

Короткочасна варіабельність серцевого ритму у собак з різним вегетативним статусом

О.М. Бобрицька, О.В. Хавін, В.І. Редько, Л.А. Водоп'янова, В.О. Трокоз*

Державний біотехнологічний університет, Харків;

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ;

e-mail: olga.bobritskaya2410@gmail.com

Варіабельність серцевого ритму є важливим фізіологічним показником, що відображає стан автономної нервової системи і рівень адаптації організму до різних умов. Метою роботи було встановити особливості варіабельності серцевого ритму у 30 здорових кобелів породи німецька вівчарка віком від 2 до 5 років, масою від 28 до 38 кг із різним вегетативним тонусом (нормотонія, ваготонія та симпатикотонія). Аналіз проводили за допомогою програмного забезпечення Kubios HRV Scientific Lite та методів варіаційної пульсометрії. Результати дослідження показали, що у собак із ваготонією на електрокардіограмі спостерігалось значне подовження середньої тривалості послідовних інтервалів RR, підвищення показників стандартного відхилення всіх інтервалів RR, середньо-квадратичної відмінності між тривалістю сусідніх RR-інтервалів, частки пар послідовних NN-інтервалів та зниження індексів вегетативної рівноваги та напруження. Це свідчить про домінування парасимпатичної активності автономної нервової системи. У групі з симпатикотонією виявлено зниження вищезгаданих показників, а також значне підвищення індексів вегетативної рівноваги та напруження, що є ознакою підвищеного рівня стресу та домінування симпатичної активності. Нормотонія характеризувалася стабільним балансом між симпатичною та парасимпатичною активністю, що відобразалося у середніх значеннях основних показників варіабельності серцевого ритму. Кореляційний аналіз виявив сильні зв'язки між частотою серцевих скорочень і основними показниками варіабельності серцевого ритму. Вплив віку та маси тіла на показники варіабельності серцевого ритму був недостовірним, що підтверджує домінування фізіологічних механізмів регуляції. Отримані результати підкреслюють важливість аналізу варіабельності серцевого ритму для діагностики фізіологічного стану собак і оцінки їх адаптаційної здатності. Показники варіабельності серцевого ритму можуть бути використані як чутливі маркери для моніторингу стресу, адаптаційних можливостей та ризику розвитку вегетативних дисфункцій.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму; автономна нервова система; німецька вівчарка; ваготонія; симпатикотонія; вегетативна регуляція.

ВСТУП

Варіабельність серцевого ритму (ВСР) визначається як зміна інтервалів між послідовними серцевими скороченнями, зареєстрованими за допомогою електрокардіограми [1]. Регуляція серцевого ритму у тварин є ключовим показником їх фізіологічного стану, рівня адаптації до стресових умов та загального стану здоров'я. Автономна нервова система, що включає симпатичний і парасимпатичний відділи, відіграє важливу роль у підтриманні вегетативної рівноваги та забезпеченні

оптимального функціонування організму, особливо за умов стресу [2]. ВСР – інформативний метод оцінки автономної регуляції серцевої діяльності, адаптаційних можливостей організму та відображає інтегративну діяльність симпатичної та парасимпатичної нервової системи, яка є критично важливою для збереження гомеостазу [3].

У сучасній ветеринарній практиці аналіз ВСР набуває все більшого значення, зокрема у собак службових порід, таких як німецька вівчарка. Ці тварини часто піддаються значним

фізичним і психологічним навантаженням, що може впливати на їх фізіологічний стан та адаптаційні можливості. Вивчення ВСР дає змогу не лише оцінити функціональний стан автономної нервової системи, але й виявити потенційні ризики розвитку патологій, пов'язаних із порушеннями вегетативної регуляції [3].

Через виражену респіраторну синусову аритмію ВСР у собак істотно відрізняється від такої у людей [4]. Аналіз «дихання за вдихом» дає можливість кількісно оцінити певні аспекти респіраторної синусоїдальної аритмії (РСА) у собак, які раніше були невідомі або оцінювалися лише якісно. Нині розроблено стандарти короткострокового аналізу ВСР для людей [5]. Для собак такі уніфіковані нормативи відсутні. Водночас Noszczyk-Nowak [6] запропонував орієнтовні референтні значення параметрів ВСР у собак за результатами аналізу 180-хвилинних записів ЕКГ, однак ці показники не можна вважати повністю адаптованими до короткострокових протоколів.

Мета нашої роботи – встановити особливості ВСР у собак із різним вегетативним тонусом (нормотонія, ваготонія та симпатикотонія).

МЕТОДИКА

Експеримент проведено на 30 клінічно здорових кобелях породи німецька вівчарка віком 2–5 років ($3,87 \pm 0,18$ роки) та масою тіла 28–38 кг ($34,0 \pm 3,1$ кг), яких утримували у кінологічному центрі поліції м. Києва та розпліднику «vom Yambwelle Hof» (досліді затверджено Комісією з біоетичної експертизи факультету ветеринарної медицини Державного біотехнологічного університету; протокол № 3 від 22.04.2025 р. За результатами анамнезу, клінічного огляду і загального аналізу крові, всі тварини визначено як клінічно здорові, електро- та ехокардіографічних відхилень не виявлено. Матеріалом для досліджень були

короткострокові записи електрокардіограми (до 5 хв), отримані в правобічному лежачому положенні за допомогою електрокардіографа Neaso 300G MDT зі швидкістю протяжки стрічки під час запису – 50 мм/с. ЕКГ проводили у спеціально обладнаній тихій і затемненій кімнаті за участю господаря. Запис починали знімати, коли тварини заспокоювалися (однак не спали), що фіксували за допомогою аналізу частоти серцевих скорочень ($HR - 70-90 \text{ хв}^{-1}$) і дихальних рухів ($\text{ЧДР} - 25-40 \text{ хв}^{-1}$). Аналізу ВСР передував ручний скринінг усіх сегментів ЕКГ, щоб виявити ті, які являють собою чистий синусовий ритм і не мають будь-яких артефактів. Корекція останніх є ключовим аспектом аналізу ВСР. Параметри ВСР дуже чутливі до пропущених або неправильно класифікованих кардіоциклів, і навіть поодинокі артефакти можуть суттєво вплинути на точність і надійність отриманих результатів [7]. Згідно з рекомендаціями, аналізувати слід лише результати з мінімальною кількістю артефактів. Водночас питання їх корекції недостатньо висвітлене в науковій літературі, незважаючи на критичне значення для достовірності результатів [8].

Параметри ВСР у часовій та частотній ділянках розраховували за допомогою ПЗ Kubios HRV Scientific 4.1.2, зокрема фіксували: середню довжину інтервалів RR (M RR, мілісекунди); SDNN (мілісекунди) – стандартне відхилення всіх інтервалів RR; RMSSD – середньоквадратична відмінність між тривалістю сусідніх RR-інтервалів (мілісекунди); NN50 – кількість пар послідовних NN-інтервалів, що розрізняються більш, ніж на 50 мілісекунд; pNNxx (відсотки) – частка пар послідовних NN-інтервалів, що розрізняються більш, ніж на 50 мілісекунд; LF/HF – баланс симпатичних і парасимпатичних впливів, зростання напруження (умовні одиниці).

Стан автономної регуляції оцінювали методом варіаційної пульсометрії [9], адаптованим для собак. Для отримання статистичних параметрів ритму серця відбирали 100

кардіоциклів (без артефактів), на основі чого методами математичної статистики (за допомогою програмного забезпечення MS Excel 2019) обчислювали такі параметри: мода (Mo) – інтервал, який найчастіше зустрічається на проміжку RR (секунди); амплітуда моди (АМо) – відсоткове значення моди; варіаційний розмах (Δx) – різниця між максимальним і мінімальним значенням моди (секунди); індекс вегетативної рівноваги (VBI – vegetative balance index) – відображає вплив симпатичної/парасимпатичної нервової системи на організм ($IBA = AMo/\Delta x$; ум. од.); індекс напруження (SI – stress index) – характеризує тонус автономної нервової системи ($SI = AMo/(2 \cdot Mo \cdot \Delta x)$; ум. од.).

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за допомогою програмного забезпечення MS Excel (вираховували середнє арифметичне – M та показник стандартного відхилення – SD). Напрямок і силу взаємозв'язків виявляли на основі кореляційного аналізу за Пірсоном. Імовірність різниць середніх значень встановлювали за критерієм t Стьюдента. Зміни показників вважали достовірними при $P \leq 0,05$ (у тому числі $P \leq 0,01$ і $P \leq 0,001$).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Показники варіаційної пульсометрії собак із різним тонусом автономної нервової

системи представлено у табл. 1. У групі собак із ваготонією, яка характеризується домінуванням парасимпатичної активності, середня довжина інтервалів RR (Mean RR) була достовірно вищою на 5,06% ($P \leq 0,01$), а мода (Mo) – на 5,49% ($P \leq 0,01$) порівняно з нормотоніками. Водночас амплітуда моди (АМо) була меншою на 52,62%, а варіаційний розмах (Δx) збільшився на 20,83% ($P \leq 0,001$). Індеси VBI та напруження SI у ваготоніків були значно нижчими, на 62,24 і 64,44% відповідно ($P \leq 0,001$). Це свідчить про знижений рівень напруження та стабільну регуляцію АНС у цій групі.

У собак із симпатикотонією спостерігалися протилежні тенденції. Середня довжина інтервалів RR, порівняно зі значеннями тварин з нормотонією, зменшилася на 9,13% ($P \leq 0,001$), а мода – на 8,86% ($P \leq 0,001$). Натомість амплітуда моди (АМо) зросла на 27,33% ($P \leq 0,001$), а Δx суттєво зменшився на 56,77% ($P \leq 0,001$). Індеси VBI та SI істотно зросли: на 191,81 і 221,00% відповідно ($P \leq 0,001$), що відображає підвищений рівень напруження та дисбаланс регуляції АНС у цій групі.

Таким чином, отримані результати підтверджують значний вплив тонусу автономної нервової системи на показники варіаційної пульсометрії собак. Ваготонія супроводжується стабільною регуляцією АНС та низьким рівнем напруження, тоді як симпатикотонія

Таблиця 1. Показники варіаційної пульсометрії собак (M \pm SD)

Показники	Тонус автономної нервової системи		
	нормотонія (n = 16)	ваготонія (n = 6)	симпатикотонія (n = 8)
Середня довжина інтервалів RR, с	0,712 \pm 0,013	0,748 \pm 0,005*	0,647 \pm 0,011**
Мода, с	0,711 \pm 0,014	0,750 \pm 0,010**	0,648 \pm 0,013***
Амплітуда моди, %	34,4 \pm 2,3	16,3 \pm 1,1***	43,8 \pm 1,9***
Різниця між максимальним і мінімальним значенням моди, с	0,192 \pm 0,017	0,232 \pm 0,010***	0,083 \pm 0,007***
Індекс вегетативної рівноваги, ум. од.	186,7 \pm 24,3	70,5 \pm 3,3***	544,8 \pm 54,6***
Індекс напруження, ум. од.	131,9 \pm 17,7	46,9 \pm 1,8***	423,4 \pm 49,4***

Примітка: **P < 0,01; ***P < 0,001 порівняно з нормотонією.

асоціюється з високим рівнем напруження, що проявляється у зростанні індексів напруження та порушенні вегетативної рівноваги. Це дає змогу використовувати показники варіаційної пульсометрії як маркери для оцінки функціонального стану АНС у собак.

Ехокардіографічних відмінностей між групами собак не виявлено, що свідчить про відсутність структурних змін серця. Це дає можливість пов'язувати відмінності показників ВСР насамперед з особливостями вегетативної регуляції. Зокрема, зниження SDNN та RMSSD у стані спокою в групі симпатикотоніків відображає зменшення базової ВСР. Оскільки ці параметри є чутливими маркерами адаптаційного резерву організму, їх низькі значення навіть у спокої вказують на обмеженість резерву та переважання симпатичної активації, що узгоджується з даними літератури [7, 12].

На графіках (рис. 1) представлено кардіоінтервалограми собак із різними параметрами вегетативної регуляції: нормотонією, ваготонією та симпатикотонією. У групі нормотоніків інтервали RR варіюють у межах 0,66–0,73 с, демонструючи регулярні коливання із помірною амплітудою. Це свідчить про збалансовану активність симпатичного та парасимпатичного відділів АНС, що є ознакою нормального фізіологічного стану. У тварин з ваготонією інтервали RR значно більші (0,67–0,81 с) із вираженою амплітудою коливань, що свідчить про домінування парасимпатичної регуляції, яка проявляється у високій ВСР. Такий стан може бути нормальним для спокійних умов, але також може вказувати на гіперактивність блукаючого нерва. У тварин з симпатикотонією спостерігаються найкоротші інтервали RR (0,56–0,66 с) із мінімальною амплітудою коливань. Це вказує на знижену ВСР, зумовлену домінуванням симпатичної активності. Такий стан часто пов'язаний із підвищеним рівнем стресу або значним фізичним навантаженням, що свідчить про активізацію механізмів адаптації.

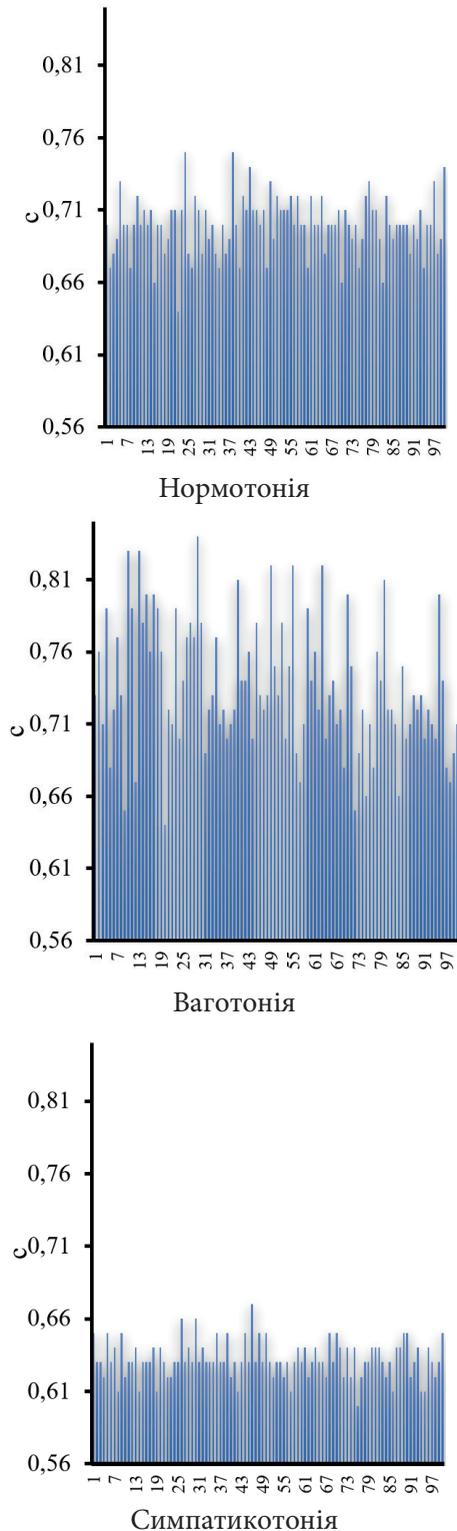


Рис. 1. Кардіоінтервалограма собак з різними параметрами вегетативної регуляції (RR-інтервали)

Варіаційний графік розподілу повторення інтервалів RR у собак із різними параметрами вегетативної регуляції: нормотонією, ваготонією та симпатикотонією представлено на рис. 2. Слід відмітити рівномірний їх розподіл із вираженим піком на рівні 0,72 с у собак з нормотонією АНС. Це свідчить про стабільний стан автономної нервової системи, коли симпатична та парасимпатична активність перебувають у балансі. У собак із ваготонією пік розподілу інтервалів RR зміщувався у бік більших значень (близько 0,75 с). Така динаміка вказує на домінування парасимпатичної активності, що подовжує серцевий цикл. Крива для симпатикотонії характеризується вузьким розподілом із різко вираженим піком на рівні 0,62 с. Це свідчить про значну активацію симпатичного відділу АНС, що зменшує тривалість інтервалів RR та знижує ВСР. Графік ілюструє чіткі відмінності у розподілі інтервалів RR залежно від вегетативної регуляції. Нормотонія відображає стабільний баланс АНС, ваготонія асоціюється з подовженням інтервалів через активність парасимпатичної системи, а симпатикотонія характеризується короткими інтервалами RR через переважання симпатичної активності. Це підкреслює різний характер регуляції серцевого ритму у собак із різними параметрами АНС.

У табл. 2 наведено результати ВСР у собак з різним тонусом АНС. Для порів-

няння показників використовувалася група собак із нормотонією. У тварин з ваготонією середня частота серцевих скорочень (Mean HR) менша на 4,86% ($P \leq 0,01$), тоді як у тварин з симпатикотонією більша на 10,08% ($P \leq 0,001$) порівняно з нормотонією. Мінімальна частота серцевих скорочень (Min HR) менша у ваготоніків (на 6,37%; $P \leq 0,001$), та більша у симпатикотоніків (на 13,21%; $P \leq 0,001$). Тоді як максимальна частота серцевих скорочень (Max HR) у симпатикотоніків була на 7,25% ($P \leq 0,001$) більшою, ніж у тварин з нормотонією.

Середня тривалість інтервалів RR (Mean RR) у ваготоніків була більшою на 5,08% ($P \leq 0,01$), а у симпатикотоніків меншою на 9,16% ($P \leq 0,001$). SDNN (варіабельність довгих інтервалів) та RMSSD (коротких інтервалів), збільшилися за умов ваготонії на 30,07 та 35,49% ($P \leq 0,001$) відповідно. При симпатикотонії ці показники суттєво зменшилися на 52,94 і 50,23% відповідно ($P \leq 0,001$), що свідчить про зниження адаптаційного резерву та підвищення напруження АНС.

Маркери нестабільності серцевого ритму, такі як NNxx та pNNxx, за ваготонії були більшими на 72,68 та 68,89% ($P \leq 0,001$), тоді як за симпатикотонії – меншими на 90,21 та 90,43% ($P \leq 0,001$) відповідно до показників тварин з нормотонією. Співвідношення LF/HF у всіх групах суттєво не відрізнялося. Таким чином, ваготонія характеризується

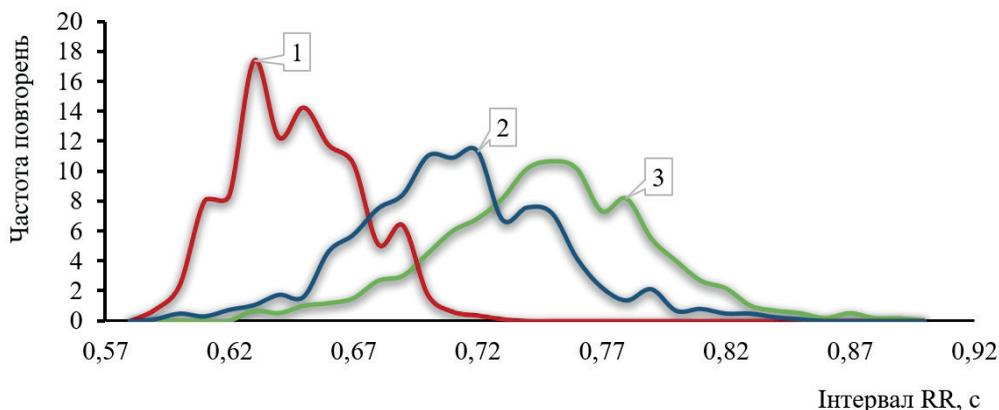


Рис. 2. Варіаційний графік повторення інтервалів RR у собак з різними параметрами вегетативної регуляції: 1 – симпатикотонія; 2 – нормотонія; 3 – ваготонія

підвищеною ВСР, яка свідчить про домінування парасимпатичної активності, а симпатикотонія асоціюється зі значним зниженням варіабельності та порушенням вегетативної регуляції.

Встановлені взаємозв'язки показників варіаційної пульсометрії та різними параметрами ВСР у собак (табл. 3). Вік і маса собак достовірно не пов'язані з показниками варіаційної пульсометрії. Встановлено обернені взаємозв'язки ЧСС з показниками Мо ($r = -0,99$; $P \leq 0,001$) та Δx ($r = -0,81$; $P \leq 0,001$), та прямі з АМо ($r = 0,77$; $P \leq 0,001$), VBI ($r = 0,88$; $P \leq 0,001$) та SI ($r = 0,89$; $P \leq 0,001$). Тоді, як Mean RR прямо корелює з Мо ($r = 0,99$; $P \leq 0,001$) та Δx ($r = 0,80$;

$P \leq 0,001$), та обернено з АМо ($r = -0,77$; $P \leq 0,001$), VBI ($r = -0,86$; $P \leq 0,001$) та SI ($r = -0,88$; $P \leq 0,001$).

Показники SDNN, RMSSD, NN_{xx} та pNN_{xx} прямо корелювали з Мо ($r = 0,70-0,81$; $P \leq 0,001$) та Δx ($r = 0,92-0,96$; $P \leq 0,001$) та обернено з АМо ($r = -0,78 - -0,82$; $P \leq 0,001$), VBI ($r = -0,90 - -0,94$; $P \leq 0,001$) і SI ($r = -0,89 - -0,92$; $P \leq 0,001$). Таким чином, отримані результати свідчать, що ЧСС і Mean RR суттєво впливають на ВСР, тоді як вік і маса мають мінімальний вплив. Показники SDNN, RMSSD, NN_{xx} та pNN_{xx} є важливими маркерами, які відображають загальний стан регуляції серцевого ритму та її залежність від АНС.

Таблиця 2. Показники варіабельності серцевого ритму у собак з різним тонутом автономної нервової системи (M ± SD)

Показники	Контроль	Тонус автономної нервової системи		
		нормотонія (n = 16)	ваготонія (n = 6)	симпатикотонія (n = 8)
Середній показник пульсу, хв ⁻¹	85,8±2,7	84,3±1,5	80,2±0,5**^Λ	92,8±1,6***^Λ^Λ
Мінімальний показник пульсу, хв ⁻¹	82,0±3,2	80,2±1,5	75,1±0,7***^Λ	90,8±1,6***^Λ^Λ
Максимальний показник пульсу, хв ⁻¹	89,5±2,2	88,3±1,6	85,9±0,6	94,7±1,6***^Λ
Середня довжина інтервалів RR, мс	702,0±21,3	712,2±12,9	748,4±4,6Λ**	646,9±11,2***^Λ^Λ
Стандартне відхилення всіх інтервалів RR, мс	28,1±4,9	30,6±2,4	39,8±1,4***^Λ^Λ	14,4±0,9***^Λ^Λ^Λ
Середньоквадратична відмінність між тривалістю сусідніх RR-інтервалів, мс	40,6±7,2	43,4±3,5	58,8±3,0***^Λ^Λ	21,6±1,5***^Λ^Λ^Λ
Кількість пар послідовних NN-інтервалів, що розрізняються більш, ніж на 50 мс, од.	17,6±5,9	19,4±2,5	33,5±2,5***^Λ^Λ	1,9±0,8***^Λ^Λ^Λ
Частка пар послідовних NN-інтервалів, що розрізняються більш, ніж на 50 мс, %	18,7±6,3	20,9±2,6	35,3±2,7***^Λ^Λ	2,0±0,8***^Λ^Λ^Λ
Баланс симпатичних і парасимпатичних впливів, ум. од.	0,391±0,077	0,371±0,075	0,43±0,082	0,402±0,083

P < 0,01; *P < 0,001 – порівняно з нормотонією; ^P < 0,05; ^ΛP < 0,01; ^Λ^ΛP < 0,001 – порівняно з контролем.

Наші дослідження узгоджуються із наявними даними відсутності достовірних кореляцій між параметрами ВСР, які отримано при дослідженні собак масою менше ніж 20 кг [5]. Хоча є дані, що параметри ВСР у часовій ділянці, особливо rMSSD та p50NN, знижуються з віком [11], нами подібної закономірності не встановлено, що можливо пояснюється невеликою вибіркою різновікових груп собак.

Результати нашого дослідження показали, що ВСР залежить від тону АНС. У собак із ваготонією спостерігалось підвищення Mean RR, що є ознакою домінування парасимпатичної активності. Такий стан супроводжувався зростанням SDNN, RMSSD, NNxx та pNNxx, що підтверджує знижений рівень напруження АНС у цій групі. Водночас у

собак із симпатикотонією було зафіксовано скорочення інтервалів RR та значне зниження SDNN і RMSSD, що свідчить про переважання симпатичної активності та підвищення SI [9].

Значення VBI та SI демонстрували значні відмінності між групами, що узгоджується з даними літератури [12]. Зокрема, у тварин з ваготонією вони були найнижчими, тоді як при симпатикотонії зросли більш ніж удвічі порівняно з нормотонією. Варіаційний аналіз розподілу інтервалів RR показав, що у ваготоніків пік розподілу зміщувався в бік більших значень, тоді як у симпатикотоніків – до менших. Це відповідає різному характеру регуляції АНС у цих групах.

Автономна регуляція серцевої діяльності значною мірою визначається тонусом парасимпатичного відділу АНС, який зумовлює

Таблиця 3. Взаємозв'язки показників варіабельності серцевого ритму (n = 30)

Параметри	Показники варіаційної пульсометрії				
	Мода, с	Амплітуда моди, %	Різниця між максимальним і мінімальним значенням моди, с	Індекс вегетативної рівноваги, ум. од.	Індекс напруження, ум. од.
Вік, років	-0,02	-0,06	-0,04	-0,04	-0,05
Маса, кг	0,25	-0,18	0,04	-0,12	-0,13
Частота серцевих скорочень, хв ⁻¹	-0,99***	0,77***	-0,81***	0,88***	0,89***
Середній показник пульсу, хв ⁻¹	0,99***	-0,77***	0,80***	-0,86***	-0,88***
Стандартне відхилення всіх інтервалів RR, мс	0,81***	-0,78***	0,96***	-0,94***	-0,92***
Середньоквадратична відмінність між тривалістю сусідніх RR-інтервалів, мс	0,80***	-0,80***	0,93***	-0,91***	-0,90***
Кількість пар послідовних NN-інтервалів, що розрізняються більш, ніж на 50 мс, од.	0,78***	-0,82***	0,92***	-0,90***	-0,89***
Частка пар послідовних NN-інтервалів, що розрізняються більш, ніж на 50 мс, %	0,80***	-0,82***	0,92***	-0,91***	-0,89***
Баланс симпатичних і пара симпатичних впливів, ум. од.	0,03	-0,19	0,10	-0,06	-0,04

***P < 0,001.

вищий рівень ВСР. Активність блукаючого нерва виступає основним детермінуючим чинником формування компонента HF, що у здорових собак супроводжується істотно нижчим за одиницю співвідношенням LF/HF [6]. Проведене короткотривале дослідження ЕКГ німецьких вівчарок має значну варіабельність між послідовними ударами синусового ритму, що очевидно є наслідком варіабельності частоти і глибини дихальних рухів тварин, основного чинника HF-компонента [13, 14]. Імовірно, тому, 5-хвилинних записів недостатньо щоб достовірно проаналізувати співвідношення LF/HF.

Загалом отримані відмінності у варіаційній пульсометрії собак породи німецька вівчарка узгоджуються з подібними дослідженнями, проведеними на козах [15], свинях [16] і кроликах [17]. Крім того, встановлені сильні кореляційні зв'язки між ЧСС та основними показниками ВСР, такими як Мо, АМо, SDNN і RMSSD. Зокрема, негативна кореляція між ЧСС і Мо підтверджує, що підвищення першої супроводжується зниженням варіабельності ритму. Аналіз впливу віку та маси тіла не виявив суттєвих змін у показниках ВСР, що свідчить про домінування саме фізіологічних механізмів регуляції.

ВИСНОВКИ

Результати дослідження підтверджують значний вплив тону АНС на ВСР у собак породи німецька вівчарка. Ваготонія характеризується домінуванням парасимпатичної активності, що проявляється у подовженні інтервалів RR та підвищеній ВСР. Симпатикотонія, навпаки, супроводжується зниженням варіабельності ритму через переважання симпатичної активності. Показники SDNN, RMSSD, NNxx та індекси VBI і SI є чутливими маркерами, які дають змогу оцінювати адаптаційні можливості тварин. Отримані результати дослідження можуть бути використані для діагностики фізіологічного стану

собак, моніторингу їх адаптаційної здатності, а також оптимізації умов утримання та тренувань. Це має важливе значення для службових, спортивних та компаньйонних собак, оскільки допомагає знижувати ризики вегетативних дисфункцій і покращувати якість життя тварин.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of co-authors of the article.

**O. Bobrytska¹, O. Khavin¹, V. Redko¹,
L. Vodopianova¹, V. Trokoz²**

SHORT-TERM HEART RATE VARIABILITY IN DOGS WITH DIFFERENT AUTONOMIC STATUS

¹State Biotechnological University, Kharkiv;

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine; e-mail: olga.bobrytskaya2410@gmail.com

Heart rate variability is a crucial physiological parameter that reflects the state of the autonomic nervous system and the organism's level of adaptation to various conditions. In this study, an analysis of heart rate variability was performed in 30 clinically healthy male German Shepherd dogs aged 2 to 5 years, with body weight ranging from 28 to 38 kg. The study aimed to determine the features of heart rate variability in dogs with different autonomic tones (normotonia, vagotonia, and sympathicotonia) and to evaluate the relationships between heart rate variability parameters and physiological characteristics of the animals, such as age, body weight, and heart rate. The analysis was performed using Kubios HRV Scientific Lite software and methods of variational pulsometry. The results of the study demonstrated that in dogs with vagotonia, the electrocardiogram showed a significant prolongation of the mean duration of successive RR intervals, an increase in the standard deviation of all RR intervals, the root mean square of successive differences between the duration of adjacent RR intervals, the proportion of pairs of successive NN intervals, and a decrease in indices of autonomic balance and tension. These findings indicate a predominance of parasympathetic activity of the autonomic nervous system. In the group of sympathicotonic dogs, a decrease in the aforementioned parameters of heart rate variability was observed, along with a marked increase in the indices of autonomic balance and tension, indicating an elevated level of stress and a predominance of sympathetic activity. Normotonia

was characterized by a stable balance between sympathetic and parasympathetic activity, as reflected in the average values of the main heart rate variability indices. The correlation analysis revealed strong associations between heart rate and the main parameters of heart rate variability. The influence of age and body weight on heart rate variability parameters was statistically insignificant, which confirms the predominance of physiological regulatory mechanisms. The results obtained highlight the importance of heart rate variability analysis for diagnosing the physiological state of dogs and assessing their adaptive capacity. Heart rate variability indices can be used as sensitive markers for monitoring stress, adaptive potential, and the risk of developing autonomic dysfunctions.

Keywords: heart rate variability; autonomic nervous system; German Shepherd; vagotonia; sympathicotonia; autonomic regulation; pulsemetry.

REFERENCES

- Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*. 1991;84(2):482-92.
- Danchuk O, Karpovskiy V, Trokoz V, Postoi R. Regulation mechanisms of cortisol level in pigs' blood serum under stress. *Fiziol Zh*. 2017;63(6):60-5. doi: 10.15407/fz63.06.060.
- Grosso G, Vezzosi T, Briganti A, Di Franco C, Tognetti R, Mortola JP. Breath-by-breath analysis of respiratory sinus aR-Rhythmia in dogs. *Respir Physiol Neurobiol* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2025 Jan 11];294. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34407466/>
- Koskela A, Törnqvist H, Somppi S, Tiira K, Kykyri V-L, Hänninen L, et al. Behavioral and emotional comodulation during dog-owner interaction measured by heart rate variability and activity. *Sci Report* 2024 141 [Internet]. 2024 Oct 24 [cited 2025 Jan 11];14(1):1-12. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-76831-x>
- Camm AJ, Malik M, Bigger JT, Breithardt G, Cerutti S, Cohen RJ, et al. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996;93(5):1043-65.
- Bogucki S, Noszczyk-Nowak A. Short-term heart rate variability (HRV) in healthy dogs. *Pol J Vet Sci* [Internet]. 2015 Jun 1 [cited 2025 Jan 12];18(2):307-12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26172180/>
- Shaffer F, Ginsberg JP. An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front Publ Heal*. 2017;5:258.
- Schöberl I, Kortekaas K, Schöberl FF, Kotrschal K. Algorithm-supported visual eR-Ror coR-Rection (AVEC) of heart rate measurements in dogs, *Canis lupus familiaris*. *Behav Res Method*. 2015;47:1356-64.
- Brisinda D, Picerni M, Fenici P, Fenici R, Synthetic assessment of cardiac autonomic modulation and Bavsky stress index in patients with synucleinopathies. *Eur Heart J*. 2024;45(1):666.3017, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae666.3017>.
- Manzo A, Ootaki Y, Ootaki C, Kamohara K, Fukamachi K. Comparative study of heart rate variability between healthy human subjects and healthy dogs, rabbits and calves. *Lab Anim* [Internet]. 2009 Jan 1 [cited 2025 Jan 12];43(1):41-5. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1258/la.2007.007085>
- Voss A, Schroeder R, Fischer C, Heitmann A, Peters A, Perz S. Influence of age and gender on complexity measures for short term heart rate variability analysis in healthy subjects. In: 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE; 2013. p. 5574-7.
- Huang M, Shah AJ, Lampert R, Bliwise DL, Johnson DA, Clifford GD, et al. Heart rate variability, deceleration capacity of heart rate, and death: A veteran twins study. *J Am Heart Assoc*. 2024;13(7):e032740.
- Mitchell KJ, Schwarzwald CC. Heart rate variability analysis in horses for the diagnosis of aR-Rhythmias. *Vet J*. 2021;268:105590.
- Calvert CA. Heart rate variability. *Vet Clin Small Anim Pract*. 1998;28(6):1409-27.
- Boychuk BI, Karpovskiy VI, Hryshchuk IA, Tomchuk VA, Hryshchuk A V, Gutyj B V, et al. Determination of heart rate variability as an indicator of the influence of the tone of the autonomic nervous system in goats. *Sci Messenger LNU Vet Med Biotechnol Ser Vet Sci*. 2023;25(111):28-32.
- Zupan M, Framstad T, Zanella AJ. Behaviour, heart rate, and heart rate variability in pigs exposed to novelty. *Rev Bras Zootec*. 2016;45:121-9.
- Zakrevska M, Tybinka A. Variational-pulsometric study of rabbits. *Sci Tech Bull of State Sci Res Control Inst Vet Med Prod Fodd Addit and Inst Anim Biol*. 2019;20(2):230-7.

*Матеріал надійшов
до редакції 10.06.2025*