C. A., Gaxiola Camacho, S. M., Montaño Gómez, M. F., Villa Angulo, R., Enríquez Verdugo, I., Rentería Evangelista, T., Pérez Corrales, J. A., & Rodríguez Gaxiola, M. Á. (2021). Canine thoracic radiographic images as an educational dataset for distance learning and research on vertebral heart score. *Data in Brief*, 36, 107040. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107040>
- Bodh, D., Hoque, M., Saxena, A. C., Gugjoo, M. B., Bist, D., & Chaudhary, J. K. (2016). Vertebral scale system to measure heart size in thoracic radiographs of Indian Spitz, Labrador retriever and Mongrel dogs. *Veterinary World*, 9 (4), 371–376. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.371-376>
- Huguet, E. E., Vilaplana Grosso, F., Lamb, W. R., Sleeper, M. M., Mattoon, J., Nelson, N., Brown, J., Deddens, B., Heng, H. G., Knapp, S., Levesque, M., Rivas, R., Colee, J. C., & Berry, C. R. (2021). Interpretation of cardiac chamber size on canine thoracic radiographs is limited and may result in the false identification of right-sided cardiomegaly in the presence of severe left-sided cardiomegaly. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 62 (6), 637–646. <https://doi.org/10.1111/vru.13006>
- Sánchez, X., Prandi, D., Badiella, L., Vázquez, A., Llabrés-Díaz, F., Bussadori, C., & Domènech, O. (2012). A new method of computing the vertebral heart score by means of direct standardisation. *Journal of Small Animal Practice*, 53 (11), 641–645. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2012.01288.x>

26. Jeong, Y., & Sung, J. (2022). An automated deep learning method and novel cardiac index to detect canine cardiomegaly from simple radiography. *Scientific Reports*, 12 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18822-4>
27. Mostafa, A. A., & Berry, C. R. (2017). Radiographic assessment of the cardiac silhouette in clinically normal large- and small-breed dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 78 (2), 168–177. <https://doi.org/10.2460/ajvr.78.2.168>
28. Cunningham, S. M., Aona, B. D., Antoon, K., Rush, J. E., & Barton, B. A. (2018). Echocardiographic assessment of right ventricular systolic function in Boxers with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Cardiology*, 20 (5), 343–353. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.07.005>
29. Esser, L. C., Borkovec, M., Bauer, A., Häggström, J., & Wess, G. (2020). Left ventricular M-mode prediction intervals in 7651 dogs: Population-wide and selected breed-specific values. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34(6), 2242–2252. <https://doi.org/10.1111/jvim.15914>
30. Klæboe, L. G., & Edvardsen, T. (2018). Echocardiographic assessment of left ventricular systolic function. *Journal of Echocardiography*, 17 (1), 10–16. <https://doi.org/10.1007/s12574-018-0405-5>
31. Rishniw, M., Corda, A., Spina, F., & Caivano, D. (2021). Two-dimensional echocardiographic measures of left ventricular dimensions agree with M-mode measurements in dogs. *Journal of Veterinary Cardiology*, 33, 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2020.12.001>
32. Bourguignon, C., Caivano, D., Dickson, D., Vatne, L., Harris, J., Rishniw, M., & Pariaut, R. (2021). Two-dimensional echocardiographic estimates of left ventricular volumes obtained in different views in dogs provide similar measurements but are not interchangeable. *Journal of Veterinary Cardiology*, 33, 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2020.10.003>
33. Cerbu, M., Cerbu, C., & Papuc, I. (2023). M-mode echocardiography in canine veterinary practice: a comprehensive review of left ventricular measurements in 44 different dog breeds. *Animals*, 13 (18), 2986. <https://doi.org/10.3390/ani13182986>
34. Visser, L. C., Ciccozzi, M. M., Sintov, D. J., & Sharpe, A. N. (2019). Echocardiographic quantitation of left heart size and function in 122 healthy dogs: A prospective study proposing reference intervals and assessing repeatability. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33 (5), 1909–1920. <https://doi.org/10.1111/jvim.15562>
35. Höllmer, M., Willesen, J. L., Tolver, A., & Koch, J. (2016). Comparison of four echocardiographic methods to determine left atrial size in dogs. *Journal of Veterinary Cardiology*, 18 (2), 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2016.02.001>
36. Gugjoo M. B., Hoque, M., Saxena A. C., & Zama, M. M. S. (2013). Radiographic, electrocardiographic and echocardiographic features of dilatation cardiomyopathy in dogs. *The Indian Veterinary Journal*, 90 (18), 19–22.

### ORCID

S. Zarytskyi  <https://orcid.org/0000-0001-9186-6122>



2023 Zarytskyi S. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.